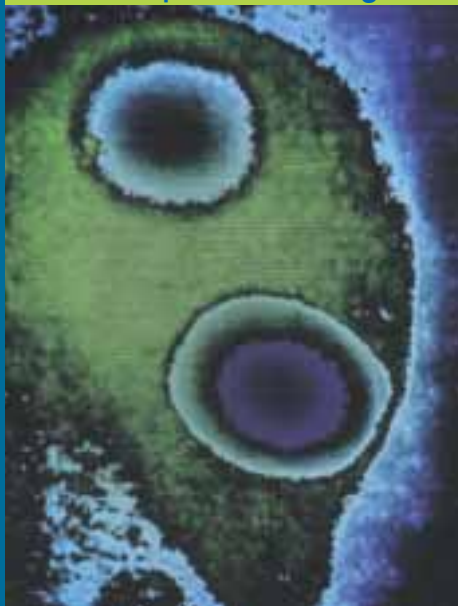


collection

**Expertise collégiale**



*Expertise réalisée par l'IRD  
à la demande de la Délégation  
à la Recherche du Gouvernement  
de Polynésie française*

*Version bilingue*

# Substances naturelles en Polynésie française

*Natural substances in French Polynesia*

Coordination scientifique

**JEAN GUEZENNEC, CHRISTIAN MORETTI, JEAN-CHRISTOPHE SIMON**



Institut de recherche  
pour le développement

# Substances naturelles en Polynésie française

STRATÉGIES DE VALORISATION

# Substances naturelles en Polynésie française

## STRATÉGIES DE VALORISATION

*Coordination scientifique*

**Jean GUÉZENNEC, Christian MORETTI, Jean-Christophe SIMON**

*Rapporteur*

**Marie-Luce HAZEBROUCQ**

*La première partie (synthèse et recommandations) du rapport  
est présentée successivement en français et en anglais sur support papier.  
La seconde partie (analytique) est présentée sur le CD-Rom joint.*

**IRD Éditions**

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Expertise collégiale

Paris, 2006

**Relecture scientifique**

Solange Lavielle (Université Pierre et Marie Curie)

Michel Trometter (Inra)

**Préparation éditoriale**

Yolande Cavallazzi

**Mise en pages**

Bill Production

**Maquette couverture et intérieur**

Pierre Lopez

**Traduction en anglais**

Harriet Coleman

**Coordination**

Michèle Bouchez, Anne Glanard

Département Expertise et Valorisation, IRD

**Suivi de fabrication**

Elisabeth Lorne

---

**Cette expertise collégiale a été réalisée à la demande  
de la Délégation à la recherche du gouvernement de la Polynésie française.**

---

La loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, " toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite " (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2006

ISSN 1633-9924 / ISBN : 2-7099-1587-1

# Composition du collège d'experts

## COORDINATION SCIENTIFIQUE

**Jean GUÉZENNEC** (Ifremer)

**Christian MORETTI** (IRD)

**Jean-Christophe SIMON** (IRD)

## RAPPORTEUR

**Marie-Luce HAZEBROUCQ** (IRD)

## MEMBRES

**Cécile DÉBITUS** (IRD)

**Yves BARBIN** (Pierre-Fabre Médicament)

**Valérie BOISVERT** (IRD)

**Pierre CABALION** (IRD)

**Frédéric DEMARNE** (Gattefossé Holding)

**Jacques FLORENCE** (IRD)

**Isabelle FOURASTÉ** (Université Paul-Sabatier)

**Christine NOIVILLE** (CNRS)

**Bernard WENIGER** (CNRS)

## AVEC LA CONTRIBUTION DE

**Hinano BAGNIS**

**Solenne DE GROMARD**

Les nombreuses références qui viennent à l'appui des analyses présentées dans la synthèse sont insérées dans les chapitres analytiques de l'expertise collégiale sur le CD-Rom.



# Table des matières

Abréviations	11
Objectifs et méthodes de l'Expertise collégiale en général	
Mise en œuvre de l'expertise « Substances naturelles en Polynésie française » en particulier	13
Introduction	19
<b>Aux origines de l'expertise collégiale : une question et un contexte en rapide évolution</b>	19
<b>Le questionnement soumis aux experts</b>	20
Champ et obligations de l'expertise collégiale	21
Caractéristiques de cette expertise collégiale	22
<b>■ Première partie</b>	
<b><i>Synthèse et recommandations</i></b>	
<b>Les substances naturelles en Polynésie française : état des lieux</b>	27
<b>Données générales</b>	27
Le territoire et ses ressources	27
Le panorama économique	29
L'environnement des activités économiques : quels atouts pour l'innovation ?	30
<b>État actuel de la valorisation économique des substances naturelles en Polynésie française</b>	34
L'exploitation du milieu marin	34
L'exploitation de la matière première végétale terrestre	37
<b>Le capital biodiversité de la Polynésie française</b>	46
<b>Les ressources végétales terrestres</b>	46
Démarche et méthode de l'expertise collégiale	46
<b>Les ressources marines</b>	50
Généralités	50
Les différentes formes de la ressource	51
Domaines de valorisation	53
Quelles stratégies de valorisation ?	54

<b>Éléments pour une stratégie de valorisation des substances naturelles</b>	56
<b>Approche juridique</b>	57
La CDB et le nouveau statut juridique de la biodiversité	57
La Polynésie française et la nouvelle donne juridique	58
Le dispositif juridique de base : institution du principe d'APA	61
<b>Approche technique et économique</b>	66
Pour des filières viables : les conditions de base	67
Principes et modalités de protection des produits	75
<b>Les opportunités de valorisation à court terme</b>	81
<b>Les perspectives de valorisation</b>	86
L'exemple des substances naturelles marines	86
Bioprospection et collections :	
pour la constitution d'un pôle technologique en Polynésie française	88
<b>Droits des populations locales et intérêts collectifs</b>	93
De quels intérêts collectifs parle-t-on ?	93
La Polynésie, un cas « à part » ?	95
<b>Conclusions et recommandations</b>	96
Quel est l'intérêt potentiel et comparatif	
de la biodiversité de la Polynésie française ?	96
Substances naturelles exploitées, substances naturelles exploitables	97
Grandes tendances de l'évolution des marchés et de la réglementation	
et orientations de recherche-développement par secteurs de valorisation	98



## *Annexes*

<b>Annexe 1 – Fiches des espèces végétales du groupe 1</b>	103
<i>Callophyllum inophyllum</i> L. [CLUSIACEAE]	103
<i>Gardenia taitensis</i> DC. [RUBIACEAE]	111
<i>Ilex anomala</i> Hook. & Arnott [AQUIFOLIACEAE]	113
<i>Morinda citrifolia</i> L. [RUBIACEAE]	116
<i>Piper methysticum</i> G. Forst. [PIPERACEAE]	125



Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti) Santalum insulare var. marchionense (Skottsbo.) Skottsbo. (Marquises) Santalum insulare var. margaretae (F. Br.) Skottsbo. (Rapa) Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea) Santalum insulare var. raivavense F. Br. (Raivavae, Australes)	130
Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (FABACEAE)	136
Vanilla tahitensis J. W. Moore (ORCHIDACEAE)	140
<b>Annexe 2 – Sur le secteur cosmétologie</b>	142
Aperçu d'ensemble	142
De la difficulté de se prononcer sur l'intérêt en cosmétique des plantes retenues : réflexions d'un expert versées au débat	144
<b>Annexe 3 – Le cahier des charges de l'expertise collégiale</b>	147
Les substances naturelles en Polynésie Française : un secteur prometteur mais actuellement encore très fragile	147
Les objectifs de l'expertise	147
Questions posées aux études préalables ou d'accompagnement – « fiches substances » et « analyse des potentialités économiques et techniques locales »	149
Les questions posées au collège d'experts	150
<b>Annexe 4 – Présentation du collège d'experts</b>	153
<b>Annexe 5 – Comité de suivi</b>	156
<b>Table des tableaux</b>	157

■ *Seconde partie*

*Chapitres analytiques (CD-ROM)*

<b>1</b> – Les ressources végétales polynésiennes CHRISTIAN MORETTI, JACQUES FLORENCE	CD-ROM
<b>2</b> – Les ressources marines de la Polynésie française : applications en matière de biotechnologie JEAN GUÉZENNEC, CÉCILE DÉBITUS	CD-ROM

- 3** – Recherche d'indices dans la littérature spécialisée,  
en vue de valoriser la biodiversité polynésienne  
PIERRE CABALION CD-ROM
- 4** – Potentialités de la recherche innovante en chimie-biologie  
des substances naturelles  
BERNARD WENIGER CD-ROM
- 5** – Le contexte de la valorisation des substances naturelles :  
dimensions économiques, sociales et institutionnelles  
JEAN-CHRISTOPHE SIMON CD-ROM
- 6** – Développement des filières de production adaptées  
aux substances naturelles en Polynésie française  
YVES BARBIN CD-ROM
- 7** – Règlement des produits à base de plantes  
ISABELLE FOURASTÉ CD-ROM
- 8** – Étude économique : modes de valorisation et de protection  
des substances naturelles  
VALÉRIE BOISVERT CD-ROM
- 9** – Aspect juridique : droits d'accès aux ressources biologiques  
et partage des avantages  
CHRISTINE NOVILLE CD-ROM
- Fiches végétales groupes 1, 2, 3

# Abréviations

<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>Adpic</b>	Aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce, en anglais TRIPS
<b>Afssa</b>	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
<b>AMM</b>	Autorisation de mise sur le marché
<b>AOC</b>	Appellation d'origine contrôlée
<b>APA</b>	Accès (aux ressources génétiques) et partage des avantages
<b>APCC</b>	Accord préalable en connaissance de cause
<b>ATM</b>	Accord de transfert de matériel
<b>Cairap</b>	Centre d'analyses industrielles et de recherche appliquée pour le Pacifique
<b>CDB</b>	Convention sur la diversité biologique
<b>Cirad</b>	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
<b>CNRS</b>	Centre national de la recherche scientifique
<b>CPS</b>	Communauté du Pacifique Sud
<b>DRRT</b>	Délégation régionale à la recherche et à la technologie
<b>Epic</b>	Établissement public à caractère industriel et commercial
<b>Gepsun</b>	Plate-forme technologique « Génie des Procédés – substances naturelles »
<b>GIE</b>	Groupement d'intérêt économique
<b>Ifremer</b>	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

<b>IG</b>	Indication géographique
<b>ILM</b>	Institut Louis-Malardé
<b>Iteipmai</b>	Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales
<b>Inra</b>	Institut national de la recherche agronomique
<b>IUCN</b>	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
<b>METUA</b>	Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access
<b>Ompi</b>	Organisation mondiale de la propriété intellectuelle
<b>Onippam</b>	Office national interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales
<b>R&amp;D</b>	Recherche et développement
<b>UPF</b>	Université de Polynésie française

# Objectifs et méthodes de l'Expertise collégiale en général

## Mise en œuvre de l'expertise « Substances naturelles en Polynésie française » en particulier

Cet ouvrage, le sixième publié dans la collection « Expertise collégiale » de l'IRD, répond aux mêmes objectifs généraux que ceux qui l'ont précédé et a été réalisé selon la même méthode, dont on rappellera brièvement ici les lignes générales.

Les expertises collégiales sont engagées par l'Institut de recherche pour le développement « sur commande », pour éclairer la décision politique et le débat public sur des enjeux de société : mettre la recherche et les connaissances des chercheurs à la disposition de la collectivité fait en effet partie des missions des établissements publics de recherche.

Cependant, il n'entre pas dans la fonction d'un établissement scientifique d'élaborer des « projets d'action » pour les pouvoirs publics : les choix d'action sont éminemment politiques et ils font appel à d'autres données, extérieures au monde scientifique. En mettant au point la méthode des Expertises collégiales, l'IRD entend, plus modestement, contribuer à rassembler sur un sujet donné les connaissances disponibles dans la littérature spécialisée, pour en dégager la portée dans le cas spécifié, mettre en évidence les conclusions fermes sur lesquelles s'accordent les scientifiques, identifier les points encore controversés et désigner les domaines sur lesquels les travaux disponibles sont insuffisants pour qu'on en tire quelque conclusion pratique que ce soit.

Pour réaliser une expertise utile et fiable, trois réalités sont à prendre en compte :

- Le temps de la décision n'est pas celui de la recherche : il est souvent beaucoup plus court ; les citoyens ont besoin que des mesures soient prises

rapidement, parfois en urgence. L'expertise collégiale vise donc à faire le point sur les connaissances existantes dans la littérature internationale : elle ne comporte en principe ni collecte de données, ni exploitations complexes nouvelles.

■ La question posée concerne rarement une discipline unique : toutes les facettes du problème posé doivent être éclairées à la lumière de la littérature la plus récente. C'est pourquoi l'expertise mobilise un collège très interdisciplinaire d'une dizaine d'experts. Les conclusions d'ensemble sont débattues et assumées collectivement, en toute responsabilité. Le Département Expertise et Valorisation de l'IRD fait assurer une relecture du rapport par des personnalités qualifiées, extérieures au groupe d'auteurs, pour vérifier la complétude de l'exposé, sa clarté et sa conformité à la littérature internationale. Le groupe d'experts reste maître de ses conclusions.

■ Le décideur et le citoyen maîtrisent rarement le vocabulaire des différentes disciplines scientifiques ; pourtant, le débat public nécessite qu'ils aient un accès direct aux raisonnements et aux conclusions des scientifiques-experts. Ceux-ci doivent donc se plier à un double exercice : d'une part, présenter leurs analyses dans leur langage de spécialistes, afin d'assurer la « traçabilité » de leurs raisonnements ; d'autre part, élaborer une synthèse simple et assez concise, accessible aux non-spécialistes.

L'agenda des expertises, ainsi que la forme des publications, sont fixés en fonction de ces réalités. De leur prise en compte procède notamment la démarche originale caractéristique des phases initiale et finale de l'expertise :

■ Avant même la constitution du groupe d'experts, les questions à poser à ces derniers sont élaborées d'un commun accord au cours d'un « atelier initial » entre scientifiques et institutions commanditaires (qui souhaitent en général s'entourer d'acteurs-partenaires directement intéressés). Il faut, en effet, s'entendre précisément sur les attentes réciproques. D'une part, certaines questions, cruciales pour la décision, ne relèvent pas d'une approche scientifique : il convient donc de les écarter. D'autre part, pour bien cibler leurs conclusions, les scientifiques ont besoin d'une bonne connaissance du contexte dans lequel des décisions doivent être prises. Il n'est pas exclu qu'ils prennent connaissance du terrain, si nécessaire.

■ Après rassemblement des données et analyses apportées par chaque scientifique-expert dans son champ de compétence, c'est la confrontation des connaissances et des avis qui doit être organisée ; enfin, les conclusions élaborées collégialement sont rédigées et publiées sous forme d'une syn-

thèse accessible à un public relativement large. Souvent, de telles synthèses, qui représentent un travail considérable rarement réalisé sous cette forme, ont une portée (scientifique comme pratique) qui va bien au-delà de la région ou du pays concerné : c'est pourquoi la publication en est systématiquement faite en deux langues (français et anglais).

Réalisée selon ce schéma général, la présente expertise « Substances naturelles en Polynésie française » comporte également quelques traits spécifiques :

■ Pour répondre à leurs besoins très opérationnels, les autorités polynésiennes commanditaires souhaitaient que l'évaluation de leur potentiel naturel leur permît de savoir au plus tôt et dans les termes les plus précis sur quelles substances encourager l'investissement. Mais les conclusions des scientifiques ne peuvent prendre en compte les fluctuations imprévisibles de marchés sur lesquels l'argument de vente n'est pas toujours directement lié aux propriétés actives des substances elles-mêmes. La demande initiale (matérialisée par une inscription de financement pour l'expertise au contrat de développement entre l'État et la Polynésie) faisait apparaître un net écart entre ces deux logiques. Pour dissiper le risque potentiel de malentendus entre commanditaires et experts, l'expertise a été précédée d'une mission de l'IRD à Papeete, qui a cerné soigneusement les contours de l'expertise collégiale et a proposé un cahier des charges intégrant ces besoins et ces contraintes.

■ Pour qu'une expertise à vocation aussi directement opérationnelle porte tous ses fruits, il était nécessaire d'instaurer des contacts réguliers entre le groupe d'experts, résidant pour la plupart à Paris ou en régions, et les opérateurs intéressés, en Polynésie. À cet effet, la Déléguée à la recherche de Polynésie a réuni autour d'elle un comité de suivi composé des représentants des administrations et des acteurs concernés. C'est ce comité de suivi qui a validé le cahier des charges. Pendant le déroulement de l'expertise, le comité a été informé de l'avancement des travaux et a pu avoir, à plusieurs reprises, par visio-conférence entre Paris et Papeete, des échanges de grand intérêt avec le président et divers membres du groupe d'experts ; enfin, il a été le premier destinataire des résultats de l'expertise.

Au terme de ce processus, l'expertise collégiale répond à une partie des préoccupations légitimes de la collectivité polynésienne, mais pas à toutes. Il est clair que les interlocuteurs, publics ou privés, qui voudront mettre en place une valorisation active de certaines substances naturelles devront recourir, au

plan technique ou économique, à des études complémentaires, qui ne relèvent pas des compétences d'une institution de recherche scientifique.

■ Toute analyse de « l'état des connaissances » est nécessairement datée et destinée à être plus ou moins rapidement dépassée : c'est vrai *a fortiori* d'une expertise visant à identifier un « potentiel » de valorisation. Les possibilités de valorisation sont déterminées par des facteurs susceptibles d'évoluer de façon très différenciée. Les évolutions relativement lentes des données économiques et juridiques donnent à penser que les conclusions tirées par l'expertise dans ces domaines sont dotées d'une relative pérennité. Quant aux conclusions concernant les propriétés chimiques et pharmacochimiques des substances étudiées, l'expertise présentée ici peut être qualifiée de très complète sur la base des données actuellement disponibles. Bien évidemment, des potentialités nouvelles seront reconnues à l'avenir (notamment dans le domaine marin, dont seule une infime partie est à ce jour étudiée) ; mais les procédures scientifiques à mettre en œuvre pour identifier, isoler et analyser de nouveaux principes actifs sont généralement longues. Au demeurant, de telles considérations donnent toute leur pertinence aux conclusions des experts concernant la mise en place de modalités pérennes de suivi des recherches en Polynésie.

Conformément aux choix établis pour cette collection, le lecteur trouvera dans l'ouvrage lui-même la synthèse et les conclusions du groupe d'experts, en français et en anglais ; dans le CD-Rom inclus, les neuf chapitres analytiques sur lesquels s'appuie cette synthèse.

Une autre originalité de cette expertise réside dans la collection de « fiches-substances » (incluses dans le CD-Rom), produit d'une synthèse pluridisciplinaire inédite des connaissances sur chacune des substances « à potentiel » identifiées par les experts.

Nous ne saurions conclure sans remercier très vivement toutes les personnes qui ont bien voulu contribuer à la réalisation de cette publication. Aux experts eux-mêmes revient la responsabilité de l'expertise et l'essentiel du travail considérable qu'ils ont accompli sous la présidence de Christian Moretti (IRD). Une mention particulière doit être faite de la contribution de Céline Bonhomme, alors stagiaire du corps des Ponts et Chaussées, à la phase initiale de l'expertise : elle a très activement participé aux études et à la mission préparatoires en Polynésie et assumé en grande partie la rédaction du



cahier des charges de l'expertise et le rassemblement du groupe d'experts. Le rôle de messenger et d'intermédiaire Paris-Papeete et retour, sans lequel rien n'aurait pu se faire aisément, revient naturellement à Jacques Ittis, directeur du centre de l'IRD à Tahiti.

Nos remerciements vont également à toutes les personnalités qui, en Polynésie ou à Paris, ont bien voulu soit apporter leurs contributions spécialisées, soit échanger avec les experts sur leur expérience, ainsi qu'aux scientifiques des diverses institutions de recherche qui ont fait part de leurs connaissances, de leurs données et de leurs avis sur les premières versions de ce rapport.

C'est à Solange Lavielle (professeure de chimie, université Pierre et Marie Curie-Paris VI) et à Michel Trometter (économiste, Inra Grenoble) qu'a été demandée la relecture scientifique de la première version du rapport final : qu'ils soient ici très vivement remerciés tant pour leur lecture attentive que pour l'acuité et la pertinence de leurs observations et suggestions, dont les experts ont tenu le plus grand compte dans la mise au point de la version définitive.

Et enfin, le collège d'experts et l'équipe « Expertise Collégiale » du DEV souhaitent exprimer leurs plus sincères remerciements à Marianne Berthod, directrice du département, qui a piloté l'ensemble de ce travail avec rigueur et compréhension.

**Marie-Laure Beauvais**

*Chargée de mission Expertise collégiale,  
Département Expertise et Valorisation*



# Introduction

## *AUX ORIGINES DE L'EXPERTISE COLLÉGIALE : UNE QUESTION ET UN CONTEXTE EN RAPIDE ÉVOLUTION*

Au cours des quinze dernières années, marquées par le formidable essor des biotechnologies, l'exploitation des substances naturelles de toutes origines, terrestres ou marines, végétales et animales, utilisées comme produits en soi ou comme sources de nouvelles molécules, a suscité un intérêt croissant de la part des industriels et du grand public. Le phénomène trouve ses manifestations les plus nombreuses et les plus « médiatiques » dans les secteurs des produits et compléments alimentaires, de la cosmétologie et de la parfumerie. Dans le domaine thérapeutique, il suscite de grandes attentes, plus ou moins fondées. Mais il concerne également bien d'autres secteurs : produits phytosanitaires, dépolluants, nouveaux matériaux, pour ne citer que quelques exemples de ce qu'on appelle la « chimie verte ».

Dans ce contexte, la Convention sur la diversité biologique (CDB), adoptée à Rio en 1992, entrée en vigueur le 29 décembre 1993 et réunissant désormais 188 États, constitue une référence et un moteur essentiels. La CDB vise en effet à promouvoir :

- la conservation de la biodiversité,
- l'utilisation durable de ses composantes,
- le partage juste et équitable des avantages tirés de l'utilisation des ressources génétiques.

Ce triple enjeu est d'une importance considérable au regard de l'appétit des marchés pour ces ressources. Pour promouvoir la protection de la biodiversité, la CDB a posé comme axiome qu'une des voies les plus efficaces était d'en faire une activité rentable, dans le respect de principes dont l'élaboration lui incombe et moyennant le recours à des instruments juridiques adéquats.

À ce contexte général s'ajoute une donnée spécifique à la Polynésie française : l'évolution de son statut politique et administratif. La loi organique de 1996 a instauré un nouveau statut d'autonomie selon lequel « les auto-

rités de la Polynésie française sont compétentes dans toutes les matières qui ne sont pas dévolues à l'État ». La loi organique de 2004 a érigé le Territoire en Pays d'outre-mer de libre gouvernance et a encore élargi la sphère de compétence de ses autorités. C'est dans ce nouveau cadre institutionnel que s'est développée la réflexion sur le thème de la valorisation économique des substances naturelles.

Cette réflexion a conduit la Délégation à la recherche du gouvernement de la Polynésie française à s'adresser à l'IRD pour la réalisation d'une expertise collégiale sur le thème suivant : quelles orientations stratégiques pour une politique de valorisation des substances naturelles en Polynésie française ? à partir d'un questionnement dont nous rappelons ci-après les grandes lignes.

### *LE QUESTIONNEMENT SOUMIS AUX EXPERTS*

■ Telle qu'elle a été formalisée dans le cahier des charges (voir annexe 3), la demande du commanditaire est motivée par un double constat :

– Dans le domaine de la valorisation des substances naturelles, la Polynésie française dispose d'atouts importants : la qualité des ressources disponibles en termes d'endémisme et d'originalité taxonomique ; une demande des marchés en forte croissance ; l'image de la Polynésie ; un environnement favorable, grâce à un capital d'expériences diversifiées construit sur plusieurs produits, de la perle au monoï<sup>1</sup> ou au jus de nono<sup>2</sup> et grâce à un dispositif scientifique assez étoffé.

– Toutefois, ce potentiel n'est encore que très partiellement mis en valeur et même inventorié, ce que le cahier des charges souligne en ces termes : « D'une part, les substances exploitées pourraient l'être de manière plus intensive [...] D'autre part, certaines substances pourraient demain créer de nouveaux marchés et offrir un support de développement à la Polynésie française [...] »

<sup>1</sup> Monoï : produit cosmétique, utilisé comme onguent ou liniment. « Le monoï de Tahiti est le produit obtenu par la macération de fleurs de tiaré dans l'huile de coprah raffinée, extraite de noix de coco récoltées dans l'aire géographique de Polynésie française au stade de noix mûres, sur des sols d'origine corallienne. Ces noix doivent provenir du cocotier *Cocos Nucifera* et les fleurs de tiaré de l'espèce végétale *Gardenia taitensis* (flore de Candolle) d'origine polynésienne récoltées au stade de bouton... » (décret 92-340).

<sup>2</sup> Nono : fruit du nono (*Morinda citrifolia*) qui, récolté toute l'année, est transformé pour l'essentiel en jus, même s'il existe aussi des préparations en capsules, en poudres, etc.

Il y a donc là un vaste champ d'investigation pour la recherche scientifique et pour la prospective économique.

■ L'écart entre l'estimation du potentiel et l'état actuel de sa valorisation suscite des espoirs stimulés (à l'excès ?) par un exemple de *success story* tel que celui du nono (voir *infra*). Les attentes sont-elles proportionnées aux dimensions effectives du « gisement » de substances naturelles valorisables, à savoir : combien d'espèces intéressantes ? Disponibles en quelles quantités ? Dans quelles conditions d'accès et de préservation de la biodiversité ? À quel coût et avec quelles contraintes ? Nécessitant quel degré d'implication des pouvoirs publics ?

■ Pour dimensionner le plus exactement possible les perspectives de valorisation des substances naturelles, étape indispensable à la définition d'une politique de la Polynésie française en ce domaine, il convenait d'éclairer, en toute rigueur scientifique, les deux grands aspects de la question : d'une part, l'évaluation du potentiel, d'autre part, les conditions de mise en œuvre de son exploitation.

## Champ et obligations de l'expertise collégiale

Au terme d'un processus d'affinement du questionnement, mené conjointement par le commanditaire et le Département Expertise et Valorisation de l'IRD (DEV), un double objectif a été assigné à cette expertise collégiale.

### **La réalisation d'un « état des lieux » scientifique et économique**

Cet état des lieux comprend :

■ l'état des connaissances sur la ressource, soit « un rassemblement aussi complet que possible des données disponibles sur les substances naturelles de Polynésie française » ;

■ la caractérisation de l'exploitation économique actuelle de la ressource, soit une étude « actuelle et approfondie du secteur industriel et commercial des substances naturelles en Polynésie française et du contexte dans lequel il évolue ».

### **L'identification de « perspectives »**

■ Perspectives pour le développement de la connaissance de la ressource, avec proposition de nouvelles voies de recherche afin d'identifier de nouvelles substances naturelles d'intérêt économique. C'est ce que formulent les points suivants du cahier des charges :

- quel est l'intérêt potentiel et comparatif de la biodiversité polynésienne ?
- à partir de cette analyse de la biodiversité polynésienne, quelles sont les substances naturelles exploitées ou potentiellement exploitables en Polynésie française, pour quelles retombées économiques et à quel pas de temps ?

- Perspectives pour la définition d'une stratégie globale de valorisation de la ressource :

- à partir d'une analyse des tendances de l'évolution des marchés et de leurs cadres réglementaires ;

- à partir de propositions d'orientations de recherche-développement (R&D) par secteurs de valorisation.

- En conclusion, les perspectives ainsi dégagées donneront lieu à la formulation de recommandations, portant notamment sur :

- les modes de protection du marché ;

- les principes généraux de structuration des filières ;

- les liens et partenariats à développer : recherche-industrie, public-privé.

### **Caractéristiques de cette expertise collégiale**

- Le thème de l'expertise collégiale et le questionnement qu'il induit engagent donc à entreprendre une démarche scientifique résolument orientée « valorisation ». Pour mener le plus loin possible cette démarche, il a été posé que le produit final de l'expertise collégiale qui, dans sa forme habituelle, se compose d'un ensemble de chapitres analytiques par domaines disciplinaires et d'un document de synthèse sera, dans le cas présent, complété par deux documents d'accompagnement :

- En ce qui concerne les substances naturelles végétales d'origine terrestre, l'étude de la ressource donne lieu à une série de *fiches*. Ces fiches présentent les substances d'intérêt sous les divers aspects liés à la question de leur valorisation, actuelle et potentielle, et justifient par un avis d'expert le rang de priorité plus ou moins élevé qui leur est donné.

- L'étude du contexte économique local, qui a fait l'objet d'une mission spécifique, donne lieu à un *rapport* distinct sur les potentialités économiques et techniques de la Polynésie française mobilisables en vue du développement d'activités nouvelles dans le domaine de la valorisation des substances naturelles. Ce rapport est destiné au seul commanditaire qui décidera ensuite de sa diffusion éventuelle.

■ Pour mieux cerner la portée de cette expertise, il convient de bien délimiter la question de la ressource : plus que les ressources génétiques *stricto sensu* au sens de « matériel biologique héréditaire des plantes utiles, gènes, chromosomes... », ce sont les produits et les services dérivés de la biodiversité qui sont économiquement rentables.

Ce fait a induit depuis quelques années une extension du concept de « ressources génétiques » aux produits dérivés, notamment moléculaires, qui ne sont pas auto-reproductibles. Cette extension est manifeste dans la CDB et les accords internationaux qui en sont issus : les termes de *ressources génétiques* et de *ressources biologiques*, incluant les substances naturelles issues des organismes vivants, y sont employés de manière indifférenciée.

Une telle extension conduit à une confusion entre matière vivante et molécule, matière inerte extraite des organismes. Cette confusion n'est pas sans conséquences dans le débat sur la brevetabilité du vivant : du débat sur la brevetabilité du gène (matière essentielle du vivant), le discours glisse ainsi au brevet concernant les molécules d'origine naturelle. Alors que celles-ci ne sont pas plus « vivantes » qu'une tasse de thé, elles pourraient fort bien être définies comme un « extrait végétal contenant des substances chimiques », c'est-à-dire des « substances naturelles » !

■ S'agissant du champ de compétence de l'expertise collégiale, le questionnement des autorités polynésiennes est très extensif. Rappelons qu'il a été pour l'essentiel élaboré en amont du démarrage des travaux de l'expertise collégiale. Dans la logique de l'interrogation majeure, à savoir comment concevoir une politique globale de valorisation des substances naturelles, il inclut des aspects qui outrepassent le cadre classique d'une expertise collégiale ou se situent hors du domaine de compétence des experts dont le nombre demeure nécessairement limité. Certains aspects relèvent, en fait, d'autres types d'approches (consultance, études de marché...). C'est pourquoi le collège d'experts a tenu à préciser le périmètre de ses travaux au commanditaire et au comité de suivi dès l'atelier initial (mai 2003), puis dans le document d'étape remis pour la deuxième visioconférence avec le comité de suivi (février 2004). Par ailleurs, d'autres contraintes, de nature diverse comme l'état de la documentation disponible, la durée restreinte de la mission d'étude économique, ont pu elles aussi obliger les experts à borner le champ de leurs investigations et de leurs conclusions.

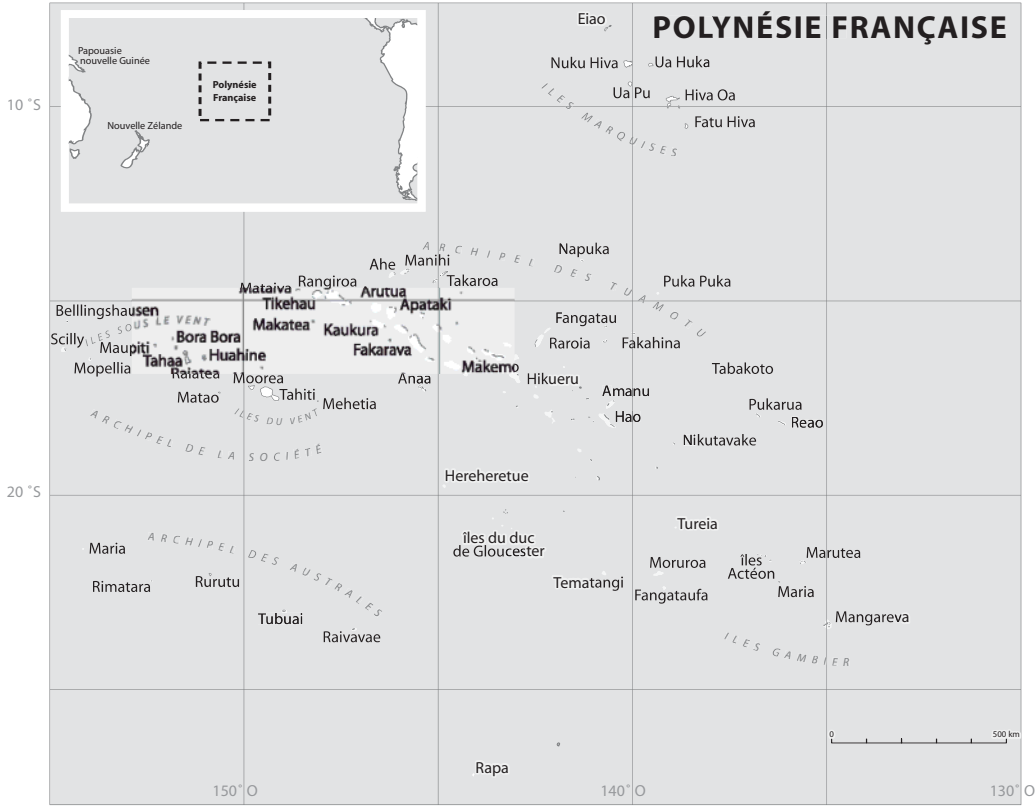
Toutefois, le caractère fragmentaire et lacunaire des données disponibles sur la ressource a pour conséquence que les travaux d'identification des substances d'intérêt effectués pour l'expertise collégiale dépassent sensiblement le cadre d'un pur état de l'art. Ces travaux constituent à bien des égards un apport original. Cela s'applique notamment à la réalisation d'un « fichier des plantes utiles de Polynésie française »<sup>3</sup>, véritable instrument de première main. Mais plus globalement ce trait d'originalité caractérise l'ensemble de la démarche de sélection des espèces végétales.

| <sup>3</sup> Il est présenté en annexe à la contribution Moretti-Florence (voir CD-ROM).



**Synthèse**  
**et**  
**Recommandations**

# POLYNÉSIE FRANÇAISE



# Les substances naturelles en Polynésie française : état des lieux

L'ensemble des observations exposées ici vise à caractériser en premier lieu le contexte local, puis l'état actuel de la valorisation des substances naturelles en Polynésie française.

## *DONNÉES GÉNÉRALES*

Sous ce titre, il ne s'agit pas de présenter ni même d'esquisser une description complète du territoire et de ses activités, mais d'en souligner les traits les plus étroitement corrélés à l'objet de notre étude.

### **Le territoire et ses ressources**

Le territoire polynésien se caractérise par :

- la dispersion insulaire avec 118 îles sur un espace maritime de quelque 5 000 000 km<sup>2</sup> (ZEE<sup>4</sup>), soit deux fois la taille de l'Europe ;
- de fortes disparités entre les îles, en termes de concentration de population, d'activités et d'infrastructures ;
- une ressource foncière limitée par la superficie réduite (3 500 km<sup>2</sup>) et les contraintes topographiques et pédologiques ; la superficie agricole utile ne représente guère que 8 à 10 % de la superficie totale, soit moins de 25 000 ha (hors cocoteraie) ;
- l'éloignement par rapport aux grands marchés.

Avec une population totale d'environ 250 000 habitants, la ressource humaine est limitée. Il existe toutefois un réel dynamisme démographique (taux d'accroissement de 1,5 %). Le développement de nouvelles activités représente donc un enjeu en termes d'emploi et de formation. On notera

| <sup>4</sup> ZEE : zone économique exclusive.

toutefois le vieillissement de la population agricole. Pour le développement de nouvelles activités se pose le problème du coût du travail, car le niveau des salaires et de la protection sociale est sensiblement plus élevé que dans les pays de l'ensemble régional.

Comme le montre la section suivante (« Le capital biodiversité de la Polynésie française »), la biodiversité polynésienne est intéressante avec un fort endémisme des espèces végétales terrestres et une riche biodiversité marine. Elle apparaît prometteuse, dans certaines limites toutefois pour les substances naturelles végétales. Mais elle est encore relativement peu explorée, notamment sous l'angle chimiotypes ou cultivars propres à la Polynésie française, et peu exploitée, seules quelques espèces étant valorisées commercialement. Soulignons enfin que les plantes ont une forte valeur patrimoniale en Polynésie française ; nombre d'entre elles sont consommées lors de cérémonies rituelles ou utilisées en médecine traditionnelle.

Les mesures de conservation des espèces et des écosystèmes demeurent très limitées et, en dehors du problème des espèces invasives (essentiellement le *Miconia* pour les plantes envahissantes et, pour les insectes, la « cicadelle pisseuse » et les mouches des fruits) qui est l'une des grandes préoccupations des autorités en charge de l'environnement et de l'agriculture, on constate peu d'initiatives publiques dans ce domaine. Des arrêtés territoriaux, datant de 1996, ont défini la protection de certaines espèces végétales ou animales et institué aux Marquises des domaines protégés, d'intérêt floristique et touristique. Mais les moyens de contrôle sont faibles, surtout sur un ensemble aussi dispersé, et rien ne permet d'affirmer que les mesures de préservation sont effectivement appliquées.

En l'état des choses, caractérisé par l'absence de dispositions pour mettre en vigueur les articles clés de la CDB, le risque de « biopiratage » ne peut être contrôlé ; des cas de pillage des ressources ont d'ailleurs été avérés sur le territoire. De façon plus générale, on peut se demander si la Polynésie française est en mesure d'assurer sa juste part dans la gestion des avantages attendus de l'exploitation de sa biodiversité. Conservation de la biodiversité et protection des droits sont désormais des questions de tout premier plan depuis l'entrée dans « l'ère de la CDB » et l'expertise en traitera largement.

Enfin, sur un plan plus économique qu'environnemental, on peut constater un réel souci de protection des productions du territoire par des pro-

cédures variées. La Polynésie française détient en effet depuis 1992 une appellation d'origine contrôlée (AOC) pour le monoï. Des projets allant dans le même sens ont été mis à l'étude pour la vanille et pour la perle ; on note aussi un projet d'écocertification « agriculture biologique » pour le coprah<sup>5</sup>, le nono, le taro et la vanille.

### Le panorama économique

On notera tout d'abord le poids prépondérant qu'y représentent d'une part les transferts financiers et sociaux de la métropole (environ 55 % du PIB polynésien) et d'autre part la periculture et le tourisme, secteurs très sensibles aux aléas de la conjoncture économique des grands pays industrialisés (États-Unis, Japon, Europe), qui en sont les principaux clients. Ces deux traits suscitent les réflexions suivantes : d'une part, toute activité nouvelle doit être située par rapport à ces deux activités « emblématiques » ; d'autre part, la Polynésie a tout intérêt à dégager de nouvelles perspectives de diversification de ses activités économiques.

Une donnée récente – le boom du nono depuis la fin des années 1990 – vient confirmer le bien-fondé des préoccupations de diversification des activités à partir de la valorisation des ressources naturelles. Mais la question se pose de savoir si ce scénario à succès peut être répliqué pour d'autres produits.

Quant au tissu économique concerné par l'exploitation des produits et substances naturels, on donnera ici un rapide aperçu des activités en ce domaine, les filières économiques par produit étant présentées plus loin (cf. p. 34).

Le tissu industriel intéressant les substances naturelles est hétérogène. Y coexistent en effet une très grosse entreprise, Morinda Inc., « poids lourd » du nono comme le montrera la description de la filière, quelques entreprises de taille moyenne telles que la société Cairap et les Laboratoires de cosmétologie du Pacifique Sud, présentés ci-après à titre d'exemples, et de nombreuses petites entreprises pour beaucoup à structure familiale, dont les productions (jus de fruits, produits cosmétiques) ont un marché principalement,

<sup>5</sup> Coprah : aussi appelée « huile de noix de coco », cette huile obtenue à partir de la chair de la noix de coco est solide à température ambiante. Très utilisée dans l'industrie alimentaire pour la confection de chocolat, de crèmes glacées et de margarines, et comme huile de cuisson, on la retrouve aussi dans l'industrie cosmétique où elle entre notamment dans la composition de savons, et surtout du monoï. Son contenu en acides gras saturés est très élevé.

voire exclusivement, local. Les seules filières présentant une véritable organisation sont celles de la perle, du monoï, de la vanille, ainsi que celle du coprah, de nature d'ailleurs très différente.

■ Implanté depuis 1989 sur le territoire, le Cairap était originellement un laboratoire d'analyses industrielles effectuant des contrôles qualité pour l'industrie alimentaire. Son activité s'est ensuite étendue aux analyses de l'eau (pour les hôtels, restaurants, etc.), avec un volet conseil dans le domaine de l'hygiène et de la qualité alimentaires. Le Cairap cherche à accentuer sa diversification en étant très présent sur le créneau R&D. Il est notamment partie prenante de plusieurs thèses Cifre<sup>6</sup>, dont deux<sup>7</sup> concernent directement le domaine des substances naturelles.

■ D'abord spécialisés dans la production de monoï, les Laboratoires de cosmétologie du Pacifique Sud y ont ensuite associé le tamanu<sup>8</sup>, fait exceptionnel car les autres entreprises ont l'une ou l'autre spécialisation. Exportant leur production à 99 %, essentiellement vers la métropole, ils fournissent en ingrédients (huiles purifiées) et matière première, dont des plantes fraîches des Marquises, de grandes entreprises internationales de la cosmétique. La réussite de l'entreprise repose très largement sur un solide réseau relationnel en métropole.

## **L'environnement des activités économiques : quels atouts pour l'innovation ?**

### ***L'infrastructure scientifique et technique***

La Polynésie française bénéficie sur ce plan d'un dispositif assez étoffé et d'un bon niveau d'équipement, malgré un déficit en équipements « lourds »

<sup>6</sup> Les Conventions industrielles de formation par la recherche (Cifre), instruites et gérées par l'ANRT (Association nationale de la recherche technique) pour le compte du ministère de la Recherche, permettent à de jeunes doctorants de réaliser leur thèse en entreprise en menant un programme de recherche-développement en liaison avec une équipe de recherche extérieure à l'entreprise. Elles associent donc trois partenaires : un jeune diplômé souhaitant entreprendre un doctorat dans le cadre d'une entreprise, une entreprise qui l'embauche et bénéficie en contrepartie d'une subvention, une équipe de recherche qui assure l'encadrement de la thèse.

<sup>7</sup> En partenariat avec l'Université de la Polynésie française et avec l'Ifremer.

<sup>8</sup> Tamanu : l'huile de tamanu est obtenue à partir des noix du *Calophyllum inophyllum*, longuement séchées au soleil puis pressées. C'est un soin capillaire à l'action cicatrisante, anti-inflammatoire, anti-bactérienne et anti-parasitaire.

(spectromètres RMN<sup>9</sup>, par exemple) et l'absence d'une structure de coordination et de gestion de ces équipements, alors même que la dualité des tutelles des organismes de recherche – État et « collectivité » – engendre des situations complexes.

#### **Les organes territoriaux de recherche**

■ Le Service du développement rural (SDR) a dans ses attributions une mission de recherche agronomique et de formation-vulgarisation. Dans les dix dernières années, il a principalement travaillé en étroite collaboration avec l'Institut Louis-Malardé sur le nono (sélection des morphotypes, développement de la mise en culture) et le kava (sélection des cultivars).

■ Dans le domaine des ressources marines, le Service de la Pêche a également une compétence en matière de recherche, de recherche-développement, de transfert et de vulgarisation ; il est partie prenante de deux actions en cours, concernant la valorisation des déchets de poisson et l'extraction d'acides gras (oméga 3) des yeux de thon (en collaboration, pour cette dernière, avec l'Institut Louis Malardé).

■ L'Institut Louis-Malardé (ILM), ayant statut d'Epic<sup>10</sup> depuis 2001, comporte, outre un laboratoire d'analyses médicales et un laboratoire d'analyse de la salubrité des eaux, cinq unités de recherche, dont une est dédiée aux substances naturelles. En ce domaine, les travaux portent essentiellement sur les substances volatiles et aromatiques issues de la flore locale et l'analyse de la composition chimique et des propriétés biologiques d'espèces végétales employées en médecine traditionnelle. L'ILM est doté d'équipements performants : chromatographe à phase gazeuse, spectromètre de masse, chromatographie liquide à haute performance. Cet institut envisage, pour la période à venir, d'orienter prioritairement ses travaux vers des substances offrant des perspectives libres de brevets, contrairement aux kava, nono et tamanu, en coopération avec d'autres instituts de recherche présents sur le territoire. Signalons enfin qu'au sein de l'ILM, le Laboratoire de recherche sur les micro-algues toxiques (LMT) a constitué une algorithme et une banque de standards de ciguatoxines.

<sup>9</sup> RMN : résonance magnétique nucléaire. La spectroscopie RMN du proton et du carbone 13 permet la détermination structurale des molécules organiques.

<sup>10</sup> Epic : établissement public à caractère industriel et commercial.

**Les organismes de recherche d'État**

*L'Université de Polynésie française (UPF)*

Dans le domaine relevant du champ de l'expertise collégiale, deux entités sont à signaler :

■ Les activités de recherche de l'Équipe « Terre-Océan » comportent un axe « Biodiversité ». Ce dernier s'intéresse à la constitution d'une flore académique du domaine marin (couvrant l'ensemble de la Polynésie française), aux espèces invasives et à l'érosion de la biodiversité par les espèces autochtones (étude génétique des populations), aux microorganismes marins (bactéries, cyanobactéries et microalgues) en vue d'applications biotechnologiques, en partenariat avec l'Ifremer et le Cairap ;

■ Le laboratoire de chimie analytique mène pour sa part deux programmes sur le santal, dont un en partenariat avec le Cirad, un programme sur le tamanu et un autre sur les acides gras de la nacre en collaboration avec l'ILM. Deux de ses chercheurs travaillent également sur les arômes des fruits de Polynésie française.

*Les instituts de recherche*

■ Le Cirad intervient dans le cadre d'un accord cadre État-territoire, signé en 1995. Il mène ses activités principalement en réponse aux demandes du Service du développement rural, qu'il oriente selon trois axes : recherches d'accompagnement, expertises et études de filières, actions de formation des cadres locaux. Les travaux innovants couvrent notamment les domaines de la caractérisation des santals des Marquises et des virus des vanilliers.

■ Les activités de l'Ifremer en Polynésie française concernent principalement l'aquaculture, les actions de recherche en soutien à la filière huîtres perlières (ou nacre), les coproduits de la pêche hauturière, en collaboration avec l'ILM, et plus récemment des actions au niveau des molécules marines et de leurs applications biotechnologiques dans les domaines d'intérêt pour la Polynésie.

■ L'IRD mène des actions de recherche dans les domaines de la taxonomie florale et de la biologie marine, intéressant notamment la gestion des milieux lagunaires et l'application de la télédétection à la prévision des déplacements des stocks halieutiques. Il dispose d'un centre et de laboratoires permanents.



### ***L'attitude des pouvoirs publics face à l'innovation***

La mission consistant à coordonner la recherche et le développement technologique est dévolue à la DRRT (Délégation régionale à la recherche et à la technologie). Il lui revient d'harmoniser l'action des établissements publics, de mener ou susciter toutes les actions nécessaires en vue de favoriser le décloisonnement de la recherche et son ouverture sur le monde socio-économique, de développer les actions de valorisation et d'organiser les transferts de technologie. Cette mission n'est pas facilitée par l'ambiguïté ou le chevauchement des compétences État-collectivité, notamment dans le domaine qui est celui de cette expertise collégiale.

Compte tenu de la modestie relative du tissu local d'activités productives, l'innovation semble être demeurée jusqu'ici un thème mineur tant pour les politiques publiques que pour les milieux économiques : c'est peut-être l'indice d'une manière de « déliaison » entre les attentes de ceux-ci et la recherche commanditée par celles-là. Cependant, des phénomènes de portée générale – problèmes écologiques (espèces invasives, gestion des déchets), questions de santé publique – ou des événements plus ponctuels comme la Fête de la science, suscitent une réflexion et des réactions en faveur de l'introduction de technologies nouvelles et de pratiques innovantes, et, globalement, en faveur d'un meilleur ancrage de la recherche dans le territoire. Au niveau du gouvernement de la Polynésie française, cette réflexion s'est traduite notamment par des actions mobilisatrices, telles que le projet METUA ou l'initiative Gepsun :

■ Le projet METUA (Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access) a été conçu pour devenir l'instrument principal de la politique territoriale en faveur du développement des technologies de l'information et des communications en Polynésie française. Décidé en avril 1999, c'est un élément significatif en faveur du développement d'une activité économique fondée sur les NTIC<sup>11</sup>. Il s'agit de transformer en atout un handicap structurel, la dispersion géographique, qui pénalisait jusqu'alors le développement économique de la Polynésie française. En effet, les distances apparaissent désormais comme créatrices d'un marché pour les technologies de l'information et des communications, et pour l'innovation en général.

| <sup>11</sup> NTIC : nouvelles technologies de l'information et de la communication.

■ Le projet de plate-forme technologique Gepsun<sup>12</sup>, inscrit au contrat de Plan avec l'État, s'affiche comme un moyen de renforcer la recherche-développement sur les substances naturelles dans le territoire, en créant un dispositif d'interface, absent jusqu'ici, à même de réunir recherche publique et secteur privé sur des projets d'études finalisées dans le domaine des substances naturelles. Le lancement du Gepsun est certes trop récent (second semestre 2003) pour qu'on puisse augurer de sa capacité à atteindre ces objectifs. Mais il est en soi l'indice qu'il y a bien sur le territoire, tant du côté public que du côté de certaines entreprises, une prise de conscience des enjeux de l'innovation et de la nécessité de se doter des moyens nécessaires pour y répondre. D'autres indices en ce sens sont repérables du côté des entrepreneurs, si bien qu'on peut parler d'un contexte local globalement assez favorable à des projets novateurs, appuyés sur la recherche.

Reste à conduire cette démarche avec prudence, en l'étayant sur une double expertise, scientifique et économique, de manière à éviter les déceptions suscitées dans un passé récent par des projets restés sans suite en Polynésie (tels ceux qui portaient sur la crevette ou sur le kava) et de façon à ne pas entamer, chez les divers acteurs potentiels, le capital d'intérêt pour l'innovation.

## *ÉTAT ACTUEL DE LA VALORISATION ÉCONOMIQUE DES SUBSTANCES NATURELLES EN POLYNÉSIE FRANÇAISE*

### **L'exploitation du milieu marin**

À s'en tenir rigoureusement à l'intitulé, « État actuel de la valorisation économique des substances naturelles en Polynésie française », ce développement n'aurait pas lieu d'être ici. En effet, actuellement en Polynésie fran-

<sup>12</sup> Le Gepsun est un groupement d'acteurs scientifiques et industriels. Son statut définitif (GIE, association...) n'est pas encore fixé. Les fondateurs en sont : côté recherche, l'UPF, le Cirad et l'IRD, et, côté industriels, l'entreprise Jus de Fruit de Moorea, le Laboratoire de cosmétologie du Pacifique Sud et le Cairap. Les partenaires fondateurs sont convenus que la coordination est organisée à partir de l'Université de Polynésie française.

Le Gepsun bénéficie pour ses deux premières années d'activité d'un financement de l'État, prévu au contrat de Plan quadriennal. Il vise à promouvoir les projets d'études finalisées sur les substances naturelles dans le territoire. Des travaux peuvent être réalisés par les membres du groupement pour des clients extérieurs, des projets de recherche-développement peuvent être soutenus par les moyens du groupement.

çaise, l'exploitation économique des richesses de la mer concerne essentiellement non des *substances* d'origine marine, mais des *organismes* marins : tel est le cas de la pêche, hauturière ou lagonaire, et de la perliculture.

### **Pêche et perliculture**

**Tableau 1 – Poids à l'exportation des produits de la perliculture et de la pêche**

Exportations	2000	2002		2003	
	millions FCFP	millions FCFP	millions d'euros	millions F CFP	millions d'euros
<b>Produits perliers</b>	20 934	15 006	126,1	10 345	86,9
<b>Poissons/crustacés</b>	804	1 137	9,6	656	5,5
<b>Nono</b>	220	733	6,2	722	6,1

1 euro = 119 F CFP ; 1 F CFP = 0,0084 euro. D'après la contribution SIMON (voir CD-ROM).

Il a paru intéressant de mettre en parallèle, dans le tableau 1, les résultats des deux principales productions liées à l'exploitation du milieu marin, avec ceux du nono :

- Les perles représentent quelque 80 % de la valeur des exportations locales en 2002, 77 % en 2003. La Polynésie française se situe au 2<sup>e</sup> rang mondial des pays exportateurs de perles et représente un tiers du marché mondial.

- En 2003, elles demeurent toujours, et de très loin, la première recette à l'exportation, mais avec un montant en baisse de 50 % par rapport à 2000, signe d'une crise sévère.

- À noter enfin qu'en 2003, les recettes du nono à l'exportation dépassent celles des produits de la pêche, alors qu'elles étaient près de quatre fois moindres en 2000, et encore inférieures d'un tiers en 2002.

L'importance pour la Polynésie française de la perliculture et de la pêche s'apprécie également en termes d'emplois (en particulier dans les îles éloignées pour la perliculture) et d'image. Ces activités font l'objet de beaucoup d'attentions de la part des acteurs économiques, notamment des pouvoirs publics, et ce, sous trois formes principales :

■ Un effort de recherche visant à faire progresser les techniques de l'aquaculture et de la perliculture (rôle du centre de recherche de l'Ifremer) mais aussi les perspectives de valorisation de coproduits de la pêche (étude conjointe Ifremer-Institut Malardé). Ce travail de prospective concerne essentiellement l'exploitation potentielle d'acides gras (EPA et DHA) extraits de la graisse orbitale du thon.

■ Un effort de professionnalisation et d'organisation des filières, qui se manifeste dès 1993 avec la création du GIE « Perles de Tahiti ». Dans le contexte de crise de l'activité perlière de ces dernières années, la Polynésie française a mis en place une réglementation de l'accès à la profession en instaurant une « carte de producteur » qui confère, outre divers avantages, l'autorisation d'occupation du domaine maritime public : sa délivrance est soumise à des critères d'aptitude professionnelle et à l'acceptation d'un cahier des charges.

■ Un effort de gestion concertée des espaces littoraux visant à arbitrer entre les impératifs immobiliers, touristiques, environnementaux et économiques (élaboration de plans de gestion de l'espace maritime pour Moorea et Bora Bora). C'est là un acquis appréciable dans la perspective de nouvelles formes de valorisation du potentiel marin.

S'appuyant sur l'image de la perle de Tahiti, les producteurs eux-mêmes sont à la recherche de nouvelles formes de valorisation. L'exemple sans doute le plus marquant est l'utilisation dans le domaine des cosmétiques de la poudre de perle noire. Promue par le Groupe Robert-Wan et le GIE Perles de Tahiti, cette formulation a donné lieu au lancement, fin 2003, d'une nouvelle gamme de produits « anti-âge » de la société L'Oréal.

### **Autres ressources marines**

*Les micro-organismes.* En fait d'activités économiques directement liées à l'exploitation de micro-organismes d'origine marine, il convient de mentionner celles de l'entreprise Biolib, filiale de la société Cairap. À partir de travaux d'étude d'écosystèmes originaux, telles les « mares à kopara »<sup>13</sup>,

<sup>13</sup> Mares à kopara : « kopara » est le terme utilisé par les habitants de l'archipel des Tuamotu de la Polynésie française pour désigner les tapis microbiens qui se développent dans des mares d'eau saumâtre à salée localisées sur la couronne corallienne des atolls. Par sa structure et son développement, le kopara peut être défini comme un stromatolite et est donc inclus dans les microbialites. Le terme de « microbialites » désigne tous les sédiments dans la formation desquels sont impliquées des communautés microbiennes benthiques. Le kopara est une structure microbiologique sédimentaire potentiellement très ancienne.

elle a en effet constitué une collection de bactéries, cyanobactéries et micro-algues, dont elle commercialise les échantillons. Son approche technologique et commerciale particulièrement innovante est sans doute ce qui, sur le territoire, préfigure le plus concrètement un futur développement d'activités de valorisation des substances marines.

*Les algues.* La mission d'étude économique n'a pas recueilli d'information sur des activités actuelles d'exploitation des algues. Doit-on faire l'hypothèse qu'il n'y a pas d'avantages spécifiques de la Polynésie sur ce créneau ? Et si oui, est-ce en raison de la non-spécificité des espèces, du coût de la main-d'œuvre, de la distance par rapport aux marchés, ou de la combinaison de ces facteurs ? Faut-il également mettre en cause la dissociation entre recherche et application (et leurs acteurs respectifs), puisqu'il existe au sein de l'Université un très dynamique pôle de recherche en algologie ?

## L'exploitation de la matière première végétale terrestre

### Premier aperçu

Les deux tableaux ci-dessous font apparaître :

- l'importance prise dans l'activité économique par la production du nono, qui mobilise à elle seule autant, voire plus, d'actifs que le coprah et la vanille réunis ;

- globalement, le faible niveau de transformation des produits exportés puisqu'on reste très proche de la production primaire.

**Tableau 2a – Données chiffrées sur quelques productions**

Données sur la production			
2002	Production commercialisée (en tonnes)	Nombre de récoltants	Exportations (en tonnes)
<b>Coprah</b>	9 649	3 000	5 201
<b>Monoï</b>	260	?	243
<b>Nono</b>	> 10 000	8 à 10 000 ?	3 580
<b>Vanille mûre</b>	37	5 000	11

Source : contribution SIMON (voir CD-ROM).

**Tableau 2b – Données chiffrées sur quelques productions**

Données relatives à l'exportation

<b>Produits exportés</b>	<b>Exportateurs recensés</b>	<b>Volume exporté (en tonnes)</b>
<b>à partir du coprah : huile de coprah</b>	1	5 201
<b>à partir du nono : jus, purée, pulpe, tisane</b>	15	3 580
<b>à partir de la vanille mûre : gousses, extraits</b>	5	11
<b>Divers (produits cosmétiques) : monoï, huiles essentielles</b>	11	Monoï : 243
<b>Divers (produits comestibles) : liqueurs, confitures, sauces</b>	3	nd

Source : contribution SIMON (voir CD-ROM).

La description plus détaillée des filières « produits végétaux » fait apparaître la grande diversité de leurs caractéristiques : c'est ce qui ressort de façon très affirmée du parallèle coprah/nono.

### **Le coprah**

La production de coprah (huile de coco brute) est l'exemple même d'une filière subventionnée, avec un prix de soutien supérieur au cours sur le marché international, et organisée par les pouvoirs publics dans un but d'intérêt social. Aux termes de la convention passée avec le territoire et la Caisse de soutien des prix du coprah, la SA Huilerie de Tahiti (détenue à 99 % par le territoire) est tenue d'acheter comptant la totalité de la production de coprah à un prix fixé par les pouvoirs publics. L'objectif en est de garantir aux producteurs un revenu stable, confortant une pratique agricole traditionnelle et favorisant dans les îles distantes (principalement Tuamotu-Gambier) le maintien sur place de la population et l'entretien des espaces ruraux.

L'huile de coprah raffinée sert à produire le monoï, seule branche de la filière coprah à avoir une rentabilité économique.

## Le nono

Tableau 3 – Le nono à l'exportation

Exportations	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Volume total (en tonnes)</b>	2 648	3 689	3 091	3 427	3 579	4 150
<b>Valeur (millions F CFP)</b>	271	345	370	861	959	935

Source : Rapport 2003, IEOM (voir contribution SIMON sur le CD-ROM).

■ Le produit : il s'agit du fruit du nono (*Morinda citrifolia*) qui, récolté toute l'année, est transformé pour l'essentiel en jus, même s'il existe aussi des préparations en capsules, en poudres, etc.

En une décennie, le succès a été foudroyant. Ce succès combine la nouveauté, une réputation « santé » et un affichage « nature + savoirs traditionnels », avec l'image paradisiaque de la Polynésie. Le tout est soutenu par une intense promotion et un puissant réseau financier et commercial, celui de la firme Morinda Inc. basée dans l'Utah (États-Unis) et liée au « consortium » mormon.

De 2000 à 2003, l'exportation de nono pratiquement inexistante il y a dix ans, a augmenté de 30 % en volume et a été multipliée par 2,5 en valeur. Le moteur de cette explosion est la croissance de la demande des marchés américain et japonais. Le tableau 3 donne une idée du « boom du nono » à l'exportation. La production est exportée à 80 %, essentiellement sous forme de purée de pulpe, c'est-à-dire au stade minimal de la transformation.

■ La filière : on évalue entre 5 et 8 000 le nombre des actifs collecteurs (réguliers ou occasionnels). La production est répartie sur plusieurs archipels, avec une part croissante de la production cultivée par rapport à la cueillette. Il existe au total une cinquantaine de marques commercialisant des produits à base de nono, et 15 exportateurs. Mais le marché est dominé par la firme Morinda Inc. (plus de 1 000 salariés) qui a joué le rôle moteur dans le développement de la filière. Elle la contrôle largement en matière de fixation des prix et des normes de qualité, de collecte, de sous-traitance, de marketing et de commercialisation (dans plus de 50 pays, notamment *via* Internet ou

la vente à domicile) ; son emprise va jusqu'à la transformation directe avec l'implantation d'une usine qui devrait entrer en activité en 2005 (jusqu'à présent, la purée de nono, exportée telle quelle, était transformée aux États-Unis). C'est elle qui détient l'appellation « Tahitian Noni Juice ». En Europe, la diffusion est encore à venir, puisque l'autorisation de commercialisation pour le jus de nono est récente (juin 2003). Elle sera riche d'enseignements quant au potentiel commercial réel de ce produit, et donc aux perspectives économiques qu'il offre à la Polynésie française (à long ou à court terme ?).

### **La vanille**

Des trois variétés de vanille, vanille de Madagascar, de la Réunion et de Tahiti, c'est cette dernière qui a les arômes les plus étendus. Or, si elle est largement présente dans toute la ceinture tropicale, elle ne fleurit vraiment bien qu'en Polynésie française. Dans un contexte de hausse des cours mondiaux du produit, ces caractéristiques constituent autant de raisons poussant à en développer la valorisation, par l'amélioration de la qualité et par la labellisation. Depuis les années 1980, et surtout depuis 1994, la Polynésie française a multiplié les efforts dans ces deux directions. Elle a sollicité le concours du Cirad pour améliorer les pratiques culturales (développement d'une production intensive sous ombrière qui, réduisant l'emprise foncière, rend possible l'installation de nouveaux producteurs), pour homogénéiser la qualité, désormais moins soumise aux aléas climatiques, mais aussi pour éviter la propagation des viroses, risque inhérent à ce système de production. La politique volontariste du territoire s'est traduite par la création de l'Epic Vanille, doté de moyens importants. L'objectif visé est l'obtention d'une AOC consacrant les qualités originales de la vanille de Tahiti sur son marché, celui de la gastronomie (produits à usage alimentaire haut de gamme). Avec la vanille, on a affaire à une filière très organisée, encouragée et suivie de près par les pouvoirs publics. Cette filière est promise à une bonne rentabilité par la tendance à la hausse de la demande et des prix, sa vulnérabilité résidant toutefois dans la dépendance à l'égard d'un seul marché, avec le risque afférent d'effondrement des cours en cas de surproduction.

### **La valorisation du tiaré**

*Le monoï.* Résultant de la macération de fleurs de tiaré (*Gardenia taitensis*) dans l'huile de coprah, le monoï est un produit élaboré, tirant parti d'une ressource spécifique de la Polynésie. Il est le substrat d'une filière active, tournée à la fois vers le marché local et vers l'exportation, celle-ci étant toutefois



orientée à 95 % vers la métropole. La filière est structurée par l'existence d'un Groupement interprofessionnel (GIE) et confortée par l'obtention, en 1992, d'une « appellation d'origine ». C'est le produit auquel est attachée le plus spécifiquement l'image du « paradis polynésien ». Les efforts du GIE pour diversifier la destination des exportations, pousser la R&D et développer une démarche qualité suffiront-ils pour permettre d'accroître la demande, voire éviter sa diminution au profit de produits inédits ?

*L'essence de tiaré.* C'est un exemple d'activité intéressante et bien adaptée à la Polynésie française en raison de sa forte valeur ajoutée et de la stabilité de la collecte de « matière première » qui assure une activité à temps partiel aux producteurs. On note la présence active sur ce créneau de la firme Tahiti Arômes (filiale du Cairap) qui a créé récemment (2003) à Moorea une unité de production de la concrète de tiaré. La question majeure qui se pose pour ce produit est celle de son adéquation à un marché international de la cosmétique aussi exigeant que versatile.

#### **Le tamanu**

L'huile de tamanu est obtenue à partir des noix du *Calophyllum inophyllum*, longuement séchées au soleil puis pressées. Contenant une grande quantité de résines, l'huile devient, une fois purifiée, un produit d'un prix élevé, du fait d'une production limitée en quantité (difficultés de la cueillette et faibles rendements) et du coût de l'extraction. Les usages traditionnels lui attribuent des propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes, qui lui valent d'être commercialisée de façon encore confidentielle comme *produit cosmétique en soi* pour les soins de la peau et des cheveux. Par ailleurs, en tant qu'*ingrédient*, l'huile purifiée de tamanu fait l'objet d'une demande en forte augmentation, qui dépasserait même les capacités actuelles de production à l'échelle mondiale, d'où des encouragements, notamment au Vanuatu et en Nouvelle-Calédonie, à développer les plantations de *Calophyllum*. Du fait de ce développement des cultures dans la zone Pacifique, et compte tenu de l'espace agricole restreint en Polynésie française, on peut se demander si celle-ci est bien placée pour ce type de valorisation. En revanche, la qualité avérée du tamanu polynésien (liée à la fois à la matière première et au mode traditionnel d'extraction) ainsi que le prix élevé du produit incitent à considérer attentivement les divers paramètres d'une valorisation plus poussée en tant que produit de terroir. En cette direction, il faudrait entre autres compléter l'étude des propriétés de l'espèce et repérer les brevets déposés. Deux

données de nature différente traduisent l'intérêt actuellement porté au tamanu : d'une part, des travaux d'analyse génétique du tamanu polynésien et une étude approfondie de l'huile de tamanu sont en cours à l'UPF ; d'autre part, 2002 a vu la création du Syndicat interprofessionnel du tamanu.

#### **Autres ressources végétales**

*Les fleurs.* Une première tentative de créer une « filière fleurs » pour valoriser la grande richesse de la flore ornementale polynésienne n'a pas connu dans le passé la réussite escomptée. Il n'en est pas moins vrai qu'il y a là une ressource potentielle, sur laquelle les *fiches espèces* réalisées par les experts apportent des éléments de repérage (notamment à propos des fougères).

*Les fruits.* En l'absence d'espèces originales, et du fait de handicaps en termes d'éloignement des marchés et de l'espace agricole restreint pour une production en plus grand volume, les opportunités de valorisation sont à fonder sur la spécificité du goût, donc des arômes des variétés polynésiennes d'ananas, mangues et autres fruits. On observe en ce domaine des initiatives émanant d'acteurs du secteur privé (sur l'ananas). Des études sont en cours avec le concours scientifique du Cirad, sur la mangue notamment. Mais on est là dans le domaine de la recherche agronomique, et donc hors du champ de cette expertise.

*Le santal.* Plante de grande valeur patrimoniale, elle est menacée d'extinction aux Marquises. Elle est mentionnée ici non parce qu'elle fait l'objet d'une valorisation économique effective, mais parce que son intérêt potentiel (voir fiche *Santalum insulare*) est à l'origine d'un programme d'étude en cours de réalisation par le Cirad.

#### **Un cas controversé : le kava**

*Bien qu'il n'y ait pas de « filière kava » en Polynésie française, ce produit doit être évoqué ici car il fait l'objet de vifs débats et d'avis contradictoires, y compris au sein du collège d'experts de cette expertise. Il est à la base d'une boisson d'usage traditionnel (lors de fêtes ou de cérémonies rituelles) dans une grande partie de l'Océanie, notamment au Vanuatu, aux îles Fidji, Wallis et Futuna, Cook, Tonga et Samoa et en Nouvelle-Calédonie, et aussi, mais de façon beaucoup moins affirmée, en Polynésie française (surtout aux Marquises). En Nouvelle-Calédonie et dans les villes du Vanuatu, s'est développée sous forme de néo-tradition une consommation conviviale de kava dans des bars spécialisés ou « nakamals ». Cette boisson est préparée à par-*

*tir de racines fraîches ou sèches de Piper methysticum, dont existent différents cultivars. Les principes actifs du kava, les kavalactones, ont des propriétés sédatives, analgésiques et anxiolytiques. Également commercialisé comme phytomédicament sous forme de gélules, le kava a connu un essor spectaculaire à la fin des années 1990 (notamment aux États-Unis, en Allemagne, en Suisse), suivi d'un effondrement tout aussi brutal, à la suite de plusieurs cas d'hépatites fulminantes (en Europe), qui ont entraîné en 2002 son retrait pur et simple du marché en France, Espagne, Italie et Royaume-Uni, d'autres pays se bornant à des recommandations de prudence. Mais le coup était porté, et le marché s'est effondré, avec de lourdes conséquences socio-économiques pour les quatre principaux producteurs (Vanuatu, Fidji, Samoa et Tonga). Pour l'heure, le marché est totalement saturé. Pour tenter de sortir de la crise, les États producteurs misent sur des actions de lobbying auprès des grandes organisations internationales (OMS) et régionales (Union européenne) pour « blanchir » le kava en établissant la non-toxicité des kavalactones et obtenir sa remise sur le marché. Quelle que soit l'issue des études et démarches entreprises, il paraît désormais impossible d'en envisager la commercialisation en vente libre comme complément alimentaire. Quant à son retour sous des formes plus contrôlées, la controverse fait rage (voir la fiche Piper methysticum qui lui est consacrée).*

### **Premiers enseignements des filières « produits végétaux »**

Dans la grille présentée ci-après, on propose une première vue d'ensemble comparative des principales activités fondées sur l'exploitation de substances naturelles terrestres. Les principaux produits évoqués précédemment y sont repris pour en caractériser les dynamiques particulières en fonction de critères économiques, sociaux et institutionnels.

Sans prétendre à une précision forte dans la caractérisation, cette grille permet de dégager plusieurs éléments de réflexion :

■ La filière *coprah* constitue l'exemple paradigmatique d'un système de production fortement subventionné. Est-il envisageable que de nouvelles filières viennent réduire son espace (foncier) et son coût (subventions publiques) sans peser sur son rôle social et son enjeu de solidarité inter-archipels ?

■ Le succès du *nono* suggère qu'il peut offrir une solution de rechange à des activités peu rémunératrices et fortement subventionnées. Pourtant, cette nouvelle filière reste à étayer sur le moyen terme. La demande des consommateurs pour ce « produit santé » est-elle durable ?

**Tableau 4 – Caractéristiques des principales filières « produits végétaux »**

	Expérience commerciale	Rentabilité	Innovation	Enjeu social ou patrimonial	Formes d'organisation	Perspectives de développement
<b>Coprah</b>	> 40 ans	nulle	nulle	Fort	Caisse de soutien (1967)	nulles
<b>Monoï</b>	> 20 ans	forte	moyenne	Moyen	GIE (2002) AOC (1992)	moyennes
<b>Vanille</b>	> 50 ans	moyenne	moyenne	Fort	Epic 2003	fortes
<b>Nono</b>	< 5 ans	forte	forte	Moyen	-	moyennes
<b>Tamanu</b>	< 5 ans	?	?	Moyen	Syndicat de producteurs d'huile	potentielles

Source : contribution SIMON (voir CD-ROM).

■ Il est risqué d'envisager une transposition pure et simple du « schéma nono » au cas du *tamanu*. Le système de production et la dynamique des marchés apparaissent en effet très dissemblables.

■ Les incitations financières publiques sont présentes tant pour des activités d'intérêt social, non rentables, que pour le développement ou la réactivation d'activités d'intérêt économique, mais elles apparaissent inégalement mobilisées. Faut-il voir là un héritage du passé, l'effet d'un « saupoudrage » au cas par cas ou le résultat de choix délibérés ?

■ Les formes d'organisation de producteurs sont instructives : la capacité locale d'organisation est réelle, mais il y a lieu de pousser la réflexion sur les modalités de l'appui à apporter aux entreprises en aval de la production agricole.

■ L'enjeu des marchés extérieurs est déterminant et perçu avec acuité en Polynésie française. La volonté des entrepreneurs locaux de se situer face aux États-Unis, au Pacifique et à l'Europe est réelle. Un renforcement des actions d'exportation est en cours, appuyé par les pouvoirs publics.

### **Trois points critiques**

Le dynamisme des filières de produits naturels issus de l'agriculture peut être, dans certains cas, entravé par trois difficultés.

### **L'accès au foncier pour le développement de nouvelles cultures**

La pratique coutumière de l'indivision induit une forte pression sur le niveau des prix du foncier. Certes, des exemples comme celui de la filière vanille ou de la production d'ananas attestent que le développement de la production peut être obtenu grâce à des systèmes culturels plus intensifs, et donc sans demande de terres supplémentaires. Il n'en demeure pas moins vrai que le problème de l'accès au foncier pourrait gêner le développement de filières, nouvelles ou « jeunes », reposant sur la mise en culture d'espèces polynésiennes intéressantes.

Dans le même ordre d'idées, se pose la question de la gestion du littoral : l'absence d'espaces disponibles a annulé les perspectives de développement de l'aquaculture semi-intensive de la crevette. *A contrario*, les expériences de gestion de la ressource lagonaire (plans locaux d'utilisation) suggèrent qu'un partage de la *ressource espace* peut être organisé.

### **La formation et la vulgarisation agricoles**

Les récentes mesures de déconcentration administrative font reposer sur les agents du Service du développement rural (SDR) un très (trop ?) large éventail de fonctions, allant jusqu'à l'accompagnement des filières, alors que s'expriment des besoins importants en fait de formation et de diffusion de l'information technique agricole. Une réflexion doit donc être conduite sur les moyens humains, techniques, organisationnels et financiers à mettre à disposition du secteur agricole pour accroître sa capacité à développer ou accompagner de nouvelles activités productives. En tout état de cause, le territoire ne peut se passer d'un réseau d'animation et de vulgarisation pour répondre aux attentes des producteurs et encadrer des activités soucieuses de développement durable et de labellisation.

### **La démographie des exploitants**

Le vieillissement des agriculteurs est un fait dont il convient d'apprécier l'impact sur le dynamisme du secteur. Dans le secteur agricole polynésien, prédominent les activités traditionnelles de cueillette et de culture vivrière, pratiquées par des actifs âgés : c'est le cas de nombreuses vanilleraies, mais aussi de la plupart des productions fruitières traditionnelles (ananas, mangues, etc.). Les agriculteurs polynésiens ne sont pas pour autant dénués de dynamisme. C'est ce qu'attestent les réactions positives quant au « montage » de dossiers de développement dans le cadre de la création de l'Epic Vanille, ou l'accueil favorable des producteurs d'ananas locaux aux projets de la société Jus de fruit de Moorea.

# Le capital biodiversité de la Polynésie française

## *LES RESSOURCES VÉGÉTALES TERRESTRES*

La flore de la Polynésie française se caractérise par une pauvreté relative, avec une flore primaire de quelque 900 espèces, et donc par sa fragilité par rapport aux espèces introduites. Mais ses autres traits marquants sont l'originalité et un fort endémisme (62 % d'espèces propres), qui tiennent à l'insularité, à la grande dispersion géographique et à la forte extension en latitude du territoire. Si elle est bien étudiée au plan botanique, cette flore l'est encore très peu au plan chimique et pharmacologique. Pour 80 à 90 % des plantes endémiques, il n'existe en effet aucune référence bibliographique témoignant d'études scientifiques. La conjonction de ces deux données ouvre, à l'évidence, de vastes perspectives en termes de bioprospection<sup>14</sup>.

À l'exception des usages locaux et de quelques ressources bien identifiées à vocation commerciale, l'originalité floristique de la Polynésie française est donc encore peu exploitée. Le nombre d'espèces locales ayant bénéficié d'un processus de valorisation demeure très réduit.

À partir de ce constat initial se dessinent deux axes de travail :

- Comment identifier et sélectionner de nouvelles espèces exploitables ?
- Comment valoriser plus complètement les espèces déjà exploitées ?

### **Démarche et méthode de l'expertise collégiale**

Il n'existe pas de méthode éprouvée et unanimement reconnue pour déterminer quelles sont les ressources végétales exploitables d'une région donnée.

<sup>14</sup> La bioprospection consiste en l'exploitation, l'extraction et le criblage ou tri de la diversité biologique et des connaissances indigènes pour découvrir des ressources génétiques ou biochimiques ayant une valeur commerciale.

De même, il n'existe pas, à notre connaissance, de tableau synthétique ou de base de données réunissant l'information pertinente concernant les ressources végétales exploitables de Polynésie française, en dehors d'ouvrages sur les usages locaux des plantes.

**Tableau 5 – Critères d'exclusion-sélection des espèces végétales**

Critères	Sélection	Exclusion
<b>Originalité botanique</b>	<b>Plantes endémiques</b>	Plantes naturalisées et largement répandues
<b>Critères bio-écologiques</b>	Espèces non vulnérables (indice IUCN <sup>15</sup> )	<b>Espèces vulnérables</b>
<b>Critères biogéographiques</b>	Accessibilité	Espèces peu accessibles (peuplements dispersés, éloignés)
<b>Usages locaux</b>	Plantes médicinales locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Plantes médicinales largement répandues dans le monde, bien étudiées et souvent exploitées. Pas de spécificité polynésienne</li> <li>■ Plantes alimentaires, épices et condiments banals<sup>16</sup></li> </ul>
<b>Critères chimiotaxonomiques</b>	Le genre – niveau taxonomique le mieux corrélé à la distribution des métabolites secondaires	Espèces ou genres de faible intérêt pharmacobotanique

Source : contribution Moretti et Florence (voir CD-ROM).

<sup>15</sup> Depuis 1994, l'IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) a élaboré un classement des espèces végétales et animales en cinq catégories, qui permet de mesurer les risques encourus par la biodiversité : espèces éteintes ou menacées d'extinction (CR) ; espèces en danger (EN) ; vulnérables (VU) ; à faible risque (LR) ; statut indéterminé, faute de données (DD).

<sup>16</sup> Ce critère ne s'applique pas à la vanille de Tahiti (*Vanilla tahitensis*) qui est une variété propre à la Polynésie. Elle figure donc dans les espèces retenues.

Le travail réalisé par le groupe d'experts tend à combler cette lacune.

Pour ce faire, les experts ont opté pour une approche par ressources biologiques, rendue possible par le fait qu'on dispose pour la Polynésie française de données botaniques relativement fiables. Les principales étapes de cette démarche ont été les suivantes :

- Quoique le nombre en soit relativement circonscrit, il était impossible d'analyser la documentation scientifique disponible sur toutes les espèces végétales du Territoire. On a donc élaboré, sur la base de l'analyse critique des connaissances scientifiques disponibles, une *méthode de présélection* des substances végétales potentiellement exploitables.

- S'agissant d'une flore insulaire fragile et présentant un fort taux d'endémisme, un premier croisement de critères s'est imposé : il convenait de croiser l'*originalité* botanique, comme critère premier d'*inclusion* avec le *statut écologique*, comme critère premier d'exclusion. La *vulnérabilité* constitue bien ici le critère d'*exclusion* car, à l'évidence, des espèces vulnérables ne peuvent raisonnablement être considérées comme « potentiellement exploitables » sans risque de disparition de la ressource elle-même et donc d'atteinte à la biodiversité.

- Le nombre d'espèces à examiner s'est ainsi trouvé ramené à 430. À cet effectif a été appliquée une série de critères d'exclusion/sélection complémentaires (cf. tabl. 5).

L'ensemble des critères d'exclusion/sélection a conduit à retenir 78 espèces à expertiser. Chacune fait l'objet d'une *fiche*, sur le modèle présenté ci-après, qui permet de croiser les informations (quand elles existent) et les commentaires provenant des différents spécialistes.

Pour chaque fiche, les experts proposent un *classement* dans l'une des trois grandes catégories suivantes, définies collectivement :

- **Groupe 1** – Sélection restreinte concernant les espèces *exploitées* et espèces exploitables<sup>17</sup>.

- **Groupe 2** – Espèces dont la *valorisation est possible à moyen terme*, mais exige préalablement des travaux de recherche et développement.

- **Groupe 3** – *Espèces non prioritaires* qui répondent aux critères de sélection pris en compte dans l'expertise mais pour lesquelles, en l'absence de données bibliographiques significatives, il n'est pas possible de proposer des orientations de recherche et développement.

<sup>17</sup> Pour en faciliter la consultation, les fiches de ce groupe particulièrement intéressant sont reproduites dans l'édition papier (cf. annexe 1).



**Nom scientifique :**

**Statut IUCN**

**Accessibilité**

**Usages**

**Composition chimique**

**Propriétés pharmacologique et toxicologique**

**Intérêt industriel** *le cas échéant*

**Contraintes réglementaires** *le cas échéant*

**Itinéraire de production** *le cas échéant*

– mode d’obtention :

– mode de commercialisation :

– contrôle qualité :

**Orientations** *le cas échéant*

### **ADMISSION DANS LE GROUPE 1, 2 OU 3**

Pour les espèces classées dans les groupes 1 et 2, les experts formulent un diagnostic sur les *orientations* possibles en matière de recherche, développement et valorisation. Deux points sont à remarquer :

■ La comparaison des fiches des groupes 1 et 2 fait bien apparaître l’état sensiblement différent, selon l’espèce considérée, de l’information disponible, d’où le caractère plus ou moins affiné des orientations qu’il a été possible de formuler.

■ La plupart des espèces du groupe 2 relèvent des catégories UICN sensibles.

En conclusion, alors que la majorité des espèces étudiées sont encore, à quelques exceptions près, faiblement identifiées en termes de valorisation, les travaux de l’expertise mettent à la disposition de la Polynésie française *un premier tableau de bord rassemblant les informations pertinentes sur les ressources exploitables*. Il s’agit là d’un apport original, tant dans la méthode que dans la production finale.

Il convient toutefois d’attirer l’attention sur deux faits :

■ D’une part, comme nous l’avons souligné, la biodiversité végétale locale demeure, à l’heure actuelle, sous-étudiée et, par voie de conséquence, son

potentiel reste mal estimé. À l'encontre de cet état de fait, l'expertise collégiale apporte un instrument précieux, avec la réalisation d'un fichier « Flore utile de Polynésie française » (qu'on trouvera en annexe à la contribution Moretti-Florence sur le CD-ROM). Les plantes utiles citées dans les ouvrages de référence sont ainsi réunies en un seul fichier, qui recense, après vérification et actualisation de leur statut taxonomique, les espèces utiles de Polynésie française. Au-delà de la seule révision taxonomique, ce fichier apporte aussi des données originales ou actualisées sur leur distribution géographique et leur disponibilité, cette dernière notion permettant de préciser l'accessibilité, l'abondance et la structuration des peuplements actuels.

■ D'autre part, la méthode de sélection adoptée ici a sans doute eu pour effet de laisser passer au travers de son crible des espèces intéressantes, mais qui ne répondaient pas aux critères retenus, notamment l'originalité (endémisme). C'est le cas, par exemple, des « espèces introduites échappées des cultures », dont plusieurs, au premier chef les *quinquinas*, présentent un réel intérêt économique. Un développement de la contribution Moretti-Florence (sur CD-ROM) attire l'attention sur des cas de ce genre que, dans la logique de sa grille de critères, l'étude n'a pu retenir.

## **LES RESSOURCES MARINES**

### **Généralités**

En fait de molécules originales d'intérêt biologique, les organismes marins représentent une réserve immense, mais encore très partiellement et très inégalement étudiée, et encore plus faiblement exploitée. Les groupes les mieux inventoriés sont les coraux et les mollusques, indicateurs reconnus de la biodiversité marine, ainsi que les algues. La situation est tout autre pour les spongiaires ou les micro-organismes.

On estime qu'à ce jour, plus de 500 000 espèces marines, animales et végétales, ont été identifiées, mais que moins de 5 % de ces organismes ont fait l'objet d'études de leurs propriétés chimiques et biochimiques. La littérature scientifique s'enrichit régulièrement de résultats mettant en évidence des métabolites bioactifs d'origine marine. À cet égard, des analyses attestent une plus forte probabilité de réussite à partir des molécules marines : 10 pour 10 000, contre 1 pour 10 000 en ce qui concerne les molécules provenant d'organismes terrestres.

Pour orienter la recherche de molécules d'intérêt dans cet « océan de possibles » (de la bactérie au requin !), on ne dispose pas, à la différence des substances terrestres, de guides ethnopharmacologiques, car il n'existe que de très rares usages traditionnels des substances marines.

Compte tenu de l'état actuel de l'inventaire et des connaissances, les ressources marines et leur potentiel de valorisation, à la différence des substances naturelles végétales, ne donnaient pas matière à la rédaction de fiches distinctes et ne pouvaient faire l'objet que d'une approche globale (voir la contribution Guézennec-Débitus sur CD-ROM). On trouvera ici une présentation rapide des différentes formes de la ressource, par grands types d'organismes, ainsi qu'un exposé des perspectives de valorisation par grands secteurs économiques.

### **Les différentes formes de la ressource**

#### ***Les co-produits de la pêche***

L'utilisation des co-produits de la pêche s'inscrit dans une démarche essentiellement « santé », s'agissant notamment des propriétés des acides gras polyinsaturés et plus spécifiquement des oméga-3 et des oméga-6. Des potentialités de valorisation existent dans le domaine de la nutrition humaine, dans le cadre de la lutte contre les maladies cardio-vasculaires et en oncologie.

Un autre aspect de la valorisation des co-produits de la pêche se situe au niveau de la recherche de lipides spécifiques.

De façon générale, si des pistes existent, les recherches n'en demeurent pas moins très en amont par rapport à d'autres molécules marines.

#### ***Les algues***

L'utilisation et l'exploitation des algues marines sont relativement peu connues du grand public, bien qu'elles soient désormais présentes dans nombre de produits de grande consommation. À l'échelle internationale, les algues sont exploitées majoritairement (à 70 %) dans le secteur de l'agro-alimentaire, et essentiellement sur le marché de l'alimentation humaine en Asie. L'utilisation des algues pour l'alimentation humaine constitue un marché de près de 4 milliards de dollars US par an. Si les principaux utilisateurs sont effectivement les pays de l'Asie, on assiste actuellement au développe-

ment de « l'algue alimentaire » en Occident, en particulier sur le marché des compléments alimentaires et nutrition-santé.

La valorisation de cette ressource marine connaît un vif essor et semble promise à un bel avenir. Or, comme cela a déjà été mentionné, la Polynésie française dispose en ce domaine d'acquis et d'outils très intéressants en termes de recherche : citons notamment une importante collection d'algues à l'Université de la Polynésie française, une autre à l'ILM, et le récent travail de synthèse (réalisé dans le cadre d'une thèse) sur les algues de Polynésie et leur valorisation potentielle dans différents secteurs, qui vont de la gestion de l'environnement à la cosmétologie.

### ***Les micro-organismes***

Sous le vocable « micro-organismes » sont ici regroupés micro-algues, champignons, bactéries, archaébactéries et cyanobactéries.

La Polynésie française possède en ce domaine des spécificités liées à son positionnement géographique, mais aussi à la présence d'écosystèmes particuliers tels que les « mares à kopara » (sujet d'un travail de thèse en cours).

Les micro-organismes constituent une source de nombreuses molécules présentant un véritable potentiel en biotechnologie : polymères biodégradables, polysaccharides, enzymes, métabolites secondaires, etc. (cf. tabl. 7 p. 86).

Les avancées considérables de la biologie moléculaire au cours de ces dernières années rendent désormais possible, et surtout plus accessible, l'étude des écosystèmes microbiens. De nombreuses études ont montré en effet que les techniques classiques de biologie, telles que les mises en culture sur milieux à caractère plus ou moins sélectif, ne permettent d'accéder qu'à une infime partie (de 0,1 % à 1 %) des espèces microbiennes présentes dans les écosystèmes marins. Cela signifie également qu'une proportion très importante de métabolites microbiens d'intérêt biotechnologique peut échapper à toute investigation. Cette ressource peu connue à ce jour et donc inexploitée pourrait s'avérer le principal gisement de nouvelles molécules d'intérêt biotechnologique des prochaines décennies. On peut donc considérer que l'un des enjeux majeurs de la recherche en matière de biotechnologie marine, et plus spécifiquement au niveau des micro-organismes, porte sur le développement de méthodes d'identification, de caractérisation et d'analyse de la fraction dite incultivable.

Pour les différentes raisons qui viennent d'être évoquées, il apparaît impossible, voire inutile, d'inventorier les espèces microbiennes présentes au sein des différents écosystèmes polynésiens, tant du fait de leur nombre que de la représentativité fort incertaine d'une telle nomenclature éventuelle. Il est admis que seul un très faible pourcentage des espèces microbiennes sont cultivables, donc identifiables, selon les méthodes de taxonomie classique et que, par ailleurs, la notion de « milieu de culture » induit celle de sélectivité d'espèces par rapport à d'autres. Il en est de même au niveau de la valorisation de ces micro-organismes où la synthèse de métabolites d'intérêt biotechnologique peut être la conséquence d'une action au niveau de leurs conditions de croissance et de fermentation. En résumé, il faut pouvoir cultiver ces micro-organismes pour pouvoir les étudier scientifiquement et *a fortiori* les développer dans le domaine économique.

Dans ces conditions, le plus judicieux serait d'envisager, spécifiquement pour les micro-organismes, une orientation vers la préservation et la constitution de collections de ces micro-organismes, cette ou ces souchothèque(s) constituant la base de toute action ultérieure en matière de valorisation et d'exploitation dans les différents secteurs de la biotechnologie.

### Domaines de valorisation

Les applications potentielles des ressources marines sont multiples et peuvent concerner, comme source de *nouveaux modèles*, *nouveaux produits* ou *nouveaux procédés*, de nombreux secteurs industriels. En effet, leur diversité et leur adaptation à des conditions de vie atypiques ou extrêmes ouvrent des perspectives originales quant au développement de nouvelles molécules bioactives. Le vif intérêt qu'elles suscitent se traduit notamment par le dépôt en nombre croissant de brevets relatifs aux activités biologiques des produits issus des organismes marins (principalement des invertébrés jusqu'à présent).

En termes de valorisation, et quelles que soient les ressources marines concernées, un certain nombre d'axes paraissent correspondre à une demande à la fois économique et sociétale :

- *L'environnement* en quête de « technologies propres » (« chimie verte ») pouvant se substituer à d'autres techniques plus polluantes, moins spécifiques, moins performantes ou plus onéreuses.

■ *La cosmétologie/dermocosmétologie*, domaine en quête permanente de nouvelles molécules innovantes tant par leur « histoire » qu'en raison de leurs propriétés physico-chimiques et de leur efficacité. En dépit de nombreuses incertitudes – notamment, mais pas uniquement, au plan de la réglementation – ce secteur apparaît souvent, de façon plus ou moins fondée, comme « le » créneau à privilégier dans une démarche de valorisation à court terme.

■ *L'agro-alimentaire*, pris au sens large du terme, demandeur de nouvelles molécules texturantes pouvant s'adapter à de nouvelles contraintes de marché.

■ *La chimie de synthèse et/ou d'hémisynthèse*, à la recherche de nouvelles molécules ou de précurseurs.

■ Le domaine de la *santé* avec une recherche, parfois très ciblée, d'une grande spécificité, d'efficacité et/ou de forte activité, pour la mise au point de substituts à des molécules existantes mais d'origine non souhaitée pour diverses raisons. Ainsi, le recours à des composés bioactifs d'origine marine peut s'avérer un avantage majeur par rapport à l'emploi de molécules – héparine, acide hyaluronique – d'origine animale, du fait de la découverte d'agents pathogènes non conventionnels.

### Quelles stratégies de valorisation ?

La biodiversité marine et le niveau actuel de connaissance sont tels qu'il semble délicat, voire impossible dans une première phase, de privilégier un axe de valorisation plutôt qu'un autre. Une telle valorisation implique comme préalable l'étude pluridisciplinaire de la flore et de la faune des différents biotopes.

Les conditions de cette valorisation seront de surcroît fort diverses selon les voies d'obtention des extraits. De fait, l'un des critères déterminants pour l'exploitation d'un produit original est la facilité et la rentabilité (coût) de son obtention. Trois méthodes peuvent être utilisées pour obtenir les produits en quantité suffisante : par extraction-purification de métabolites (primaires et secondaires) à partir des organismes (macro et micro-), par synthèse, ou encore par hémisynthèse, compromis entre les deux voies précédentes (transformation d'un précurseur naturel). Synthèse comme hémisynthèse sont parfois complexes, rarement impossibles, mais, compte tenu des coûts

induits, pas toujours rentables pour l'exploitation des molécules. Dans ce contexte, la voie de production par biotechnologie de molécules actives constitue bel et bien, économiquement parlant, une voie d'avenir : soit par aquaculture en milieu naturel des organismes producteurs (éponges, ascidies, gorgones, algues...), soit par recours à des procédés biotechnologiques (fermentation, photobioréacteur) en ce qui concerne notamment les micro-organismes (cyanobactéries, micro-algues, champignons, bactéries).

Pour tout cet ensemble de raisons, la *constitution de collections couplées à une forte composante en chimie marine* apparaît, à court et moyen terme, comme l'orientation la plus pertinente en fait de valorisation. Les conditions requises pour ce faire sont à la portée de la Polynésie française et seront détaillées dans la section suivante.

## Éléments pour une stratégie de valorisation des substances naturelles

Après avoir examiné, pour en tirer de premiers enseignements, ce qui existe actuellement en Polynésie française en fait d'exploitation économique des substances naturelles, l'expertise collégiale a identifié des ressources potentielles nouvelles. On en arrive ainsi à la question centrale qui lui a été posée : comment traduire le potentiel identifié en de nouvelles pistes de valorisation, cohérentes entre elles et adéquates aux capacités locales, c'est-à-dire en une véritable stratégie ? Tel sera l'objet, et l'objectif, de cette troisième section.

Soulignons l'importance de l'enjeu. Il en va en effet du bon emploi des moyens qui seront impartis à l'élaboration et à la mise en œuvre d'une telle politique, et donc du bon « retour sur investissement » qu'on peut en attendre : investissement financier certes, mais aussi investissement humain, sous de multiples formes.

Nous nous attacherons en premier lieu à fournir des orientations pour définir les principes et le cadre juridique indispensable à la préservation des intérêts écologiques et économiques de la Polynésie française face à l'essor souhaité des activités de valorisation de ses substances naturelles.

Puis nous présenterons les conditions économiques et techniques requises pour le bon développement de nouvelles filières de production, conditions qui incluent notamment les contraintes réglementaires spécifiques à certains secteurs sur les marchés français et européen, ainsi que les instruments de protection des produits.

Enfin, nous développerons les orientations de valorisation proprement dites, en différenciant deux cas de figure : d'une part, les substances naturelles du groupe 1 ; d'autre part, les substances du groupe 2 et les substances marines, avec, dans les deux cas, des indications sur le dispositif nécessaire à la mise en œuvre de ces orientations.



## APPROCHE JURIDIQUE

### La CDB et le nouveau statut juridique de la biodiversité

Les ressources biologiques (et leurs composants) sont de plus en plus convoitées et, loin de n'acquérir de valeur qu'à proportion des transformations technologiques dont elles font l'objet, elles ont une valeur *en soi*. C'est l'ensemble de la biodiversité qui est devenu *potentiellement valorisable* et par là même *stratégique*.

Avec le développement des biotechnologies, le statut juridique des ressources biologiques s'est profondément renouvelé. Jusqu'à la fin des années 1980, ce statut s'articulait schématiquement autour de deux catégories juridiques : d'une part, la souveraineté nationale, pour ce qui est de leur *exploitation directe et immédiate* ; d'autre part, la notion de « patrimoine commun de l'humanité », dans le cadre de la recherche ou d'une *valorisation indirecte et différée*, à partir des potentialités chimiques ou génétiques de la ressource susceptibles de générer un nouveau produit.

Dès le milieu des années 1980, ce statut s'est trouvé en porte-à-faux face à l'évolution du droit qui, aux États-Unis d'abord, en Europe ensuite, et finalement à l'échelle mondiale, a consacré la brevetabilité du vivant. Au terme de cette évolution, toute ressource vivante – ou tout élément qui en est issu, cellule, gène, molécule, etc. – peut désormais être protégée par un brevet d'invention si, une fois retravaillée, elle apparaît nouvelle, inventive et applicable dans un procédé industriel. D'où une distorsion entre, d'un côté, le patrimoine commun de l'humanité, qui postule l'absence de propriété, la liberté et la gratuité des collectes, et, de l'autre, le brevet qui permet une exploitation non seulement lucrative, mais aussi exclusive des substances ainsi librement et gratuitement collectées.

C'est pour prévenir les conflits d'intérêts pouvant découler de cette situation que la Convention sur la diversité biologique (CDB) du 5 juin 1992 a établi *un nouveau statut juridique des ressources biologiques*. Abandonnant la qualification de patrimoine commun de l'humanité, la Convention rattache les processus biologiques au *principe de souveraineté des États sur leurs ressources naturelles*, ce qui permet à ces derniers de réglementer comme ils l'entendent toute forme d'accès au matériel biologique se situant sur leur territoire. L'objectif est de permettre aux États de mieux en contrôler l'utilisation et d'en organiser les échanges, mais aussi de tirer profit des richesses qui en découleront à la suite d'un processus de recherche-développement chimique ou biotechnologique.

C'est l'article 15 de la Convention qui constitue à cet égard la disposition clé ; en voici les points essentiels :

« **1** – *Étant donné que les États ont droit de souveraineté sur leurs ressources naturelles, le pouvoir de déterminer l'accès aux ressources génétiques appartient aux gouvernements et est régi par la législation nationale. [...]*

**5** – *L'accès aux ressources génétiques est soumis au consentement préalable donné en connaissance de cause de la Partie contractante qui fournit les dites ressources, sauf décision contraire de cette Partie. [...]*

**7** – *Chaque Partie contractante prend les mesures législatives, administratives ou de politique générale appropriées [...] pour assurer le partage juste et équitable des résultats de la recherche et de la mise en valeur ainsi que des avantages résultant de l'utilisation commerciale et autre des ressources génétiques avec la Partie contractante qui fournit ces ressources. Ce partage s'effectue selon des modalités mutuellement convenues. »*

En vertu de la Convention, l'accès aux substances naturelles s'organise donc désormais autour de trois grands principes corrélés entre eux : souveraineté de l'État, consentement préalable en connaissance de cause de l'autorité publique avant toute collecte, partage des avantages résultant de l'utilisation des ressources fournies. Le système fondé sur ce socle de principes est désigné par l'acronyme APA : accès (aux ressources génétiques) et partage des avantages.

### **La Polynésie française et la nouvelle donne juridique**

Alors que nombre d'États ont saisi l'opportunité offerte par l'article 15 de la CDB, la Polynésie française ne s'est pas encore, à ce jour, dotée d'une réglementation spécifique sur l'accès aux ressources génétiques. Un projet de texte étant en cours d'élaboration en Polynésie française, il est bon de souligner combien il serait opportun qu'elle légifère en la matière, et de relever qu'elle en a parfaitement la compétence.

L'absence, à ce jour, de dispositions spécifiques à l'APA ne peut s'expliquer par l'absence de compétence juridique de la Polynésie française. La CDB énonce bien que le pouvoir de déterminer l'accès appartient aux États. Mais en vertu de la loi organique n° 2004-192 du 27 février 2004 portant statut d'autonomie de la Polynésie française, les institutions polynésiennes sont dotées d'une autonomie renforcée et disposent de larges compétences déléguées dans toute une série de domaines, parmi lesquels l'environne-

ment et les ressources marines. Les questions d'accès aux ressources biologiques et de circulation de ces ressources relevant au premier chef de l'environnement (terrestre ou marin), la Polynésie française a donc bel et bien compétence pour mettre en place un dispositif juridique en ce domaine.

Quant à l'utilité d'un tel dispositif, voyons, *a contrario*, ce qu'entraîne son inexistence. Certes, la CDB est applicable en Polynésie française, par le biais de la loi n° 94-477 du 10 juin 1994 qui en porte ratification en France. Toutefois, la France, comme beaucoup de pays développés, n'a pas jugé utile de la traduire en une réglementation spécifique. De ce fait, aucune disposition n'organise l'accès à la biodiversité et le partage des avantages qui peuvent en découler ; aucune ne régleme précisément les conditions de la collecte de ressources biologiques (sauf cas des espèces et espaces protégés) ni le partage des avantages qui peuvent en découler. Il s'ensuit que les opérateurs désirant prospecter en Polynésie des ressources biologiques pour leur capacité réelle ou potentielle à servir de base au développement de médicaments ou autres produits nouveaux n'ont ni à solliciter un accord préalable, ni à s'engager à une contrepartie.

Ainsi donc, s'en tenir au droit en vigueur n'offre pas à la Polynésie française les moyens de tirer au mieux avantage des perspectives de valorisation de ses substances naturelles. En effet, ni les règles classiques issues du droit civil, du droit de l'environnement ou du droit de la mer, ni les dispositions en cours d'élaboration ces dernières années au plan international dans la logique de la CDB (Lignes directrices de Bonn, futur régime international sur l'accès et le partage des avantages<sup>18</sup>), ne répondent pleinement aux besoins en la matière. Cette insuffisance du droit en vigueur se manifeste à plusieurs égards :

<sup>18</sup> Adoptées (à l'unanimité) en avril 2002 par la Conférence des parties (180 pays), les Lignes directrices de Bonn constituent un outil essentiel de la mise en œuvre de la CDB. Elles visent à assister les parties dans l'établissement des mesures législatives, administratives ou de politique générale sur l'APA ou pour la négociation des contrats en la matière. Elles énoncent les exigences fondamentales auxquelles doivent répondre ces contrats, précisent le rôle et les responsabilités tant des utilisateurs que des fournisseurs, les éléments qui doivent être pris en compte dans les accords relatifs au transfert de matériel et une liste indicative des avantages monétaires et non monétaires. Elles ont déterminé la mise en place d'un programme de renforcement des capacités pour permettre aux PED de mettre en œuvre les dispositions correspondantes de la Convention. Dans le même sens, les participants au Sommet mondial pour le développement durable organisé à Johannesburg en août-septembre 2002, ont demandé que les pays négocient, dans le contexte de la CDB, un régime international propre à promouvoir et à assurer un partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources génétiques. Les Lignes directrices de Bonn feront certainement partie de ce cadre de travail plus vaste.

■ D'un point de vue *écologique*, la valorisation des ressources biologiques ne peut se concevoir qu'avec le souci d'assurer leur pérennité. À cette fin, il s'agit de se donner les moyens de prévenir les incidences néfastes sur l'environnement de la Polynésie, milieu biologiquement riche mais vulnérable.

■ D'un point de vue *économique*, sans agiter l'épouvantail du pillage des ressources biologiques (*biopiraterie*), s'abstenir d'organiser plus précisément les conditions de bioprospection peut à tout le moins empêcher la Polynésie de tirer correctement avantage des retombées économiques de la valorisation de sa biodiversité. Il s'agit donc purement et simplement de se donner les moyens de tirer au mieux profit des éventuelles opérations de valorisation, certaines ayant fait la preuve qu'elles pouvaient profiter à la fois aux pays et aux prospecteurs à la condition qu'aient été organisés juridiquement, de façon précoce, les droits et les obligations de chacun. Un tel cadre constitue d'ailleurs un élément important pour la sécurité juridique des futurs utilisateurs industriels de ressources biologiques, qui pourraient hésiter à investir dans des pays sans dispositif juridique clair quant aux conditions d'accès à la biodiversité (l'accès est-il autorisé ou non ? à quelles conditions ? quelle administration saisir ? etc.).

■ D'un point de vue *politique*, s'abstenir d'organiser plus précisément les conditions de bioprospection, ce serait risquer de voir les opérations de prospection contestées par les populations locales : on reviendra plus loin sur cet aspect. Plus généralement, la conception d'un tel cadre s'inscrit « dans le sens de l'histoire ». Il faut en effet rappeler qu'à l'échelle de la région du Pacifique Sud, toute une série d'actions poursuivent précisément ce but. On peut citer les travaux (encore embryonnaires) engagés par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique Sud (CPS), acteur clé du développement régional et qui se présente aujourd'hui comme le gardien des ressources du Pacifique, des savoirs traditionnels et des expressions des cultures de la région.

Intérêt du monde de la recherche et de l'industrie pour les substances naturelles, nouveau statut juridique de la biodiversité, évolution des conceptions et des pratiques en ce domaine : la conjonction de ces facteurs fait qu'il est de l'intérêt bien compris de la Polynésie française de se doter d'un dispositif juridique adéquat et efficace.

Reste à en définir les grandes lignes :

■ Dans le paragraphe suivant, on présentera le socle d'un tel dispositif : consentement préalable, formes des contrats, contrôle, droits de propriété

industrielle, tels sont les points essentiels à prendre en compte si la Polynésie française veut se doter d'une réglementation de l'accès à sa biodiversité.

■ Dans la perspective où la Polynésie française entendrait développer une activité de prestation de service dans le domaine qui nous occupe, avec l'établissement de collections, bibliothèques et extractothèques, assumant une partie de l'activité d'extraction des substances naturelles au profit d'instituts de recherche et d'entreprises, on apportera l'éclairage d'une réflexion juridique sur des questions comme le statut des collections et bibliothèques, l'activité contractuelle de ces institutions, etc. (cf. « Les perspectives de valorisation », p. 86).

■ Enfin, on abordera la question, rendue de fait incontournable par l'article 8 (j) de la CDB, des éventuels droits des populations autochtones ou locales sur les résultats de l'exploitation des ressources biologiques (cf. « Droits des populations locales et intérêts collectifs », p. 93).

### **Le dispositif juridique de base : institution du principe d'APA**

Les deux éléments clés pour l'élaboration d'un texte relatif à l'APA étant le principe d'accord préalable en connaissance de cause ou APCC, et sa traduction en un document contractuel, quels sont les points essentiels à la préservation des intérêts de la Polynésie française en tant que fournisseur de substances naturelles ?

#### ***L'accord préalable en connaissance de cause (APCC)***

Posé par l'article 15 de la CDB, son principe implique que la collecte ne peut être réalisée qu'une fois acquis l'accord de l'autorité publique, cette dernière ayant préalablement eu à sa disposition les éléments d'information lui permettant de préserver ses droits sur les ressources et les bénéfiques qui en seront éventuellement tirés.

Cette formalité de l'accord préalable doit obéir à une double exigence : d'une part, une exigence de clarté (quelle administration saisir ? dans quel cas de figure ? etc.) ; d'autre part, une exigence de souplesse, afin d'éviter que la lourdeur des procédures ne soit dissuasive pour les demandeurs, ce qui irait à l'encontre de l'objectif visé.

#### **À quelle instance demander l'APCC ?**

Il est nécessaire de définir quelle autorité doit être saisie ou donner son accord à l'autorisation de collecte. On s'en tiendra ici à quelques indications générales :

■ Le consentement préalable de la Délégation à la recherche devrait être requis.

■ Les autorités en charge de l'environnement et des espaces protégés devraient également être impliquées.

■ Pour qu'elles puissent effectivement se prononcer « en connaissance de cause », il importe de renforcer les capacités des administrations concernées (conformément aux Lignes directrices de Bonn). Dans ce but, elles auront intérêt à créer, au cas par cas, des comités scientifiques d'appui en faisant appel aux organismes scientifiques compétents.

#### **À quels types de collectes doit s'appliquer l'APCC ?**

Même si elle élargit le périmètre de la réglementation existante, limitée aux seules espèces protégées, l'application de l'obligation d'autorisation aux espèces endémiques ne paraît pas suffisante. En effet, ce critère risque d'empêcher la Polynésie française de profiter pleinement des droits conférés par la CDB. Dans ce milieu insulaire, l'évolution a ségrégué des taxons extrêmement spécifiques. Bien qu'ils ne soient pas endémiques à proprement parler, ces taxons sont porteurs de caractéristiques potentiellement intéressantes. Dans ces conditions, distinguer entre l'endémique et le non-endémique, c'est donner le feu vert à des opérations de prospection susceptibles d'aboutir au développement d'un produit sur lequel la Polynésie ne se sera ménagé aucun droit.

Cette remarque amène à formuler une idée plus générale. En réalité, il ne convient pas de poser un critère discriminant, quel qu'il soit, pour distinguer les collectes soumises à autorisation et celles qui y échapperaient : ni critère tenant aux ressources susceptibles d'être prélevées, ni critère tenant aux personnes désirant prospecter ou aux objectifs qu'elles assignent à leur prospection. En effet :

■ Toute ressource, *in* ou *ex situ* (puisque des collections existent en Polynésie), endémique ou non, marine aussi bien que terrestre, entière ou non (cellules, ADN, etc.), brute ou accompagnée de connaissances quant à ses vertus thérapeutiques, insecticides, etc., étant susceptible d'être valorisée à l'issue d'un processus industriel chimique ou biotechnologique, toutes doivent donc être soumises au principe de l'APCC.

■ La même conception vaut pour les demandeurs désirant prospecter : étrangers aussi bien que français, entreprises privées comme instituts de

recherche publique, car, dans le domaine qui nous occupe, il n'existe pas de frontière nette entre public et privé, recherche fondamentale et recherche appliquée à débouchés commerciaux. Une classique activité d'inventaire est toujours susceptible d'ouvrir sur des recherches appliquées. La plupart des instituts de recherche, qu'ils soient privés ou publics, s'investissent dans la recherche appliquée et déposent des brevets. Ils sont par ailleurs en relation directe avec des entreprises privées, non seulement lorsque ces dernières exploitent leurs brevets, mais aussi plus en amont, lorsque l'institut de recherche réalise des prospections pour leur compte. On en arrive parfois à des cas de figure où un institut de recherche public sert de « paravent » pour éviter d'avoir à demander l'APCC... Dans ces conditions, il est artificiel et contre-productif de tenter des distinguos. S'impose ainsi la conclusion que l'APCC doit être sollicité dans tous les cas.

Toutefois, afin de ne pas multiplier inutilement de lourdes formalités administratives, on pourra, après avoir posé le principe de l'APCC dans les termes indiqués, en exempter par dérogation les activités classiques d'exploitation et de valorisation des ressources biologiques (pêche côtière, exploitation du jus de nono ou du kava par l'industrie alimentaire, fleurs coupées, etc.) pour autant qu'elles se situent bien dans une perspective d'exploitation et de valorisation directes. Tout transfert de la ressource, à titre gratuit ou onéreux, ou tout transfert d'autres ressources qui auraient été capturées ou prélevées à titre accessoire, au profit d'un tiers ayant pour but d'en faire une valorisation indirecte, sera interdit sauf APCC de l'autorité compétente. C'est ainsi que, sans APCC, une entreprise pharmaceutique ne saurait récupérer auprès des pêcheurs les captures annexes de leur activité de pêche (algues, micro-organismes, etc.). Il doit en être de même dans le cas où une entreprise entendrait mener des opérations de recherche hautement technologiques (par exemple, utilisation d'un gène de la plante ou synthèse d'une molécule) à partir d'une ressource commercialisée telle que le nono.

Ainsi conçu et défini en extension, le principe du consentement préalable vise à donner à la Polynésie française les moyens de tirer au mieux avantage de ses ressources biologiques, que ce soit pour avoir fourni le substrat matériel de l'innovation, ou pour compenser les pertes liées au fait que ce substrat peut être remplacé en totalité par des produits ou processus issus de la chimie de synthèse, du génie génétique, etc.

### ***L'accord de transfert de matériel***

Dans le cas où la collecte de matériel biologique est autorisée, il convient d'en préciser les conditions de réalisation. À cet effet, la signature d'un contrat (appelé de façon générique « accord de transfert de matériel », ou ATM) constitue le mécanisme le plus adapté. Il permet en effet de déterminer les droits et les obligations de chacune des parties.

### **Loi vs contrat**

Qui dit contrat dit théoriquement liberté des contractants de s'engager selon des termes « mutuellement convenus ». Pourtant, en ce qui concerne la prospection de ressources biologiques, il paraît nécessaire que la loi donne un cadre à cette liberté, ne serait-ce que pour la raison suivante. Dans ce domaine sont en jeu des intérêts publics, qui requièrent que la loi fixe une série de dispositions auxquelles ces contrats ne peuvent déroger. Au demeurant, cela n'aurait rien de spécifique à la prospection de la biodiversité : le contrat médical ou le contrat de consommation doivent ainsi obéir à des dispositions telles que l'obligation d'informer le patient, le délai de rétractation du consommateur, etc.

### **Quel type de contrat ?**

Le contrat entre les parties prenantes doit-il se borner à organiser les opérations de prospection pour la recherche ou doit-il anticiper d'emblée sur d'éventuels développements commerciaux ? Il y a matière à débat entre deux types de contrat : le contrat de recherche et le contrat commercial.

S'agissant de valorisation différée, comme c'est le cas pour la majorité des programmes de bioprospection, la question des modalités de partage des avantages entraîne souvent de longues, difficiles et coûteuses négociations. Il apparaît plus expédient de s'en tenir initialement à un contrat de recherche, à la condition expresse d'y faire figurer l'obligation pour l'utilisateur de renégocier un nouveau contrat avec le fournisseur, dans le cas d'une valorisation industrielle ou commerciale. Afin d'éviter tout malentendu, il convient en effet de poser que cette obligation vaut si un brevet est déposé ou si un produit est commercialisé, car le produit final ne sera pas nécessairement protégé par un brevet. En tout état de cause, il faut donc éviter de délivrer une licence ou un permis de collecte à visée de recherche scientifique sans y prévoir expressément qu'en cas de développement d'une innovation, un accord de partage devra être négocié.



### Dispositions contractuelles d'ordre public

Dans l'ATM, nombre de dispositions relèvent, bien entendu, de la liberté des contractants, par exemple, les lieux de la collecte, l'exclusivité et la durée de celle-ci. Mais y seront également stipulées les dispositions prévues par la loi, auxquelles les contractants ne pourront déroger :

- En matière d'accès sous condition d'utilisation durable ;
- En matière de partage des avantages.

Le partage des avantages est susceptible de revêtir diverses modalités : bénéfiques immédiats ou à long terme, financiers ou en nature. Sans entrer dans le détail de ces modalités (à peser au cas par cas), trois observations générales peuvent être formulées :

- Le principe d'un partage des avantages doit être mentionné dans le texte de loi comme un principe d'ordre public, auquel les prospecteurs ne peuvent déroger.

- En fait d'avantages à court terme, un ensemble de raisons fait apparaître plus intéressant d'envisager l'option prestations en nature, l'utilisateur par exemple s'engageant à apporter une aide technique.

- Enfin, il faut avoir conscience de ce que toute perspective de partage à terme risque de n'être qu'une coquille vide si les dispositions à cet égard ne sont pas complétées par des dispositions organisant le contrôle des différentes opérations.

### Les moyens de contrôle

Le contrôle du respect des dispositions contractuelles est assurément l'un des aspects les plus difficiles à mettre en œuvre. Le fournisseur du matériel doit avoir la possibilité d'exercer un contrôle sur chacune des étapes allant du prélèvement au développement d'un produit, faute de quoi la perspective d'un partage équitable des avantages devient bien incertaine :

- Contrôle de la prospection *stricto sensu*, afin, au minimum, d'identifier précisément ce qui est collecté et d'en mesurer l'impact environnemental.

- Contrôle des transferts successifs des spécimens collectés : une disposition du contrat doit prévoir les moyens d'un tel contrôle. Toujours est-il que la meilleure formule semble celle par laquelle le prospecteur s'engage purement et simplement à ne pas transférer les spécimens collectés à des partenaires non mentionnés dans le contrat. Il n'y a pas à redouter qu'une telle disposition soit dissuasive. Les instituts de recherche commencent à être rom-

pus à cette pratique. Quant aux entreprises, à l'heure actuelle nombre d'entre elles, désireuses de conserver l'exclusivité *de jure* ou *de facto* des spécimens, y demeurent favorables, même si d'autres commencent à y renoncer afin de multiplier les opportunités de valorisation.

- Contrôle des travaux du co-contractant : dans l'attente d'un hypothétique accord international sur le contrôle aval des brevets, le contrôle des travaux de recherche et développement doit être organisé par le contrat lui-même. Plusieurs dispositions peuvent être prévues : la meilleure, parce que la mieux à même d'assurer le retour d'informations sur l'avancement des travaux de recherche, est la conclusion de conventions associant aux recherches des institutions scientifiques locales (universités, centres de recherche) ou régionales.

S'il est illusoire et vain de rechercher un contrôle absolu, la combinaison des dispositions venant d'être mentionnées n'en est pas moins nécessaire pour permettre à la Polynésie française de maîtriser l'évolution des recherches auxquelles ses ressources donneront matière.

## **APPROCHE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE**

Quels sont les éléments à prendre en compte pour offrir les meilleures chances de viabilité économique aux filières de production à lancer ou à soutenir dans le but de donner une dimension nouvelle à la valorisation des substances naturelles polynésiennes ? Nous retiendrons ici deux axes principaux :

- les paramètres économiques, techniques, réglementaires, auxquels ces filières doivent satisfaire,

- les principes à observer en fait de protection des produits qui en sont issus, étant entendu que :

- d'une part, les paramètres environnementaux, socle d'un développement durable, seront au premier plan des orientations proposées *infra* comme perspectives de valorisation ;

- d'autre part, les appuis techniques aux filières de production (qui sont à rechercher auprès des services centraux spécialisés : Onippam, Iteipmai ...) n'entrent pas dans le périmètre de l'expertise ; cependant en raison de l'acuité de ces questions pour les décideurs locaux, on a sollicité l'avis d'experts venant du secteur industriel, chargés de la veille technologique et des filières d'approvisionnement.

## Pour des filières<sup>19</sup> viables : les conditions de base

### **Une ressource stable, une production de qualité, des prix compétitifs**

Pour être viables et jouer pleinement leur rôle économique, les filières doivent répondre à un certain nombre de conditions. En effet, injecter de l'argent ou des moyens (ce qui revient au même) ne devrait être envisagé que lorsqu'il existe une probabilité raisonnable de succès ou de progrès. L'engagement de programmes de développement non maîtrisés aboutit généralement à des échecs qui découragent les tentatives ultérieures (les exemples ne manquent pas, y compris en métropole...). Trois conditions de base s'imposent.

#### **Stabilité**

La condition *sine qua non* du développement d'une filière de valorisation est la mise à disposition d'une matière première naturelle, cultivée ou collectée, *stable en quantité*. Cette exigence de stabilité doit prendre en compte les phénomènes de saisonnalité mais aussi les aléas climatiques, par la mise en place d'une logistique adaptée : dispersion des cultures, stockage, pré-transformation...

#### **Qualité**

L'objectif n'étant pas de produire une ressource naturelle mais bien d'alimenter des activités de valorisation, il est nécessaire d'assurer aux industries transformatrices des approvisionnements répondant à des *critères de qualité spécifiques*, définis à l'avance.

#### **Prix**

Le prix auquel est proposée la « matière première » doit être suffisamment attractif pour permettre la mise en place d'une filière de valorisation viable. Il s'agit sans doute, dans le cas de la Polynésie française, d'un des points les plus critiques. Le surcoût lié à l'insularité et au système social français rend incertaine la compétitivité de certaines productions. C'est en particulier le cas pour des ressources largement répandues au niveau mondial comme le tamanu. La compétition des pays à faible coût de main-d'œuvre ne sera supportable que s'il est possible de valoriser *une spécificité locale forte*, fondée sur la qualité ou l'image.

<sup>19</sup> La notion de filière est ici entendue comme la structure économique permettant de mettre à la disposition du transformateur (industriel ou artisanal) de la matière première (végétale ou autre) nécessaire à son activité. La partie aval de cette filière (transformation industrielle en produit semi-fini ou fini) n'est pas incluse dans cette définition car elle est trop diversifiée.

**Pour mettre en place de nouvelles filières****Partir des besoins du marché**

Il ne peut y avoir de développement d'une filière de production que s'il existe un besoin réel du marché pour ce produit. Toute autre démarche relève plus d'un traitement social que d'un traitement économique. En général, on ne peut que constater l'échec des projets de développement reposant sur une démarche du type : « Nous disposons d'un produit que nous savons produire en quantité. Nous allons le commercialiser et *in fine* nous verrons s'il y a des clients... ». Parallèlement, la démarche consistant à aller voir un industriel pour lui demander : « De quelle plante, ou organisme-source, avez-vous besoin ? Nous pouvons la produire ou en développer la culture pour vous », est également vouée à l'échec. Lorsque le besoin industriel est avéré, l'utilisateur a depuis longtemps élaboré sa stratégie d'approvisionnement.

Il est donc important de procéder à l'identification des besoins du marché avant d'engager tout investissement, humain et matériel. C'est particulièrement vrai pour des initiatives qui viseraient le marché des produits cosmétiques, marché à la fois très attractif et très difficile. On se reportera à cet égard à la note « Sur le secteur de la cosmétologie » (Annexe 2) : le débat qu'elle reflète illustre bien la complexité et l'imprévisibilité de ce marché.

À ce stade, il serait sans doute pertinent de recourir, en appui ponctuel ou à plus long terme, aux conseils d'organismes officiels tels que l'Onippam dont la connaissance du marché des plantes, national et international, à la fois au niveau de la production et des débouchés, peut se révéler précieuse.

Mais c'est parfois ultérieurement, lors de la phase de recherche-développement, que le besoin du marché se révèle plus important que prévu à l'origine. Il est alors très intéressant, dans le cadre d'un partenariat avec l'utilisateur, d'avoir anticipé la mise en place des conditions de production. En règle générale, cette stratégie qui suppose une proximité de contact avec les utilisateurs, peut s'avérer extrêmement payante pour deux raisons :

- les contacts fréquents permettent d'instaurer la confiance, nécessaire pour un projet à moyen ou long terme ;
- l'étude d'un projet dès la phase R&D permet de prendre une longueur d'avance sur d'éventuels concurrents.

Les remarques précédentes concernaient d'éventuels produits nouveaux. Dans le cas d'un produit élaboré ou semi-élaboré ayant déjà, traditionnelle-

ment, un marché sur le territoire, une autre approche, plus institutionnelle, consisterait à en étudier le potentiel d'introduction sur les marchés extérieurs. Cette démarche implique un investissement initial, de dimension raisonnable, dans des études qui, confiées à des cabinets spécialisés, sont à mener au plan économique et réglementaire, ce qui nous conduit au point suivant.

### **Prendre pleinement en compte l'environnement réglementaire**

Pour les substances naturelles ou les produits issus de telles substances, un élément essentiel d'appréciation de leur potentiel économique – notamment en termes de dimension du marché, et même de pure et simple possibilité de mise sur le marché – est déterminé par l'environnement réglementaire. En effet, des législations multiples et complexes régissent les modalités et conditions d'utilisation des plantes en tous domaines. Mais c'est plus particulièrement vrai encore dans ces domaines qui sont à la fois très demandeurs, très « porteurs » et en même temps très sensibles : la santé ou la cosmétique.

Il convient tout particulièrement de tenir compte de la législation sur les médicaments et compléments alimentaires à base de plantes, actuellement en pleine évolution, de manière à orienter les options de valorisation vers les filières les plus accessibles et les plus intéressantes pour la Polynésie française.

#### *Les produits médicamenteux*

Trois cas de figure peuvent être rencontrés :

■ Le cas général : le médicament à base de plantes est traité comme tout médicament. Il est donc tenu de répondre à l'ensemble des exigences du dossier standardisé (en 5 modules) de demande d'autorisation de mise sur le marché (AMM). On connaît la longueur du processus et la lourdeur de ses protocoles, notamment celle des études cliniques.

■ Les produits à « usage médical bien établi » : sous condition de remplir les critères de définition, ils bénéficient, par dérogation, d'un sensible allègement du dossier d'AMM, allègement portant sur les études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques.

■ Les produits d'« usage traditionnel » : ils relèvent encore, pour l'heure, de la seule législation nationale. Mais c'est le secteur où sont attendues les plus importantes évolutions, avec l'adoption ou la refonte des principaux textes de référence. En effet, la nouvelle directive européenne, adoptée en décembre 2003 et publiée en 2004, doit entrer en vigueur à partir du 30 octobre 2005, alors qu'à la même échéance, devrait disparaître le Cahier

de l'Agence n° 3. À signaler également la révision en cours de la « Liste alphabétique des plantes médicinales de la pharmacopée française », attendue dans la même période.

#### *Les produits alimentaires*

Deux cas de figure peuvent se présenter :

■ Les denrées considérées comme « traditionnelles » : moyennant l'adéquation à quelques critères (par exemple, une allégation exclusivement alimentaire et sans aucune revendication thérapeutique), leur commercialisation ne requiert aucune procédure d'AMM.

■ Les produits innovants, revendiquant une ou plusieurs allégations relatives à la santé : il y a obligation de soumettre à l'Afssa un dossier complet, complexe et en fait très proche du dossier d'AMM requis pour les médicaments.

#### *Les compléments alimentaires*

Une directive européenne en donne la définition et la liste (ainsi que celle des nutriments) : « [...] *source concentrée de nutriments ou d'autres substances – vitamines et sels minéraux dans un premier temps – ayant un effet nutritionnel ou physiologique* [...] ». Les compléments alimentaires sont commercialisés sous forme de doses (ex. gélules, comprimés, sachets de poudre...). Toutefois, la notion d'« effet physiologique » reste à clarifier, car elle se retrouve aussi bien dans la définition du médicament que dans celle du complément alimentaire. Une réglementation européenne sur les denrées alimentaires à allégation de santé est en cours d'élaboration et devrait permettre une délimitation plus précise entre les domaines « santé » et « alimentation ». En juillet 2007 au plus tard, la Commission présentera un rapport et des mesures appropriées concernant d'autres catégories de nutriments (ayant un effet nutritionnel ou physiologique) utilisés dans les compléments alimentaires, comme les acides gras essentiels, les fibres, les plantes, les herbes aromatiques et leurs extraits, qui ne sont pas concernés pour l'instant par la directive 2002/46/CE. C'est une question à suivre de très près dans les trois ans à venir, dans la mesure où les ressources végétales exploitables identifiées par les experts sont des candidats pour ce secteur d'activité en pleine expansion, la directive mentionnée plus haut ayant fixé à 2007 la date-butoir pour l'harmonisation des réglementations concernant ces produits.

#### *Les produits cosmétiques*

Tous les produits correspondant à la définition qu'en donne la directive 76/768 CEE doivent se soumettre à la législation que ce texte a mise en place. Ainsi, l'étiquetage des produits cosmétiques doit comporter la liste de

la totalité des ingrédients. En cosmétologie, tous les végétaux sont autorisés s'ils ne figurent pas sur la liste des plantes réputées toxiques (annexe II de la directive). Toutefois, les colorants, naturels ou synthétiques, font l'objet d'une liste positive d'autorisation.

De ce bref repérage, il ressort que les années 2003-2004 marquent un tournant décisif dans le devenir des produits à base de plantes, puisqu'il y a, comme nous l'avons vu, refonte ou mise à jour des textes fondamentaux. Une démarche gagnante consisterait à anticiper sur les réglementations en préparation, ce qui implique, pour le territoire et pour les organisations professionnelles des secteurs concernés de se doter d'un *dispositif de veille* à même de suivre l'évolution de ces dossiers et de tenir les acteurs en alerte.

#### **Organiser les conditions d'obtention de la ressource**

La possibilité de création d'une filière sur le territoire polynésien est fonction d'un certain nombre de conditions matérielles quant à la disponibilité de la ressource. Nous en rappellerons ici les principales :

- Si la ressource est suffisamment disponible à l'état sauvage, une structure de collecte doit pouvoir être organisée dans des conditions respectueuses de la pérennité de la ressource, ce qui implique la mise en place de plans de gestion de la ressource prenant en compte l'impact du prélèvement.

- La main-d'œuvre nécessaire doit être disponible.

- La culture de la plante doit être possible. S'il s'agit d'une plante sauvage, un programme de domestication doit être mis en place avec succès.

- Les terrains nécessaires doivent être disponibles. À cet égard, la faible superficie de l'archipel, son morcellement géographique et la structure de son foncier représentent des obstacles réels, pas forcément insurmontables mais dont il conviendra de se préoccuper.

#### **Réunir l'environnement technique adéquat**

Une filière de production structurée n'est pas une entité autarcique, totalement indépendante du milieu qui l'entoure. Pour en assurer la mise en place et le développement, il convient donc d'établir les articulations et les synergies nécessaires avec le tissu économique local.

Un premier atout est la présence de structures de recherche, fondamentale et appliquée, à même d'apporter l'appui scientifique et technique nécessaire. Dans le domaine qui nous intéresse ici, les compétences recherchées émaneront principalement :

■ des laboratoires de chimie et de biochimie qui se chargeront de la connaissance fondamentale de la composition de la plante (ou autre ressource) mais qui assureront aussi, par exemple, la mise au point des méthodes d'analyse nécessaires au suivi des programmes de sélection agronomique ou à l'évaluation des ressources sauvages. Si la partie connaissance fondamentale peut être assurée par un laboratoire géographiquement éloigné, la partie analytique doit impérativement être réalisée sur place. La rapidité de réponse et l'implication de laboratoires de chimie et/ou de biochimie dans les programmes de sélection sont des facteurs clés du succès.

■ des laboratoires de biologie au sens large : là aussi, la partie fondamentale (botanique, écologie...) peut être effectuée par des laboratoires éloignés. En revanche, les domaines appliqués, en particulier l'agronomie et les sciences conjointes, doivent impérativement disposer à la fois de laboratoires sur place et de moyens d'expérimentation « au champ », sous forme de parcelles d'essais ou de fermes expérimentales.

Un deuxième atout est l'existence sur le territoire de filières économiques proches, dont les moyens techniques, les infrastructures et le savoir-faire pourront être utilisés en coopération.

L'horticulture constitue à cet égard un bon exemple. Ses moyens techniques et son savoir-faire sont nécessaires à la production en masse de semences, de jeunes plants, à la multiplication des plantes, à la propagation et à la conservation *in vitro* du matériel génétique d'intérêt.

Pour les phases de traitement industriel, la présence d'une industrie alimentaire peut se révéler très intéressante en fournissant des possibilités de première transformation sur place (voir le jus de nono produit par l'entreprise Jus de Fruits de Moorea pour la société Morinda). Dans le même ordre d'idées, le recours à des systèmes de séchage (fours) employés en industrie alimentaire peut être précieux pour la déshydratation de ressources végétales et leur préservation en vue d'une utilisation ultérieure. L'absence de cette possibilité technologique est souvent un obstacle au bon développement de la filière. La proximité technologique entre l'agro-alimentaire et les industries de première transformation des ressources naturelles permet une synergie qui doit être exploitée par un recensement systématique des possibilités technologiques offertes sur place.

En règle générale, une bonne connaissance de l'environnement technico-industriel local est un préalable important. Ce travail d'inventaire et de mise en réseau des potentialités offertes permet un gain de temps et de moyens appréciable.



Au-delà de ce travail local, un appui doit être recherché auprès d'organismes spécialisés de la filière plantes médicinales et aromatiques. Outre l'Onippam déjà cité, on mentionnera des centres techniques comme l'Iteipmai ou autres, spécialisés dans la recherche agronomique. Leur expérience, à la fois technique et économique, de ce secteur qui se présente comme une multitude de micro-marchés, sera précieuse.

### **Apprécier l'environnement « psychologique »**

La volonté exprimée par les producteurs potentiels de ressources naturelles de s'engager dans cette voie est un facteur essentiel de réussite, faute de quoi la démarche est condamnée à plus ou moins long terme, quelle que soit la volonté des autorités politiques et administratives de privilégier cette option. L'exemple de la filière nono et des signes comme la mise en place du GIE monoï sont à cet égard des éléments encourageants. En effet, l'auto-organisation des producteurs, avec le soutien des autorités, sous forme de coopératives ou de groupements de producteurs est un signe positif de leur engagement dans cette démarche, et peut faire envisager par la suite la mise en place d'un instrument de régulation des marchés permettant la gestion des crises.

### **Les conditions de pérennisation des filières**

Une fois la filière mise en place, il importe d'assurer son avenir. Dans cette optique, il convient d'agir sur différents registres.

Les actions de communication sont parmi les premières à étudier. La production d'une ressource naturelle, brute ou transformée, doit s'accompagner de sa promotion.

■ S'il s'agit d'une matière brute ou peu transformée, destinée à être utilisée comme ingrédient de formulation, quel que soit le secteur économique visé, il est judicieux de travailler avec un distributeur, de préférence international, bien introduit chez les utilisateurs potentiels. Ce dernier sera le plus à même de procéder au travail long et fastidieux d'approche et de démarchage des clients. En parallèle, des actions de marketing direct (participation aux salons professionnels internationaux, site Internet, publicité dans la presse écrite...) peuvent être mises en œuvre, éventuellement en partage de frais avec le distributeur.

■ S'il s'agit d'un produit fini, la communication dépendra de la stratégie de marketing/vente envisagée. Mais dans tous les cas, s'agissant de produits originaires d'un territoire géographiquement isolé comme la Polynésie française, une stratégie Internet est le minimum requis.

Une R&D prospective doit également être définie. Cette action peut être gérée par les organes professionnels de producteurs. Ses tâches consisteraient :

- à prévoir (si possible) l'évolution technologique du produit et à planifier les travaux de développement à effectuer ;
- à lancer des programmes d'amélioration génétique et/ou agronomique ;
- à développer des programmes de caractérisation et d'objectivation des activités biologiques des ressources naturelles produites ;
- à mettre en place des programmes d'étude pour défendre le produit contre les imputations de nocivité dont il pourrait faire l'objet. Il s'agirait d'entreprendre, par exemple, des études toxicologiques sur le modèle de l'étude clinique lancée par les producteurs français d'huiles essentielles de lavande et de lavandin. Le *kava* entre bien dans ce cadre : la mise en place d'études toxicologiques visant à préciser son innocuité ou les conditions de son éventuelle toxicité est le type même de tâche qui pourrait être gérée par une structure scientifique, émanation d'une interprofession territoriale ou régionale.

À partir du moment où un produit est entré en production, la démarche initiale de prospective économique est à poursuivre avec un contenu nouveau. Il s'agira d'évaluer l'évolution des marchés existants, d'identifier de nouveaux marchés, d'étudier la concurrence. Cette *veille économique* permettra également de piloter la mise en place des programmes scientifiques nécessaires et d'assurer les arbitrages pour l'attribution des moyens requis.

En conclusion, il est difficile de donner des orientations plus précises concernant la mise en place de filières de production, compte tenu du caractère très prospectif de cette étude. Il convient toutefois de souligner d'abord les points suivants :

- Ces actions de développement sont à conduire à partir des demandes du marché.
- Elles conservent un caractère aléatoire lié au succès des produits sur le marché.
- Du fait de la taille et de l'isolement de son territoire, mais aussi de la nature des produits dont il s'agit, il semble opportun pour la Polynésie française d'insérer ses actions autant que faire se pourra dans une démarche régionale, au sein de la Communauté du Pacifique Sud.
- Enfin, le souci d'assurer la réussite commerciale durable des produits issus de la biodiversité polynésienne, et donc la pérennité des filières qui les produisent, implique de concevoir et de mettre en place un dispositif de pro-

tection légale bien adapté aux produits eux-mêmes et aux marchés visés. Tel est l'objet du développement suivant.

### **Principes et modalités de protection des produits**

Quelles sont les dispositions permettant de commercialiser de façon rentable et durable des produits issus de la biodiversité polynésienne, et ainsi d'optimiser leur valorisation économique ? Donner à ces produits une identité juridiquement reconnue permet de protéger de la concurrence, de l'adultération et de la contrefaçon, leurs caractéristiques tant matérielles qu'intellectuelles, autrement dit, l'authenticité des substances et/ou l'originalité des savoir-faire qui leur sont spécifiques.

Mais avant d'examiner les types de protection envisageables, il convient de rappeler quelques considérations générales dont une démarche de protection doit tenir compte :

- Une protection ne se justifie que s'il y a un marché, une demande réelle pour le produit, des débouchés au moins locaux, une certaine concurrence.
- Toute protection ayant un coût, il convient d'estimer si les avantages attendus sont proportionnés à ce coût.
- Les mesures de protection ne se substituent pas aux investissements nécessaires à la promotion de la qualité du produit concerné.

#### ***Deux types principaux de protection sont à distinguer***

- L'indication géographique (IG) : déclinée en appellation d'origine simple (AO) et appellation d'origine contrôlée (AOC), elle consacre le lien fort du produit à un terroir. Elle nécessite une bonne organisation des producteurs et de la filière, ainsi que le soutien des pouvoirs publics.
- La marque : elle assure une bonne protection juridique au plan international. C'est le système qui prévaut dans une grande partie du monde, et notamment aux États-Unis.

Marque et indication géographique ont en commun de protéger la réputation d'un produit, plutôt que l'innovation, mais aussi d'être bien adaptées à la protection des productions agricoles, et de s'appliquer à des marchés segmentés, où la concurrence se fait sur la différenciation des produits plutôt que sur le prix. Mais elles diffèrent de nature et d'extension (voir encadré ci-après), de sorte que leur coexistence sur un même marché n'est pas envisageable. Une indication géographique ne pourra s'imposer sur un marché où une marque homonyme existe

déjà. Il convient donc d'opter pour l'un ou l'autre mode de protection, selon le produit concerné et selon le marché visé, sur la base de données très précises.

La marque est adaptée	L'indication géographique est adaptée
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ aux produits pour lesquels <b>le lien au terroir est distendu</b></li> <li>■ aux produits dont la zone de production est trop grande ou trop petite               <ul style="list-style-type: none"> <li>■ aux produits tirant leur spécificité d'un <b>assemblage</b> ou d'une <b>sélection des intrants</b></li> </ul> </li> <li>■ aux produits soumis à une forte <b>variabilité du marché</b> et réalisés par un <b>collectif de producteurs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ aux produits nécessitant <b>une protection internationale forte</b></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ aux produits marqués par une forte <b>typicité</b></li> <li>■ aux produits bénéficiant d'un <b>marché local</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ aux produits <b>haut de gamme</b></li> <li>■ aux produits présentant des caractéristiques communes</li> </ul> </li> </ul>
C'est le seul système reconnu <b>aux États-Unis</b> .	Le système est reconnu <b>en Europe</b> .

Source : contribution BOISVERT (voir CD-ROM).

Pour les mêmes raisons, toute suggestion en matière d'organisation/réorientation de filières doit reposer sur une information très diversifiée et détaillée. Il serait à cet égard particulièrement précieux de disposer, pour de futures initiatives, d'un bilan de l'expérience AO « Monoï de Tahiti » et d'autres tentatives de développement de filières, mais aussi de suivre attentivement les initiatives régionales concernant la biodiversité, sa valorisation et la protection des ressources qui en sont issues.

#### **Les indications géographiques (IG)**

Elles s'appliquent à un espace donné, pour un produit donné, et tous les producteurs présents dans la zone protégée peuvent en bénéficier à condition de remplir les conditions fixées par le cahier des charges. Ce sont donc des droits collectifs, inaliénables.

Ces droits portent non pas sur l'innovation mais sur la réputation du produit, ce qui implique à la fois un certain savoir-faire dans la production, éventuellement des traditions, mais aussi une reconnaissance du produit et

de ses particularités de la part du public. Les IG permettent ainsi de développer un marché visant une clientèle de consommateurs sensibles aux notions de terroir, d'environnement, de traditions socio-culturelles. En revanche, elles ne sont pas adaptées aux « nouveaux produits », ou n'en concerneront que la matière première. Pour obtenir une indication géographique, il faut en effet que l'application que l'on se propose de valoriser soit la même que l'utilisation traditionnelle. Signalons que, dans l'Union européenne, elles peuvent se présenter sous plusieurs déclinaisons (« appellation d'origine », « indication géographique protégée », « spécialité traditionnelle garantie »). Si le marché visé est le marché européen, cela offre la possibilité de choisir la formule la mieux adaptée au produit à protéger.

Elles réclament un fort encadrement institutionnel et organisationnel : conseil technique, assistance juridique, formation. En revanche, les besoins technologiques sont faibles.

Les indications géographiques en tant que telles font l'objet d'une protection internationale depuis l'accord de Lisbonne (1958) pour la « Protection des appellations d'origine et leur enregistrement international ». Les indications géographiques doivent d'abord faire l'objet d'une protection dans le pays d'origine pour pouvoir prétendre à l'inscription dans ce registre international, géré par l'Ompi<sup>20</sup>. La protection conférée est très forte, et les critères si stricts que seuls 20 pays ont adhéré à l'accord, ce qui en réduit considérablement la portée. Ce système international, réaménagé par l'accord Adpic<sup>21</sup>, bénéficie essentiellement aux pays européens qui représentent 95 % des appellations enregistrées.

La protection internationale des indications géographiques est explicitement garantie par l'accord Adpic (articles 22 à 24). Les produits déjà protégés par une indication géographique dans leur pays d'origine le sont dans l'ensemble des pays membres, et il est impossible d'utiliser comme nom de marque un nom protégé par une appellation géographique. Il existe toutefois des exemptions à cette protection :

<sup>20</sup> L'Ompi, Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, est une agence des Nations unies qui compte 180 États membres. Sa mission est de « promouvoir la protection de la propriété intellectuelle » et de coordonner les politiques mondiales de brevets, droits d'auteur et marques déposées.

<sup>21</sup> L'accord sur les Adpic (« Aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce », en anglais TRIPS), signé en 1994 dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), a pour but d'intégrer les droits de propriété intellectuelle (droits d'auteur, marques de fabrique ou de commerce, brevets, etc.) dans le système GATT/OMC.

■ Si le nom est considéré comme générique et déjà largement employé sans référence à la zone d'origine initiale du produit ;

■ Si le nom a déjà été déposé comme nom de marque avant la demande de protection par une indication géographique. Autrement dit, quand des noms de produits associés à une origine géographique, voire des toponymes, ont déjà été déposés comme noms de marques par des firmes étrangères, il est trop tard, la protection n'est pas rétroactive ;

■ Si le produit a cessé d'être fabriqué dans la région dont il est originaire ou s'il n'est pas protégé dans son pays d'origine.

En résumé, on soulignera que l'IG est surtout adaptée aux produits finis directement vendus aux consommateurs. Appliquée à des ingrédients intermédiaires utilisés par des industriels dans des formulations, elle induit en revanche des contraintes de formulation supplémentaires (pourcentage incorporé) qui sont susceptibles d'entraver le développement de son utilisation. En témoigne l'exemple de l'huile essentielle de lavande dont l'AOC a failli disparaître par manque d'utilisation ; à l'heure actuelle, la principale utilisation de cette AOC concerne, non pas les gros volumes d'huile essentielle utilisés par les industriels, mais les petites quantités vendues directement pour l'aromathérapie. Ce type de certification est également de peu d'intérêt pour le secteur pharmaceutique, qui ne peut le valoriser.

### **Les marques**

Contrairement aux indications géographiques, les marques sont la propriété d'individus ou de groupes qui peuvent les céder, les vendre ou les léguer et qui conservent le droit d'utiliser leur marque s'ils délocalisent la production. Les produits concernés peuvent éventuellement évoquer la tradition ou une relation particulière au terroir si tels sont les attributs que la communication de l'entreprise entend mettre en avant, mais elle n'est en aucun cas tenue d'apporter la preuve de telles allégations. De ce fait, la marque peut protéger de nouveaux produits, des utilisations nouvelles de plantes qui sont l'objet de pratiques traditionnelles, ou des préparations dans lesquelles l'ingrédient traditionnel n'intervient que de façon marginale.

La plus forte contrainte de ce mode de protection est probablement son coût global élevé : coût de la procédure de dépôt de la marque, coût de l'effort (permanent) de marketing, coût des services juridiques indispensables pour surveiller et poursuivre les contrefaçons et autres atteintes au droit des marques, etc.

Dans le cadre de cette expertise collégiale, deux déclinaisons de la marque peuvent être intéressantes : d'une part les marques collectives ; d'autre part, les marques certifiées.

■ Les marques collectives sont détenues et gérées par un groupement de producteurs, un syndicat professionnel ou une association, par exemple. Comme c'est le groupement de producteurs détenteur de la marque collective qui décide des conditions de son utilisation, il y a par cette voie, possibilité d'installer un cadre assez proche de celui de l'indication géographique, mais nettement moins contraignant. Il n'y a par exemple pas d'obligation de démontrer le caractère traditionnel de l'activité, ni l'origine locale de tous les intrants.

■ Ces marques collectives peuvent être certifiées, ce qui implique le recours à une organisation tierce garantissant que les arguments mis en avant par les détenteurs de la marque (origine du produit, méthode de production employée...) sont authentiques. Ce mode de protection est utilisé notamment par des communautés amérindiennes pour le marketing de leurs produits artisanaux. Très développé en Amérique du Nord, il commence à s'étendre en Amérique du Sud : la certification est assurée par les organisations autochtones ou les administrations en charge des autochtones. Dans ce cas, il s'agit alors de valoriser les savoir-faire traditionnels plus que la matière première.

### Marques vs IG

Aux États-Unis et au Japon, les noms de marques qui font référence à une origine géographique sont très fréquents. Ainsi, le dépôt de toponymes amazoniens comme noms de marque au Japon a récemment fait grand bruit au Brésil, où il a été dénoncé comme une nouvelle forme de biopiraterie. Dans les conflits pouvant surgir entre marque et indication géographique, cette dernière, on l'a signalé plus haut, ne pourra s'imposer sur un marché où une marque homonyme existe déjà (par exemple, « Tahitian noni » et les multiples noms proches déposés par Morinda Inc. aux États-Unis et en Europe). Il est donc inutile d'investir dans une indication géographique si on vise les marchés des États-Unis et du Japon. La marque, y compris à référence géographique, est plus adaptée.

Une double protection est possible. Certains producteurs à l'intérieur d'une zone couverte par une indication géographique peuvent commercialiser leur produit sous un nom de marque, ce qui leur permettra de tirer seuls les fruits de stratégies de communication ou de marketing plus ciblées et d'investissements publicitaires.

**Autres options envisageables en fait de « signes de qualité »**

On peut envisager la certification « bio » selon les directives européennes en vigueur. Il s'agit *a priori* d'une solution tout à fait conforme au contexte local :

- Elle est adaptée aux productions de petite surface.
- Elle nécessite un surcroît de main-d'œuvre par rapport au mode de production dominant.
- Elle bénéficie d'une bonne image auprès des consommateurs des pays développés.
- Elle permet un prix de vente plus attractif.
- Le mode de production « bio » est maintenant reconnu pour les ingrédients et les produits de cosmétologie.

Cette certification est particulièrement adaptée aux produits alimentaires et désormais, dans un contexte qui reste à étudier en raison de la nouveauté des textes, aux produits cosmétiques. Dans le secteur pharmaceutique, cette certification ne présente quasiment aucun intérêt, les médicaments étant exclus du champ de la certification bio qui, de plus, renchérit la matière première.

Sur un autre registre, il sera possible, au cas par cas, de discuter avec l'utilisateur des possibilités d'un contrat d'exclusivité sur des productions locales. Cette modalité de travail peut avoir un effet fortement incitatif sur l'utilisateur en lui permettant de développer un marketing exclusif.

Dans ce cas de figure :

- L'industriel doit s'engager en termes de volume et/ou de chiffre d'affaires à réaliser pour ne pas simplement bloquer la voie à un concurrent.
- Le contrat doit porter sur le long terme.
- L'utilisation faite de l'image doit être contrôlée par le territoire concerné.

En conclusion de la réflexion sur les modes de protection, il convient d'attirer l'attention sur la nécessité de distinguer de façon permanente et claire les deux registres qui se trouvaient rassemblés dans le questionnement soumis à l'expertise collégiale. Étudier les possibilités de commercialiser de façon rentable et durable des produits tirés de substances naturelles est en effet une tout autre question qu'identifier des substances à l'activité prometteuse. Le premier pas dans la perspective d'une valorisation économique des substances naturelles est le passage de la *substance* identifiée comme potentiellement intéressante à un *produit*. À cet égard, l'endémisme ou l'originalité des substances ne sont pas forcément des critères adéquats pour définir la



spécificité, voire l'unicité des produits. Ce ne sont pas, en tout cas, des critères suffisants. Sont déterminants aussi les techniques ou savoir-faire mis en œuvre dans la transformation ou l'élaboration d'un produit commercialisable, ses différences par rapport à des produits comparables, les coûts correspondants, etc. Un produit peut être unique sans être tiré de substances naturelles uniques, de même que le caractère unique de certaines substances naturelles ne sera pas forcément reconnu comme tel par le marché. C'est l'objet même des marques que de créer de la différenciation et de distinguer certains produits, à l'identité forte, d'autres plus génériques.

Il n'est par ailleurs pas évident qu'il faille à tout prix et dans tous les cas rechercher la différenciation, la spécialisation à l'extrême ou la production pour des marchés de niche, par définition limités. La plupart des ressources identifiées dans le cadre de l'expertise sont présentes ailleurs dans le Pacifique Sud ou pourraient y être mises en culture. Il faut se poser la question de l'opportunité de développer pour des produits proches une différenciation forte, et donc une forte concurrence, alors qu'une *approche régionale concertée* pourrait se révéler plus avantageuse pour l'ensemble des parties.

### **LES OPPORTUNITÉS DE VALORISATION À COURT TERME**

C'est ici que se rejoignent les deux axes de travail de l'expertise collégiale. En effet, le tableau 6 présenté ci-après permet de passer des *espèces* dont les propriétés sont détaillées dans les fiches correspondantes aux *produits* qui en sont issus et aux *secteurs d'activité* dont relèvent ces produits (colonne 1).

Croisant les apports des chapitres spécialisés, les *indicateurs* figurant aux colonnes 2 à 5 (état de la recherche-développement, impacts environnemental et socio-économique, points forts et points faibles prenant en compte notamment les contraintes réglementaires) visent à éclairer les opportunités de développement des principaux produits polynésiens. Ils sont complétés par des commentaires et recommandations (colonne 6) qui précisent le pronostic et orientent la démarche vers des actions considérées comme de première importance.

Élargissant le champ du tableau 4 à l'ensemble des substances retenues dans le groupe 1, cette grille constitue ainsi le « tableau de bord » de leur valorisation et la matrice des conclusions de l'expertise dans le domaine des substances naturelles d'origine végétale.

**Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »**

<b>PRODUITS ET SECTEURS D'ACTIVITÉ</b>	<b>ÉTAT DE LA R&amp;D</b>	<b>IMPACTS ENVIRONNEMENTAL ET SOCIO-ÉCONOMIQUE</b>
<b>ESPÈCE : <i>Calophyllum inophyllum</i></b>		
– Huile de Tamanu : produit fini ou semi-fini, commercialisation locale <b>INDUSTRIE COSMÉTIQUE</b>	– Caractérisation des qualités spécifiques des huiles locales pour leur promotion comme produits du terroir	– Obtention actuelle essentiellement par cueillette – Plan de gestion de la ressource à mettre en place, si exploitation à plus grande échelle, avec mise en culture pour accompagner une éventuelle augmentation de la demande – Opportunité de diversification des économies insulaires
– Huile de Tamanu : matière première – Ingrédient ou formulation pour : <b>INDUSTRIE COSMÉTIQUE</b>	– Développement de procédés de purification pour l'obtention d'huile à forte valeur ajoutée	– Mise en culture nécessaire en vue d'une exploitation à plus grande échelle pour répondre à une éventuelle augmentation de la demande
Extraits végétaux : source de molécules anticancéreuses <b>PHARMACIE</b>	– Molécules à activités anticancéreuses en développement	– Faibles
<b>ESPÈCE : <i>Gardenia taitensis</i></b>		
Monoï : produit fini ou semi-fini pour : <b>INDUSTRIE COSMÉTIQUE</b> <b>PARFUMERIE</b> (marchés local et international)	– Études en cours ou à poursuivre sur l'amélioration de la qualité	– Culture (mode de production artisanal)
Monoï : matière première (ingrédient ou formulation) <b>INDUSTRIE COSMÉTIQUE</b>	– Études en cours ou à faire sur l'amélioration de la qualité	
<b>ESPÈCE : <i>Ilex anomala</i></b>		
– Boissons caféinées : <b>COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES</b> – Ingrédient de tisanes <b>PHARMACIE</b>	– Plusieurs étapes à franchir (voir fiche produit et contributions Weniger, Barbin et Fourasté sur CD-ROM)	– Plan de gestion de la ressource à mettre en place pour son exploitation, avec essais de domestication

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS
<b>ESPÈCE : <i>Calophyllum inophyllum</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualité de l’huile liée à la ressource polynésienne et/ou au mode de préparation</li> <li>– Possibilité de promotion d’un produit à forte connotation de terroir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Espèce largement répandue dans le Pacifique et l’océan Indien</li> <li>– Un marché local encore réduit, à faible valeur ajoutée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaissance des modes de production encore insuffisante pour étayer une démarche appropriée de valorisation et de protection</li> <li>– Dépôt de marque collective conseillé</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produit (huile) élaboré sur place</li> <li>– Prix élevé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polynésie française mal positionnée pour une production de masse à moins de viser la qualité</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Molécules isolées avec fortes activités thérapeutiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polynésie française mal positionnée compte tenu de l’état d’avancement de la R&amp;D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– S’il y a mise sur le marché de ces molécules, l’huile peut devenir une source renouvelable de pyranocoumarines, intéressante au regard des faibles rendements de leur extraction à partir du latex. Le fait de contenir des molécules dotées de fortes propriétés biologiques risque même d’être un handicap pour une valorisation dans les domaines « compléments alimentaires » ou cosmétique, car l’huile tombe alors sous le coup de la réglementation appliquée aux médicaments.</li> </ul>
<b>ESPÈCE : <i>Gardenia taitensis</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– AOC</li> <li>– Bonne adéquation entre production artisanale et état actuel du marché</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Effets positifs de l’AOC sur les produits locaux à évaluer</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bonne adéquation entre production artisanale et état actuel du marché</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Efficacité trop peu objectivée pour emporter la décision des formulateurs</li> <li>– Demande encore faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Effet négatif possible de l’AOC par les contraintes qu’elle introduit pour les nouvelles formulations</li> </ul>
<b>ESPÈCE : <i>Ilex anomala</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ressource potentielle pour un marché réel, avec bonne probabilité de répondre aux exigences réglementaires spécifiques aux boissons caféinées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plusieurs étapes à franchir avant d’arriver à la production</li> <li>– Insuffisance des données attestant l’ancienneté des usages locaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En priorité : une étude du marché des boissons caféinées (à confier à un cabinet spécialisé)</li> <li>– En fonction de cet éclairage : recherches (chimie-pharmacologie) sur la ressource polynésienne</li> <li>– Recherche sur usages anciens<sup>22</sup></li> </ul>

<sup>22</sup> L’attestation d’usages anciens est un élément important dans la réglementation européenne sur les « médicaments d’un usage bien établi » ou les « médicaments à base de plantes traditionnellement utilisés » (cf. contribution Fourasté sur CD-ROM).

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

PRODUITS ET SECTEURS D'ACTIVITÉ	ÉTAT DE LA R&D	IMPACTS ENVIRONNEMENTAL ET SOCIO-ÉCONOMIQUE
<b>ESPÈCE : <i>Morinda citrifolia</i></b>		
Nono : marché principal : jus et purée du <i>fruit</i> <b>COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES</b> – Ingrédient de jus de fruits en Europe <b>INDUSTRIE ALIMENTAIRE</b>	– Produit bien étudié ( <i>fruit</i> ) – Caractérisation chimique et thérapeutique des <i>feuilles</i> à poursuivre	– Plan de gestion de la ressource à mettre en place pour son exploitation, avec essais de domestication
– Source de molécules anticancéreuses <b>PHARMACIE</b>	– Molécules à activités anticancéreuses et anti HIV en développement	
<b>ESPÈCE : <i>Piper methysticum</i></b>		
– Kava : boisson traditionnelle locale et complément alimentaire <b>COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES</b> – Phytomédicament	– Relance des études sur les effets nocifs des kavalactones, promue à l'échelle régionale – Caractérisation chimique et agronomique des cultivars locaux à poursuivre <sup>23</sup>	– Pas d'impact repérable : consommation marginale en Polynésie française (à l'exception des îles Marquises)
<b>ESPÈCE : <i>Santalum insulare</i></b>		
– Santal blanc : huile <b>PARFUMERIE</b>	– Caractérisation de la ressource polynésienne en cours <sup>24</sup>	– Ressource actuellement très menacée – Long travail de mise en culture avant d'entrer dans la phase de production
<b>ESPÈCE : <i>Tephrosia purpurea</i></b>		
– Extraits des racines : produits phytosanitaires (insecticides, pesticides) <b>PHYTOPHARMACIE</b> – Plante broyée : « engrais vert »	– Espèce bien étudiée, mais l'analyse des roténoïdes de la ressource polynésienne reste à mener	– Ressource abondante et possibilité de culture – Possibilité de fournir des produits peu transformés, donc à faible coût, pour une agriculture raisonnée dans les conditions d'isolement insulaire
<b>ESPÈCE : <i>Vanilla tahitensis</i></b>		
– Vanille <b>INDUSTRIE ALIMENTAIRE</b>	Retenue du fait de son chimiotype original, mais l'espèce est bien étudiée (voir la fiche qui lui est consacrée) et la recherche se situe à présent sur le terrain agronomique ; la filière est bien organisée et fortement soutenue ; bonnes perspectives de rentabilité.	

<sup>23</sup> Ce travail peut être effectué sans grand investissement, dans le cadre d'une thèse. En revanche, la relance des études pharmacologiques visant à démontrer la sécurité du kava est à inscrire dans une démarche régionale, impliquant les autres pays concernés de la zone Pacifique.

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS
<b>ESPÈCE : <i>Morinda citrifolia</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Marché du complément alimentaire à base de fruit en plein essor (mais pour combien de temps encore ?)</li> <li>– <i>Idem</i> pour les feuilles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Marché sensible à la communication ; allégations allant souvent bien au-delà des propriétés objectivées scientifiquement</li> <li>– Nombreux brevets déposés (tous domaines)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Commercialisation largement sous contrôle d'une seule firme, communiquant sur la qualité supérieure du nono de Polynésie française</li> <li>– Toutefois, malgré sa bonne image, le produit local n'est pas assez typifié pour une AOC</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polynésie française mal positionnée sur la R&amp;D de médicaments anticancéreux</li> </ul>	
<b>ESPÈCE : <i>Piper methysticum</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regain de la consommation de la boisson dans la zone Pacifique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Marché du complément alimentaire en forte baisse et dépendant de la réglementation en vigueur</li> <li>– Peu d'avenir en pharmacie, et limité à quelques pays</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produit faisant actuellement l'objet de très vifs débats, à l'issue incertaine (notamment en Europe)</li> <li>– Inscrire les études de caractérisation dans une initiative régionale de préservation des cultivars locaux</li> </ul>
<b>ESPÈCE : <i>Santalum insulare</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ressource polynésienne originale, prometteuse et à forte valeur ajoutée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Longueur des délais pour atteindre la phase de production</li> </ul>	
<b>ESPÈCE : <i>Tephrosia purpurea</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un marché réel en phytopharmacie (agriculture bio) pour une ressource facile à produire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– L'emploi en agriculture biologique soulève des débats sur son innocuité réelle</li> <li>– Des difficultés techniques et financières pour l'exploitation des racines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Suivre de près l'évolution des réglementations dans les pays à forte production « agribio »</li> </ul>
<b>ESPÈCE : <i>Vanilla tahitensis</i></b>		
<p>Retenue du fait de son chimiotype original, mais l'espèce est bien étudiée (voir la fiche qui lui est consacrée) et la recherche se situe à présent sur le terrain agronomique ; la filière est bien organisée et fortement soutenue ; bonnes perspectives de rentabilité.</p>		

<sup>24</sup> Intérêt d'anticiper sur les contraintes réglementaires en vérifiant l'absence des molécules allergènes listées au 7<sup>e</sup> amendement de la « directive cosmétique ».

## LES PERSPECTIVES DE VALORISATION

### L'exemple des substances naturelles marines

Au regard de la grande biodiversité marine et du niveau actuel de connaissance qu'on en a, mais aussi de la pluralité des applications potentielles, il apparaît à l'évidence difficile de concevoir une stratégie unique de valorisation. Il s'agira plutôt de *stratégies diversifiées* en fonction des organismes et des marchés considérés.

Le tableau présenté ci-après illustre cette double diversité, celle des organismes marins et celle des secteurs d'application, qui justifie la pluralité des options stratégiques.

**Tableau 7 – Aperçu des secteurs de valorisation potentielle pour les organismes marins**

<b>Domaines d'application</b>	<b>Organismes considérés</b>	<b>Molécules (exemples)</b>
<b>Cosmétologie et dermo-cosmétologie</b>	Macro-algues Micro-algues Cyanobactéries Bactéries Champignons	Métabolites secondaires Exopolymères, oligomères, Enzymes
<b>Environnement (ex. : antifouling, détoxification, ...)</b>	Macro-algues Micro-algues Cyanobactéries Bactéries	Enzymes Polyesters biodégradables Exopolymères Biocapteurs
<b>Industrie pétrolière (ex. : récupération assistée du pétrole)</b>	Bactéries	Exopolymères
<b>Agro-alimentaire</b>	Tous organismes	Enzymes, exopolymères, métabolites
<b>Pharmacologie/santé</b>	Tous organismes	Tous métabolites

Source : contribution Guézennec, Debitus (CD-ROM ci-après).

Pour mieux éclairer ce tableau, rappelons que :

- Du fait de l'étendue en latitude de son territoire, la Polynésie française présente une diversité biologique intéressante, à savoir des organismes tropicaux au nord et tempérés aux îles Australes.

- Du fait de la dispersion géographique des archipels de Polynésie, l'inventaire taxonomique reste limité aux principales îles des archipels de la Société, des Tuamotu et des Australes (Atelier biodiversité de Rapa en 2002).

- Par ailleurs, seuls les groupes majeurs, coraux, poissons, mollusques, échinodermes et algues, ont reçu une attention particulière, tandis que la connaissance des autres groupes d'invertébrés reste à ce jour fragmentaire.

Dans ce contexte, on ne trouve pas motif à envisager un axe de valorisation plutôt qu'un autre. La valorisation des micro et macro-organismes est en outre nécessairement différente selon les voies d'obtention des extraits, tant au niveau du pré-criblage qu'à celui du développement.

En revanche, comme il a été dit en conclusion de la présentation du potentiel marin, la constitution de **collections** apparaît, à court et moyen terme, comme l'orientation la plus pertinente en fait de valorisation. D'une manière générale, une telle orientation devrait comporter ces différents volets :

- échantillonnage ;
- mise en place de collections ;
- constitution d'une banque de molécules et gestion de cette banque ;
- approfondissement de la connaissance de ces molécules (propriétés chimiques, physico-chimiques, activités biologiques) *via* des études spécifiques et/ou des actions de criblage orientées ;
- développement de ces molécules (choix de stratégies) ;
- production de molécules et/ou d'extraits à l'échelle pré-industrielle et industrielle avant commercialisation.

Sans entrer plus avant dans le détail de ce dispositif (voir la contribution Guézennec-Débitus sur CD-ROM), soulignons ici qu'il convient de poser très tôt les questions de propriété intellectuelle, de dépôt de micro-organismes, de brevets (avec possibilité de copropriété), de cession de licences (brevets, exploitation) et de propriété industrielle.

## **Bioprospection et collections : pour la constitution d'un pôle technologique en Polynésie française**

### **Considérations générales**

En ce qui concerne les activités de bioprospection, le début des années 1990 a été marqué par la véritable révolution qu'a constituée, avec l'introduction de la robotique dans les techniques de criblage pharmaceutique, le développement des techniques de criblage automatisées à haut débit (HTS : High throughput screening). Sont à l'heure actuelle principalement concernés les secteurs santé-médicament, cosmétologie et agrochimie.

Pour alimenter leurs installations de HTS, les firmes achètent des bibliothèques entières de produits ou d'extraits. La fourniture d'extraits végétaux ou animaux, terrestres et marins, est ainsi devenue une activité économiquement intéressante pour une institution locale, une communauté ou une entreprise.

Dans le cadre posé par la CDB, la mise en œuvre des programmes de bioprospection est négociée sous la forme juridique de conventions entre les États fournisseurs des ressources, qui cherchent à valoriser leurs « gisements », et les organismes utilisateurs (firmes ou institutions scientifiques).

Les avantages attendus de cette activité nouvelle sont de plusieurs types :

- Des revenus financiers : produit de la vente d'échantillons ou d'extraits, recettes des activités de criblage et d'identification des composés bioactifs, royalties perçues sur les applications industrielles des principes actifs fournis ou dérivés des échantillons vendus...

- Des retombées au plan scientifique et au plan socio-environnemental, notamment en termes d'emplois.

Cela étant, l'enjeu pour la Polynésie française est de développer ces activités sur son territoire dans la gamme la plus étendue possible, afin de bénéficier au maximum de leurs retombées de toute nature.

### **Pour un pôle technologique « substances naturelles » en Polynésie française**

Considérant que pour 80 à 90 % des plantes endémiques il n'existe aucune référence bibliographique témoignant d'études scientifiques, et que, de ce fait, la majorité des plantes endémiques n'a pu être retenue par l'expertise, on est fondé à dire qu'en termes de connaissance de la ressource, la situation est tout à fait comparable à celle des substances marines. Aussi, à



l'instar de ce qui a été recommandé pour les ressources du domaine marin et dans les mêmes formes, proposons-nous la création d'un pôle technologique ayant pour vocation le développement des activités de bioprospection en Polynésie française. Ce pôle regrouperait les activités de prospection et de collecte des substances ou organismes, les activités de conservation, les activités de caractérisation et d'extraction des molécules d'intérêt potentiel en lieu et place et pour le compte d'organismes scientifiques ou de firmes industrielles.

Ce pôle aurait en charge la création et la gestion :

- de *souchothèques* pour les micro-organismes marins ;
- d'*extractothèques* : herbiers, échantillons et extraits végétaux ou marins (pour une estimation du nombre d'échantillons récoltables) ;
- de *chimiothèques* : collections de molécules isolées en laboratoire.

Il assumerait ainsi, dans la fourniture de matériel biologique, un rôle plus diversifié et plus « stratégique » que celui de simple pourvoyeur et, par là même, pourrait être en position de susciter, voire d'initier des projets de valorisation en collaboration avec le monde de la recherche et l'industrie. Si, jusqu'à présent, le choix a prévalu de laisser en ce domaine l'initiative au secteur privé, d'autres orientations sont possibles et parfaitement compatibles avec le souci de préserver, dans un partenariat public-privé indispensable, l'espace de déploiement et les intérêts des deux parties. On peut ainsi envisager l'émergence d'un organisme public ou d'intérêt public gérant les collections et pilotant l'ensemble du dispositif.

Dans la conception et la mise en œuvre d'un tel projet :

- Il serait judicieux de se rapprocher des responsables du programme Chimiothèque nationale mené par le CNRS.
- Du fait de la dispersion géographique et de l'endémisme insulaire élevé, il convient de prévoir l'organisation de campagnes de récoltes strictement contrôlées, accompagnées de mesures conservatoires, avec mise en culture et conservation *in vitro* des espèces les plus menacées.

En ce qui concerne le dispositif à mettre en place (et les équipements de base nécessaires), sont à réunir :

- Une plate-forme d'échantillonnage comprenant un herbier et des collections correctement gérées et actualisées, ainsi que l'équipement permettant la conservation *ex situ* des échantillons végétaux ou marins.

- Une plate-forme d'extraction et de formatage des extraits, incluant :
  - Le fractionnement et la mise en plaques standards dites « plaques mères », avec la constitution d'un stock d'échantillons disponibles pour essais pharmacologiques ultérieurs.
  - L'isolement et la déréplication pour le repérage rapide des composés ubiquistes peu intéressants. L'équipement de base est constitué d'un appareillage du type robot diluteur adapté au moyen ou haut débit, le moyen débit paraissant *a priori* suffisant. Ces opérations peuvent être réalisées en Polynésie où existent plusieurs équipes performantes de chimie.
- Le criblage biologique spécifique : pour la sélection des extraits actifs sur les cibles choisies au moyen de tests biologiques ; en effet des tests fiables et facilement réalisables peuvent être développés et utilisés par les équipes locales, en collaboration avec les équipes de recherche en biologie médicale, comme celles existant à l'Institut Malardé.

Quant au criblage biologique robotisé (randomisé), outre le problème du coût des équipements nécessaires, cette étape implique de disposer de spécialistes en pharmacologie et en ingénierie (miniaturisation des tests, robotisation, puis tests de confirmation), double condition qui semble difficile à remplir localement.

### **Intérêt et faisabilité du pôle technologique**

Ce rapide aperçu des conditions d'une activité de bioprospection en Polynésie française permet de dégager une conclusion importante. Si le dernier aspect mentionné apparaît hors de portée de la Polynésie française, toutes les autres activités que l'on a évoquées peuvent y être avantageusement développées. La maîtrise de la production des plaques de tests destinées aux opérations de criblage biologique permet en outre de diversifier les partenaires. Il s'agit bel et bien ici **d'activités de valorisation**, au sens le plus directement économique, c'est-à-dire d'activités productives, créatrices de recettes et créatrices d'emplois, sans parler de l'élévation du niveau de formation des jeunes Polynésiens qui ne pourrait que s'en trouver favorisé.

Une telle orientation suscite l'intérêt des entreprises de biotechnologies. En effet, biothèques et extractothèques leur évitent d'une part d'assumer elles-mêmes les formalités liées à la demande d'APCC, d'autre part de se lancer dans des opérations de prospection « à l'aveugle ». Des firmes comme *Servier*, *Astra Zeneca*, *Pharmamar* ou *Pierre Fabre* se sont montrées,

dans d'autres contextes, favorables à un tel système de mise à disposition de séries d'échantillons présélectionnés. Qui plus est, l'institution de collections et extractothèques permet d'initier des projets de R&D et d'y associer plus étroitement les acteurs locaux. Enfin, elle offre, dans le cas des extractothèques, un moyen de surmonter partiellement les délicats problèmes de contrôle évoqués dans l'approche juridique. Les extractothèques fournissant non les souches mais des extraits, l'industriel désireux de développer un produit doit donc (sauf à se lancer dans la synthèse) revenir vers la collection. Ainsi l'accessibilité peut-elle être contrôlée à la source, du moins dans toute une première phase du processus de développement.

L'institution de collections de micro-organismes apparaît donc tout particulièrement indiquée pour tout un ensemble de raisons ; on peut y ajouter le réel succès de plusieurs expériences de ce type, étrangères ou locales, publiques ou privées. En Australie, l'Australian Institute of Marine Science (AIMS) est actif depuis 1972. En Amérique centrale, l'Instituto Nacional de Biodiversidad du Costa Rica (INBIO), institution scientifique privée d'intérêt public, est spécialisé dans la collecte, le traitement, la production et le partage d'informations sur la biodiversité. Dans la région de l'océan Indien et plus particulièrement à la Réunion, l'Agence pour la recherche et la valorisation marines (Arvam) a pour mission d'assurer un relais entre recherche scientifique, et responsables de l'environnement et du développement<sup>25</sup>. Citons encore l'entreprise privée espagnole Pharmamar qui est un des leaders du secteur ou, à Tahiti même, la firme Biolib, qui développe une double activité d'extraction et de criblage à partir d'une collection de bactéries et cyanobactéries.

Pour mener à bien un tel projet de pôle technologique, quatre éléments sont particulièrement importants :

■ Étant donné qu'il n'existe sur place que peu de structures privées disposant des moyens adéquats pour s'engager dans cette voie, les pouvoirs

<sup>25</sup> Observant l'intérêt croissant suscité par les micro-algues en raison de leur implication dans les phénomènes d'écotoxicologie marine (prévention des risques de santé publique), mais aussi en raison de leurs potentialités pharmacologiques, l'Arvam a mis en place, avec le soutien du département et de la région Réunion, une banque de micro-algues isolées des fonds marins de la Réunion et des îles voisines (Phytobank). Chaque souche déposée dans la banque est identifiée, classée et travaillée en partenariat avec différents laboratoires (Cesac de l'université de Toulouse-III, laboratoire de cryptogamie du MNHN de Paris, etc.). Phytobank a déjà noué plusieurs coopérations avec des firmes industrielles.

publics auront à jouer un rôle décisif de soutien aux porteurs de projet, qui peuvent dans de nombreux cas être des institutions publiques (des Epic, par exemple). Ils peuvent même tenir un rôle « d'amorçage », en créant des structures d'incubation. La mise en place de souchothèques ne nécessitant pas des investissements lourds, un tel engagement ne paraît pas hors de portée de la Polynésie française.

■ Un atout précieux est constitué par l'existence de structures locales scientifiques et techniques sur lesquelles la création de souchothèques pourra prendre appui, en particulier les laboratoires concernés de l'Université de Polynésie française, de l'Ifremer, de l'Institut Louis-Malardé, etc. Ce dernier notamment, sous réserve que son personnel et ses moyens techniques soient renforcés, pourrait prendre en charge une partie des opérations de prestation de services. En effet, un laboratoire de recherche sur les substances naturelles y a été institué en 1991 ; depuis 1998, l'activité du laboratoire se concentre sur l'analyse de la composition chimique associée aux propriétés biologiques de certaines espèces employées par les tradipraticiens de la région Pacifique. Dynamiser et coordonner ces infrastructures, telle pourrait être une des fonctions essentielles de la plate-forme biotechnologique Gepsun.

■ Si l'idée en est retenue, le pôle technologique polynésien aura sans nul doute intérêt à s'inscrire dans le système des Centres de ressources biologiques (CRB) en cours de construction. Cette initiative de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) vise à regrouper sous l'appellation « CRB » les collections végétales, animales, microbiennes et humaines, avec une double finalité : d'une part, inciter à la rationalisation du contenu des collections existantes, aujourd'hui éparses et hétérogènes, et en promouvoir la qualité ; d'autre part, faire de ces centres un instrument stratégique en développant leurs activités de service (stockage, mise à disposition, etc.) pour mieux valoriser le contenu par des coopérations scientifiques. Sous l'égide du ministère français de la Recherche, est en cours de constitution un réseau de collections auxquelles l'administration entend conférer une sorte de « label CRB » assorti d'une aide financière dès lors qu'elles acceptent de souscrire à certaines règles désormais consignées dans une « charte » : règles de conservation et de transformation des ressources biologiques, déclaration de cette activité auprès du ministère chargé de la Recherche, dégagement des crédits nécessaires en personnel et équipements, etc. Relier l'initiative polynésienne à ce système des CRB permettrait non seulement de conforter « l'assurance qualité » aux yeux des partenaires,

chercheurs et industriels mais aussi d'obtenir des financements publics, voire une aide au développement des coopérations scientifiques puisqu'un Comité consultatif des ressources biologiques a été mis en place en février 2001 avec mission, entre autres, de développer des liens entre les CRB et les industries du secteur des biotechnologies.

■ Enfin, prendre ce cap implique d'avoir bien mesuré les implications juridiques du projet. L'institution de collections rend en effet nécessaire de préciser le statut juridique des extraits ainsi mis à disposition. Les relations juridiques bilatérales entre les organismes fournisseurs et leurs partenaires sont en général clairement fixées par contrat. Il s'agit le plus souvent d'un contrat de mise à disposition de matériel (ATM). Mais il peut aussi s'agir d'un contrat de prestation de service si le partenaire sous-traite certaines recherches à l'organisme fournisseur. Quel qu'en soit le type, le contrat fixe donc les droits et obligations de chacune des deux parties. Il laisse toutefois indéterminée la question des relations juridiques unissant ces partenaires au pays sur le territoire duquel les spécimens ont été prélevés. Deux points notamment sont à préciser : l'organisme détenteur des collections en est-il simplement gestionnaire ou en est-il propriétaire ? À qui, dans l'un et dans l'autre cas, profiteront les avantages éventuels ? De façon générale, il n'y a aucune raison que ces organismes, qu'ils soient publics ou privés, qu'ils soient ou non promus par l'autorité publique, échappent à la future obligation d'APCC et ce pour deux raisons au moins : *primo*, parce que l'autorité publique doit pouvoir évaluer au plus près les incidences écologiques de leur activité de prospection systématique ; *secundo*, parce que les ressources des collections auront été, pour la plupart, acquises sur le domaine public et, pour certaines, sur les recommandations ou selon des indications fournies par les populations locales. Or, ces populations pourraient en arriver à s'opposer aux activités de valorisation si, à terme, la mise au point d'inventions devait léser les intérêts collectifs, ce qui conduit à prendre en considération la question des intérêts collectifs dans le système d'APA.

### *DROITS DES POPULATIONS LOCALES ET INTÉRÊTS COLLECTIFS*

#### **De quels intérêts collectifs parle-t-on ?**

Le régime juridique de l'accès à la biodiversité a été pensé par les rédacteurs de la CDB comme un dispositif de nature à satisfaire deux objectifs

considérés comme intrinsèquement liés : l'équité des transactions et l'utilisation durable de la biodiversité. Sauf à se heurter, à terme, à l'opposition des populations, ce système ne peut se dispenser de prévoir la réaffectation d'une part des avantages issus de la bioprospection au profit d'actions de conservation de la biodiversité et au profit des populations locales. Autrement dit, le système n'a d'avenir, au plan scientifique, technique et politique, que si les retours de bénéfices ne sont pas entièrement captés par les institutions d'État mais sont bel et bien réaffectés pour partie.

En ce qui concerne les actions de conservation, les modalités d'une telle réaffectation sont multiples, de l'affectation de fonds aux institutions en charge de la protection de l'environnement à la création d'un *trust fund* (sur le modèle indien, par exemple). L'important est que le texte relatif à l'APA en prévoie expressément le principe.

S'agissant des populations locales, les choses sont plus complexes. L'article 8 (j) de la CDB dispose que chaque État :

« dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra [...], sous réserve des dispositions de sa législation nationale, respecte, préserve et maintient les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique et en favorise l'application sur une plus grande échelle, avec l'accord et la participation des dépositaires de ces connaissances, innovations et pratiques, et ENCOURAGE LE PARTAGE ÉQUITABLE DES AVANTAGES DÉCOULANT DE L'UTILISATION DE CES CONNAISSANCES, INNOVATIONS ET PRATIQUES. »

Cette disposition prend donc acte de ce que, parmi les inventions dont les ressources biologiques sont le support, certaines s'appuient sur l'apport des populations autochtones ou locales. Il est donc logique que ces populations soient associées au système institué par la CDB – consentement à la collecte, partage des avantages qui en découlent – et ce d'autant plus que ces populations et leurs pratiques sont un facteur essentiel de la gestion et de l'utilisation durable de la biodiversité. Dans ce souci, certains États ont prévu, parallèlement aux travaux d'institutions internationales, une participation des populations autochtones et locales au système de l'APA. Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique Sud vient lui-même d'élaborer un « Cadre juridique régional pour la protection des savoirs tradi-

tionnels et des expressions de la culture ». Ce texte examine la question de la protection et de la rémunération des savoirs, en réponse à une demande de la région qui s'estime confrontée à une exploitation accrue et à une commercialisation inappropriée de ses savoirs traditionnels et expressions culturelles (pour une présentation plus développée de ce texte, vu sous l'angle de sa pertinence dans le contexte propre de la Polynésie française, voir la contribution Noiville sur CD-ROM).

### **La Polynésie, un cas « à part » ?**

Collectivité à forte identité culturelle, la Polynésie, dit-on parfois, ne connaîtrait pas pour autant de sentiment marqué d'autochtonie. Par ailleurs, l'architecture institutionnelle française empêcherait de toute façon de reconnaître des droits spécifiques aux communautés autochtones. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans une discussion de fond de ces deux assertions ; en revanche, on soulignera qu'il convient de prendre en compte deux réalités :

■ Une réalité juridique : quoi qu'il en soit du sentiment d'autochtonie en Polynésie française, le territoire comprend bel et bien des communautés locales qui participent et participeront à la fourniture de ressources. Or, étant donné que la CDB met sur un pied d'égalité communautés villageoises et populations autochtones (cf. l'art. 8-j), le droit au « partage équitable » concerne toutes les communautés. Ajoutons que, juridiquement, un État peut fort bien ne pas reconnaître en droit l'existence de communautés autochtones ou indigènes tout en leur reconnaissant des spécificités et en leur conférant en fait certains avantages.

■ Une réalité sociale et économique : en Polynésie comme ailleurs, des savoirs (certes de nature et de valeur très diverses) sont bel et bien divulgués ou susceptibles de l'être par des villageois ou des tradipraticiens ; et ces savoirs constituent ou sont susceptibles de constituer un enjeu commercial. D'une manière ou d'une autre, il existera donc bien une contribution sinon active, en tout cas passive, de la population polynésienne au développement des futures innovations, et donc les droits de chacun – État, prospecteurs, communautés locales et autochtones – doivent être clairement fixés, faute de quoi un sentiment d'inéquité des transactions, voire d'iniquité, pourrait s'installer et des conflits d'intérêts se développer.

## Conclusions et recommandations

La définition d'une politique tendant à valoriser le potentiel en substances naturelles de la Polynésie française revient à opérer des choix soutenable en termes écologiques, économiques, sociaux et culturels. C'est dans cet esprit que l'expertise a cherché à répondre aux grandes questions posées par le Cahier des charges. Regroupées sous trois grandes rubriques, ces questions serviront de fil conducteur aux conclusions présentées ici.

### **Quel est l'intérêt potentiel et comparatif de la biodiversité de la Polynésie française ?**

L'examen de la ressource terrestre et marine a démontré que la Polynésie disposait d'un « capital biodiversité » important, même s'il convient, pour les espèces végétales terrestres, d'en relativiser la dimension par rapport aux masses continentales d'où sont issus les organismes colonisateurs des espaces insulaires. En revanche, cette même insularité est facteur d'un fort endémisme et, combinée à d'autres caractéristiques (climatiques notamment), facteur d'originalité.

Cela conduit à l'idée que l'appréciation réaliste de ce capital, en termes de valorisation possible, doit ajouter à son évaluation scientifique (substrat primordial) la prise en compte des atouts et faiblesses relatifs de la Polynésie française. Au rang des atouts, il faut considérer l'image du pays, la typicité de certains produits ; au rang des faiblesses relatives, la pénurie d'espace (cultivable), des coûts de production élevés, l'éloignement des grands marchés.

L'expertise a souligné aussi que beaucoup reste à faire pour la connaissance de la biodiversité polynésienne. Cela est flagrant pour le domaine marin. Mais même pour la flore terrestre, relativement bien étudiée au plan taxonomique, on manque encore de données précises sur la bioécologie des espèces (structuration des peuplements, accessibilité, variétés infrasécifiques). Sur ces aspects, importants dans une optique de valorisation, l'expertise a apporté des éléments nouveaux (voir fiches). L'étude devra être poursuivie.



## Substances naturelles exploitées, substances naturelles exploitables

L'examen des modes de valorisation des substances naturelles actuellement exploitées a mis en évidence quelques traits majeurs et permis de dégager des enseignements transposables à de nouvelles formes d'exploitation des ressources vivantes.

■ La première conclusion est la nécessité de poursuivre l'effort de recherche pour la caractérisation biochimique et pharmacologique des espèces. Pour les substances naturelles d'origine végétale, cela concerne à l'évidence les espèces non encore exploitées dont l'expertise a signalé l'intérêt et pour lesquelles elle a formulé des orientations de recherche : *Ilex anomala* en est un des meilleurs exemples ; mais cela vaut aussi pour les parties jusqu'ici non utilisées des espèces exploitées, ainsi des feuilles de *Morinda citrifolia* dont seul le fruit (nono) est valorisé.

■ Un deuxième ensemble de conclusions porte sur les marchés des productions de la Polynésie française. De manière générale, on peut constater que prédominent les marchés de niche. Ce sont en effet ceux qui correspondent le mieux aux aptitudes et atouts du territoire polynésien. De ce fait, l'aspect qualité revêt une grande importance. C'est ce qu'illustre la démarche qualité menée sur la vanille ou le monoï, et dont il serait opportun de faire bénéficier le tamanu. La vocation des produits polynésiens à cibler des marchés de niche donne par ailleurs une importance stratégique à la question de la protection du produit, et donc à la consécration de sa spécificité par un « signe de qualité » approprié : l'AO Monoï en est une bonne illustration. En matière de protection, il convient de jouer des diverses formes existantes, de façon à choisir le mode de protection le mieux adapté au *produit* et au *marché visé*. On ne saurait trop souligner que le dépôt d'un brevet n'est pas la seule voie ni toujours le meilleur mode de protection d'un produit.

■ Le troisième ensemble de conclusions porte sur les filières. L'analyse des filières existantes (coprah, nono, monoï, vanille) a fait apparaître leur diversité, qui tient à la fois aux objectifs assignés à certaines, et aux caractéristiques de leur production et de leur marché. Pour orienter l'action de soutien au développement de filières nouvelles, il n'y a donc pas à se référer à un schéma unique : il convient plutôt d'envisager des options différenciées, au cas par cas (mais dans le cadre d'une stratégie d'ensemble, on y reviendra). Par ailleurs, il est apparu que, pour mieux cerner les facteurs qui

ont assuré la réussite de certaines filières (nono, monoï), il serait opportun d'en effectuer l'analyse et le bilan au moyen d'un audit. En ce qui concerne les formes d'aide à l'innovation mises en place par les pouvoirs publics, le constat est le suivant : si les incitations financières ne manquent pas, il faudrait en revanche un vrai dispositif de soutien aux projets innovants et d'appui aux porteurs de projet (par exemple pour la mise en relation avec les investisseurs potentiels) et aux jeunes entreprises (structures d'incubation, pépinières d'entreprises). Enfin, la Polynésie française aurait tout intérêt à renforcer les liens avec les réseaux d'innovation existant en France métropolitaine et à l'international.

### **Grandes tendances de l'évolution des marchés et de la réglementation et orientations de recherche-développement par secteurs de valorisation**

Sous ce titre sont regroupés les deux grands aspects que peut prendre la valorisation des substances naturelles :

- la valorisation *directe*, pour laquelle la donnée primordiale est celle des marchés ;
- la valorisation *différée*, pour laquelle la question première est celle des choix d'orientations de R&D.

L'expertise, rappelons-le, n'avait ni vocation ni compétence à effectuer une étude de marchés, dans l'acception technique du terme. En revanche, elle s'est attachée à caractériser les marchés des produits issus des substances naturelles selon quelques grands types :

- Les marchés porteurs : ce sont, à l'heure actuelle, le marché des produits cosmétiques et celui de la « new food » (aliments et compléments alimentaires à allégations « santé »). Outre leur grande versatilité et leur extrême sensibilité aux effets de communication, leur caractéristique principale est d'être assujettis à de très fortes contraintes réglementaires. De ce fait, la *veille* sur les évolutions des réglementations constitue, pour les filières concernées, un impératif de première grandeur. Sur ces marchés porteurs, le tableau 6 apporte des orientations précises.

- Le cas du marché de la santé (médicament) : il s'agit d'un marché à très long terme, assujetti à des contraintes réglementaires drastiques. Il s'agit également d'un domaine où les réseaux de recherche (entre les mains de firmes spécialisées) dépassent de beaucoup la capacité de la Polynésie française à s'y insérer de façon réellement intéressante.

■ Les marchés en devenir : ce sont ceux des produits issus des biotechnologies appliquées aux substances naturelles. Positionner la Polynésie française sur ce terrain est possible car elle dispose à cet égard d'atouts initiaux, au premier chef un dispositif de recherche assez étoffé, mais cela implique un effort de recherche-développement soutenu (pour des éléments de stratégies en ce domaine, on se reportera notamment aux contributions Barbin, Guézennec-Débitus et Weniger sur CD-ROM).

***Une option originale pour la Polynésie française :  
l'option bioprospection et collections***

La prise en considération de tous les grands aspects du sujet soumis aux experts (le capital biodiversité de la Polynésie française, les infrastructures scientifiques et techniques existant sur son territoire, la demande des marchés) a conduit les experts à proposer une orientation vers les activités de bioprospection, de développement des collections, d'extraction, de formatage des échantillons et de criblage biologique spécifique. Cette option présente la caractéristique d'être à la fois une forme de valorisation directe, aux retombées économiques à court terme, et une forme de valorisation différée, en tant que maillon indispensable d'une stratégie de recherche-développement.

L'ensemble des travaux de l'expertise et ses conclusions conduisent *in fine* à formuler les recommandations suivantes :

**1 – Il convient de concevoir comme absolument indissociables valorisation et préservation de la biodiversité** et plus précisément de son potentiel évolutif, de nouvelles pratiques liées à de nouvelles filières pouvant en effet induire des effets rétroactifs sur la soutenabilité des filières elles-mêmes. C'est le sens même de la « Convention sur la diversité biologique ». C'est le principe qui guide toutes les grandes opérations de bioprospection (dans le cadre du Fonds mondial pour l'environnement). Ajoutons que c'est une impérieuse obligation pour la Polynésie française, où le nombre particulièrement élevé des espèces gravement menacées d'extinction est un signe de fragilité dont il importe de se préoccuper plus que cela n'a été le cas jusqu'ici.

**2 – Prenant en compte ce souci, l'option « Bioprospection et collections »** ainsi que les *orientations de recherche* détaillées proposées par l'expertise sont apparues comme offrant à la Polynésie française une perspective réaliste, originale, rentable et riche d'avenir, à côté d'autres formes de

valorisation plus « classiques », dont beaucoup semblent liées à des marchés assez volatils.

**3** – *Dans tous les cas*, pour protéger les droits de la Polynésie française et de ses populations sur leurs ressources et pour leur assurer les avantages pouvant découler de la valorisation de ces ressources, il est indispensable d'*instaurer un dispositif juridique* permettant la mise en œuvre des principes de l'APA.

**4** – Pour orienter et étayer sa politique de valorisation, la Polynésie française aura le plus grand intérêt à se doter des moyens propres à *assurer la protection de ses produits* (par les modes appropriés), et la prise en compte précoce des évolutions des marchés et de la réglementation qui s'y applique (*veille économique et veille réglementaire*).

**5** – Enfin, il faut tenir compte du fait que la plupart de ces produits sont présents (ou peuvent l'être) dans l'ensemble régional du Pacifique Sud, et que les questions que posent leur protection et leur promotion y sont *grosso modo* de même nature. Pour ces raisons parmi bien d'autres (telle la nécessaire conjugaison des forces entre États ou territoires de faible dimension géographique et démographique s'ils veulent faire entendre leur voix dans le concert mondial...), la Polynésie aura intérêt à privilégier, plutôt qu'une démarche fortement concurrentielle, une *démarche de concertation avec les pays de la région*, dans le cadre de la « Communauté du Pacifique Sud ».

# Annexes



## Fiches des espèces végétales du groupe 1

# Callophyllum inophyllum L. [CLUSIACEAE]

## ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE

Arbre naturalisé parfois planté, rare à peu abondant, localisé en forêt littorale sur substrat calcaire ou basaltique, pousse aussi bien en pleine terre que sur sable corallien.

Pantropical : Asie tropicale, Afrique, Mélanésie, Polynésie.

## USAGES

### Plante sacrée en Polynésie (SCHULTES et RAFFAUF, 1990)

Bois très dur, apprécié en ébénisterie ou pour la fabrication de pirogues ou de charpentes.

Plante médicinale. On utilise l'écorce, les graines, les feuilles ainsi que l'huile amère des graines et la résine (latex). Du fruit, on peut extraire un pigment utilisé comme encre pour dessiner les tapas.

À Java, l'huile de graine est revendiquée pour ses propriétés diurétiques. Aux Samoa, toutes les parties de la plante sont considérées comme des poisons virulents, la sève et les exsudats pouvant rendre aveugle ou causer la mort par injection.

### Les applications du latex (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)

Le latex, obtenu par scarification de l'écorce, est émétique (provoque des vomissements) et purgatif, et peut aussi être utilisé pour le traitement des blessures et des ulcères. Il peut aussi être mélangé avec les lambeaux d'écorce et des feuilles pour confectionner des infusions, l'huile apparaissant à la surface pouvant être utilisée pour traiter les irritations oculaires (DRURY, 1873 ; NADKARNI et NADKARNI, 1999). La résine est réputée responsable de la couleur et de l'odeur de l'huile qui est peut-être un poison : elle contiendrait de l'acide benzoïque.

### **Les applications de l'écorce (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

L'écorce est astringente (11-19 % de tanins) et son jus est purgatif (QUISUMBING, 1951). Elle est utilisée en Asie pour le traitement de l'orchite (inflammation des testicules) (QUISUMBING, 1951). Associée à du jus de citron, elle peut être utile pour traiter les bromidroses des aisselles, de l'aîne ou des pieds.

L'écorce agit comme un antiseptique et un désinfectant. Par voie interne, l'écorce est expectorante, et sert dans le traitement des bronchites chroniques et de la phtisie.

Le jus de l'écorce est astringent, purgatif, et est donné sous forme de décoction dans le traitement des hémorragies internes.

### **Les applications de la racine (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

La décoction de racine est employée pour traiter les ulcères. Elle est aussi utilisée en cas de point de côté (QUISUMBING, 1951).

### **Les applications des feuilles (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

Les feuilles trempées dans l'eau lui donnent une couleur bleuâtre et une odeur ; cette macération est utilisée en application sur les yeux irrités (NADKARNI et NADKARNI, 1999). En infusion, prise par voie orale, les feuilles servent également contre les coups de chaleur, en complément de la décoction de racine. Au Cambodge, les feuilles sont prescrites en inhalation contre la migraine et le vertige, et l'huile est utilisée contre la gale. Aux Philippines, la macération de feuilles est employée comme astringent pour les hémorroïdes (QUISUMBING, 1951 ; NADKARNI et NADKARNI, 1999), tandis qu'en Indonésie on l'utilise en lotion pour les yeux.

L'utilisation des feuilles par les tribus primitives de Papouasie Nouvelle-Guinée est très ancienne dans le traitement des affections de la peau : application des feuilles chauffées sur les ulcères, coupures, furoncles, boutons et plaies de toutes sortes.

### **Les applications des fruits (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

Les fruits sont plus ou moins toxiques et seul l'endosperme des fruits encore immatures peut être consommé. En fait, le fruit mûr est suffisam-



ment toxique pour être utilisé comme appât contre les rats (BURKILL, 1994). L'huile des graines est employée contre le psoriasis et comme agent anti-rhumatismal.

### **Les applications de la sève (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

La résine de l'écorce est utilisée pour ses propriétés cicatrisantes.

### **Les propriétés de l'huile de tamanu (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

Des graines de tamanu on peut extraire jusqu'à 60 % d'huile. Cette huile (Domba oil) est utilisée dans le traitement des rhumatismes, des démangeaisons et de la gale. Elle sert aussi à soigner les gonorrhées.

Dans la plupart des îles des mers du Sud, l'huile de tamanu est utilisée comme analgésique (en frictions sur les rhumatismes et les sciatiques) et pour soigner les ulcères et les vilaines blessures. En solution alcoolique, cette huile s'est montrée efficace, en injection, contre les neurites dues à la lèpre, au zona...

L'huile est spécialement recommandée contre toutes sortes de brûlures, coups de soleil...

## **COMPOSITION CHIMIQUE**

Deux composés principaux découverts par Lederer : l'acide calophyllique et une lactone douée de propriétés antibiotiques, qui sont probablement à l'origine des puissantes propriétés cicatrisantes.

Les feuilles contiennent de la friedeline et des triterpènes du groupe de la friedeline, à savoir le canophyllal, le canophyllol et l'acide canophyllique (GOVINDACHARI *et al.*, 1967 ; CHANDLER et HOOPER, 1979).

Le bois et les racines contiennent des xanthones comme la mesuaxanthone B, la callophylline B, et les caloxanthonnes A et B (GOVINDACHARI, 1968 ; AL-JEBOURY et LOCKSLEY, 1971 ; INUMA *et al.*, 1994 ; INUMA *et al.*, 1995).

L'érythrodiol-3-acétate a été isolé du bois (SAMPATHKUMAR *et al.*, 1970).

La calophyllolide (C<sub>25</sub>H<sub>22</sub>O<sub>5</sub>), molécule comportant un groupement lactone et un groupement méthoxyl, a été isolée des noix (BHALLA *et al.*,

1980). Par saponification, cette molécule donne l'acide calophyllique, ces deux molécules étant également des dérivés de la coumarine.

Des 4-phenylcoumarines et des 4-alkylcoumarines dans les graines et feuilles (CAVÉ *et al.*, 1972 ; GAMES, 1972). Une 4-phenylcoumarine particulière, la ponalide, dans les graines immatures (ADINARAYANA et SESHADRI, 1965 ; MURTI *et al.*, 1972).

Acide callophynique ; graines (GAUTIER *et al.*, 1972).

Myricetin glucoside ; fleurs (SUBRAMANIAN et NAIR, 1971 ; KASIM *et al.*, 1974).

Composés cyanogéniques (NAIR et SUBRAMANIAN, 1964), tanins, saponines (GEDEON et KINEL, 1956), pigments, flavonoïdes (SUBRAMANIAN et NAIR, 1965, 1971), néoflavonoïdes et biflavonoïdes (GOH *et al.*, 1992).

*D'une autre espèce du même genre, Calophyllum lanigerum Miq., ont été isolées des coumarines appelées canalonides, qui sont de puissants inhibiteurs de la Transcriptase Inverse. Leur action sur le virus du sida est étudiée par le National Cancer Institute aux États-Unis.*

## PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES

### Vulnéraire, cicatrisant

La calophyllolide isolée de la noix, anti-inflammatoire et anti-arthritique, propriété démontrée dans un test chez le rat ou l'arthrite, était induite par le formaldéhyde (DL<sub>50</sub> orale chez le rat = 2,5 g/kg) (BHALLA *et al.*, 1980). Toujours chez le rat, l'ingestion du produit est dénuée d'activité ulcérogène jusqu'à deux fois la dose efficace 50 (ED<sub>50</sub> = 140 mg/kg).

La dehydrocycloguanandine, la calophylline-B, la jacareubine et la 6-deoxyjacareubine produisent, à des degrés divers, une dépression du système nerveux central, caractérisée par une sédation, une diminution de l'activité motrice, une perte de tonicité musculaire chez le rat. Toutes ces xanthones montrent une activité anti-inflammatoire à la fois en administration orale et en administration parentérale. La jacareubine et la 6-deoxyjacareubine indiquent également une activité anti-ulcère chez le rat (GOPALKRISHNAN *et al.*, 1980).

La calophyllolide isolée des graines réduit chez le rat l'inflammation par l'histamine et le gonflement des tissus induits par les carragenanes. En combi-

raison avec l'inophyllide, elle réduit l'œdème. Ces composés sont souvent cités comme agents anti-inflammatoires (BHALLA *et al.*, 1980 ; SAXENA *et al.*, 1982).

Des coumarines particulières, les inophyllums B et P, peuvent être utilisées dans la lutte contre HIV-1, en inhibant la transcription reverse du virus (PATIL *et al.*, 1993 ; KAWAZU *et al.*, 1998 ; SPINO *et al.*, 1999).

Certaines pyranocoumarines peuvent être utilisées dans la lutte contre le cancer (McKEE *et al.*, 1998 ; ITOIGAWA *et al.*, 2001).

### **INTÉRÊT INDUSTRIEL**

Existence de brevets dans les domaines cosmétique (BOUCHER *et al.*, 1999) et médical, en particulier comme agents antiviraux (JENTA *et al.*, 2000 ; KASHMAN *et al.*, 2002).

### **MODE D'OBTENTION**

Cueillette et mise en culture.

▮ *Admission dans la sélection restreinte.*

### **BIBLIOGRAPHIE**

ADINARAYANA D., SESHADRI T.R., 1965 – Chemical components of the Indian seeds of *Calophyllum inophyllum*. The structure of a new 4-phenylcoumarin, ponnalide. *Bull. Nat. Inst. Sci. India*, 31 : 91.

AL-JEBOURY F. S., LOCKSLEY H.D., 1971 – Xanthones in the heartwood of *Calophyllum inophyllum* : a geographical survey. *Phytochemistry*, 10 : 603.

BHALLA T. N., SAXENA R. C., NIGAM S. K., 1980 – Calaphyllolide – a new non-steroidal anti-inflammatory agent. *Indian Journal of Medical Research*, 72 : 762-765.

BOUCHER C., MOUSNY B., SMITS J.-J., 1999 – *Calophyllum* oil extracted at ambient temperature has UV protecting, antiradical, antioxidant, antiaging and therapeutic properties, Patent.

BURKILL H. M., 1994 – *The useful plants of West tropical Africa*. Vol. 2, Royal Botanic Gardens Kew, Kew (UK), 636 p.

CAVÉ A., DEBRAY M., HENRY G., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – The structure of a novel 4-alkylcoumarin isolated from *Calophyllum inophyllum*. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris) - Série C*, 275 : 1105.

CHANDLER R. F., HOOPER S. N., 1979 – Friedelin and associated triterpenoids. *Phytochemistry*, 18 : 711-724.

DRURY C. H., 1873 – *The useful plants of India with notices of their chief medicinal value in commerce, medicine and the arts*. Higginbotham, Madras (India).

DWECK A. C., MEADOWS T., 2002 – Tamanu (*Calophyllum inophyllum*) - the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science*, 24 (6) : 341-348.

GAMES D. E., 1972 – Identification of 4-phenyl and 4-alkylcoumarins in *Mammea americana* L., *Mammea africana* G. Don and *Calophyllum inophyllum* by gas chromatography/mass spectrometry. *Tetrahedron Letters*, 13 (31) : 3187-3190.

GAUTIER J., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – Structure of calophynic acid, a novel constituent of [seeds of] *Calophyllum inophyllum*. *Tetrahedron Letters*, 13 (27) : 2715-2718.

GEDEON J., KINEL F. A., 1956 – Saponins and sapogenins. 2. *Arch. Pharm. (Weinheim)*, 289 : 162.

GOH S. H., JANTAN I., WATERMAN P. G., 1992 – Neoflavonoid and biflavonoid constituents of *Calophyllum inophylloide*. *Journal of Natural Products*, 55 (10) : 1415-1420.

GOPALKRISHNAN C., SHANKARANARAYANAN D., NAZIMUDEEN S. K., VISWANATHAN S., KAMESWARAN L., 1980 – Anti-inflammatory and CNS depressant activities of xanthenes from *Calophyllum inophyllum* and *Mesua ferrea*. *Indian Journal of Pharmacy*, 12 (3) : 181-191.

GOVINDACHARI T. R., 1968 – Chemical components of the heartwood of *Calophyllum inophyllum*. Part 1. Isolation of mesuaxanthone B and a new xanthone, calophyllin B. *Indian Journal of Chemistry*, 6 : 57.

GOVINDACHARI T. R., VISWANATHAN N., PAI B. R., RAO R., SRINIVASAN M., 1967 – Triterpenes of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Tetrahedron*, 23 (4) : 1901-10.

INUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1994 – Two new xanthenes in the underground part of *Calophyllum inophyllum*. *Heterocycles*, 37 : 833-838.

INUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1995 – Two xanthenes from roots of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 38 (3) : 725-728.

ITOIGAWA M., ITO C., TAN H. T. W., M. KUCHIDE, TOKUDA H., NISHINO H., FURUKAWA H., 2001 – Cancer chemopreventive agents, 4-phenylcoumarins from *Calophyllum inophyllum*. *Cancer Letters*, 169 (1) : 15-19.

JENTA T. R., LIN Y. M., XU Z. Q., ANDERSON H., FLAVIN M. T., WILLIAMS M., 2000 – Scalable method for the isolation of anti-HIV agents from the tropical plant *calophyllum*, Patent.

KASHMAN Y., CARDELLINA J. H., SOEJARTO D., BOYD M. R., CRAGG G. M., MCMAHON J. B., FULLER R. W., GUSTAFSON K. R., 2002 – Calanolide and related antiviral compounds, compositions, and uses thereof, Patent n° US2002086898 A1.

KASIM S. M., NEELAKANTAN S., RAMAN P. V., NAIR A. G. R., 1974 – Structure of the myricetin glucoside from the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Current Science*, 43 (15) : 476-477.

KAWAZU K., NITODA T., KANZAKI H., 1998 – An analytical method of inophyllums A, B, C, D, E, and P, anti-HIV constituents of *Calophyllum inophyllum* by HPLC. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University*, (87) : 13-16.

McKEE T. C., COVINGTON C. D., FULLER R. W., BOKESCH H. R., YOUNG S., CARDELLINA J. H., KADUSHIN M. R., SOEJARTO D., STEVENS P. F., CRAGG G. M., BOYD M. R., 1998 – Pyranocoumarins from tropical species of the genus *Calophyllum* : a chemotaxonomic study of extracts in the National Cancer Institute collection. *Journal of Natural Products*, 61 (10) : 1252-1256.

MURTI V. V. S., KUMAR P. S. S., SESHADRI T. R., SAMPATH KUMAR P. S., 1972 – Structure of ponnalide. *Indian Journal of Chemistry*, 10 (3) : 255-257.

NADKARNI K. M., NADKARNI A. K., 1999 – *Indian Materia Medica with Ayurvedic, Unani-Tibbi, Siddha, allopathic, homeopathic, naturopathic and home remedies*. Vol. 2/, Popular Prakashan Private Ltd., Bombay (India).

NAIR A. G. R., SUBRAMANIAN S. S., 1964 – Eucocyanidin from the seed coat of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Current Science*, 33 : 336-337.

PATIL A. D., FREYER A. J., EGGLESTON D. S., HALTIWANGER R. C., BEAN M. F., TAYLOR P. B., CARANFA M. J., BREEN A. L., BARTUS H. R., JOHNSON R. K., *et al.*, 1993 – The inophyllums, novel inhibitors of HIV-1 reverse transcriptase isolated from the Malaysian tree, *Calophyllum inophyllum* Linn. *Journal of medicinal chemistry*, 36 (26) : 4131-4138.

QUISUMBING E., 1951 – *Medicinal Plants of the Philippines*. Manila, Philippine Islands, Manila Bureau of Printing, Technical Bulletin 16, 1234 p.

SAMPATHKUMAR P. S., MURTI V. V. S., SESHADRI T. R., 1970 – Occurrence of erythrodiol-3-acetate in the sapwood of *Calophyllum inophyllum*. *Indian Journal of Chemistry*, 8 : 105.

SAXENA R.C., NATH R., PALIT NIGAM S.K., BHARGAVA K.P., 1982 – Effect of calophyllolide, a nonsteroidal anti-inflammatory agent, on capillary permeability. *Planta Medica*, 44 (4) : 246-248.

SCHULTES R. E., RAFFAUF R. F., 1990 – *The Healing Forest - Medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. Dioscorides Press, Portland, Oregon (USA), 484 p.

SPINO C., DODIER M., SOTHEESWARAN S., 1999 – Anti-HIV coumarins from *calophyllum* seed oil. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 8 (24) : 3475-3478.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1965 – Flavonoids of the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Bull. Natl. Inst. Sci. India*, 31 : 39.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1971 – Myricetin-7-glucoside from the andracium of the flower of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 10 : 1679-1680.

**Rédacteur : F. DEMARNE**

# Gardenia taitensis DC. (RUBIACEAE)

## STATUT IUCN

Cultivée en Polynésie française, pas de statut IUCN.

## ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE

Arbuste à petit arbre ; largement répandu dans toutes les îles du Pacifique Sud ; pas de problèmes d'accessibilité en raison de son statut.

## USAGES

Parfumerie ; cosmétiques.

La sève serait utilisée en médecine traditionnelle (WILKINSON et ELEVITCH, 2000).

## COMPOSITION CHIMIQUE

Les principaux composés oxygénés qui constituent la concrète de *Gardenia taitensis* sont le linalol (4,4 %), le salicylate de méthyle (2,5 %), le (Z)-3-hexenyl benzoate (2,2 %), l'alcool dihydroconiferyl (1,1 %), le (Z)-3-hexenyl salicylate (0,7 %), le benzoate de benzyle (6,2 %), le dihydroconiferyl acetate (12,2 %), le 2-phenylethyl benzoate (6,2 %), le salicylate de benzyle (2,5 %), le benzoate de géranyle (2,1 %) et le salicylate de 2-phényléthyle (2,2 %). L'identification de nombreux dihydroconiferyl esters semble être unique à cette espèce (CLAUDE-LAFONTAINE *et al.*, 1992).

Triterpénoïdes (DAVIES *et al.*, 1992).

## PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES

Plante dépourvue de toxicité (PÉTARD, 1986).

### *INTÉRÊT INDUSTRIEL*

Parfumerie.

### *MODE D'OBTENTION*

Cueillette ; petites plantations de jardin ; haies.

|| *Admission dans la sélection restreinte.*

### *BIBLIOGRAPHIE*

CLAUDE-LAFONTAINE A., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J. P., SCHIPPA C., AZZARO M., CAMBON A., 1992 – Volatile Constituents of the Flower Concrete of *Gardenia taitensis* DC. *Journal of Essential Oil Research*, 4 (4) : 335-343.

DAVIES N. W., MILLER J. M., NAIDU R., SOTHEESWARAN S., 1992 – Triterpenoids in bud exudates of Fijian *Gardenia* species. *Phytochemistry*, 31 (1) : 159-162.

PÉTARD P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

WILKINSON K. M., ELEVITCH C. R., 2000 – *Nontimber Forest Products for Pacific Islands. An introductory guide for producers.* 30 p.

**Rédacteur : F. DEMARNE**



# *Ilex anomala* Hook. & Arnott [AQUIFOLIACEAE]

## SYNONYMES

*Ilex marquensensis* F. Br.

*Ilex taitensis* (A. Gray) J. W. Moore

## STATUT IUCN

Non menacé.

## ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE

Arbre indigène caractéristique des vallons et crêtes d'altitude en forêt de nuages.

Distribution géographique : Marquises, Société et Hawaï.

## USAGES

Traditionnellement utilisé par les Tahitiens comme masticatoire pour lutter contre la fatigue (à rapprocher du maté, *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.).

## COMPOSITION CHIMIQUE

Peu connue ; travaux anciens.

Elle est à comparer avec celle de *Ilex paraguensis* qui fournit le célèbre « maté » d'Amérique du Sud (de nombreux ouvrages traitent de cette plante).

Caféine : 4 % (drogue sèche).

Huile essentielle.

Tanin.

Gomme résine.

## *PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES*

### **Propriétés pharmacologiques**

La caféine a une action sur le système nerveux et sur le système cardio-vasculaire.

■ Sur le système nerveux central : la caféine est un stimulant cortical qui maintient l'état d'éveil, facilitant l'idéation, qui diminue l'état de fatigue. Des doses très fortes peuvent induire de la nervosité, des tremblements, de l'insomnie. Elle stimule le centre respiratoire bulbaire, accroissant la sensibilité de celui-ci à l'action du dioxyde de carbone.

■ Sur le système cardio-vasculaire : la caféine développe une action inotrope positive, une tachycardie et une augmentation du débit cardiaque, une légère action vasodilatatrice périphérique, une discrète activité diurétique.

### **Toxicologie**

Aucune étude à ma connaissance.

## *INTÉRÊT INDUSTRIEL*

### **Dans le domaine du médicament**

Introduction dans la liste des plantes médicinales de la « pharmacopée » en raison de propriétés stimulantes au même titre que les drogues à caféine (café, thé, cola, guarana, maté...).

Introduction dans la liste des drogues du *Cahier de l'agence n° 3* avec comme indications 47, 83, 85, 86, 151, par voie orale ; 30, 86, par voie locale.

« Traditionnellement utilisé » :

- 47 : dans les diarrhées légères
- 83 : dans les états de fatigue passagers
- 85 : pour faciliter la perte de poids en complément de mesures diététiques
- 151 : pour favoriser l'élimination rénale de l'eau
- 30 : en usage local, comme traitement d'appoint adoucissant et pour calmer les démangeaisons des affections de la peau, en cas de crevasses, écorchures, gerçures et contre les piqûres d'insectes
- 86 : en usage local, pour faciliter la perte de poids en complément de mesures diététiques.

### **Dans le domaine agroalimentaire**

En raison de sa teneur en caféine, pourrait être utilisé dans des boissons stimulantes (du type « Coca-Cola », « guarana », « thé ») ou boissons dites « énergisantes ».

### **CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES**

Pour respecter la législation française, la teneur en caféine des boissons « stimulantes » ou « énergisantes » ne doit pas dépasser 150 mg/l (la législation n'est pas harmonisée dans l'Union européenne ; certains pays acceptent jusqu'à 300 mg/l).

**Remarque.** La caféine est inscrite sur la liste des substances et procédés dopants interdits (arrêté du 7.10.94). L'analyse d'un échantillon urinaire est considérée comme positive pour une concentration supérieure à 12 m/l.

### **ITINÉRAIRE DE PRODUCTION**

Mode d'obtention : cueillette.

Contrôle qualité.

En appliquant les techniques et protocoles connus pour les autres drogues à caféine (monographies de *Pharmacopée européenne* et *Pharmacopée française*), la mise au point du contrôle de cette drogue paraît relativement aisée.

▮ *Admission dans la sélection restreinte.*

### **ORIENTATIONS**

Favorables après résultat de l'analyse toxicologique mais encore beaucoup de travail pour finaliser la production.

### **BIBLIOGRAPHIE**

AGENCE DU MÉDICAMENT, 1997 – *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les cahiers de l'agence n° 3, 81 p.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## Morinda citrifolia L. (RUBIACEAE)

### *ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE*

Arbuste à petit arbre naturalisé.

Abondant et répandu. Végétation ouverte littorale et mésique de basse altitude, sur tous substrats.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société, Tuamotu.

### *USAGES*

#### **Fruit**

Gingivites

Tuberculose

Anthelminitique (hommes et animaux)

Purgatif

Consommation alimentaire +/- régulière ; en cas de famine uniquement sur certaines îles.

#### **Fleurs**

Problèmes oculaires.

#### **Feuilles**

Traitement des teignes, des furoncles

Rhumatismes et douleurs rhumatismales

Problèmes inflammatoires en application externe

Refroidissements et neuralgies faciales (application externe)

Refroidissements du torse et toux (application externe)

Inflammation buccale (par mastication)

Traitement des saignements internes, gonflements et problèmes hépatiques par application externe

Traitement des ulcères

Traitement de la goutte

Consommation alimentaire +/- régulière.

### **Écorce**

Astringent dans le traitement de la malaria.

### **Racine**

Traitement de l'hypertension.

## **COMPOSITION CHIMIQUE**

### **Feuille**

Diterpènes : E-phytol.

Triterpènes : cycloarténol.

Stéroïdes : stigmasta-4-en-3-one, stigmasta-4-22-dien-3-one,  $\beta$ -sitostérol, stigmastérol, campesta-5,7,22-trien-3 $\beta$ -ol.

Iridoïdes : citrifolinin A, citrifolinin A-1, citrifolinoside.

### **Fruit**

Iridoïdes : asperulosidic acid, 6-O-( $\beta$ -D-glucopyranosyl)-1-O-octanoyl- $\beta$ -D-glucopyranose, aucubine.

Acides gras libres et combinés (trisaccharides).

Avonoïdes : rutine.

Coumarines : scopolétine.

Les composés auxquels avait été attribuée l'activité : xéronine et préxéronine, n'ont jamais été identifiés. En l'état actuel des travaux, leur existence est hautement improbable.

### **Racine**

Anthraquinones : damnacanthal, morindone, rubiadin, rubiadin methyl ether, anthraquinone glucoside, methoxy-formyl-hydroxyanthraquinone.

## **PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES**

### **Feuille**

Activité antituberculeuse *in vitro* (composés lipophiles).  
Inhibition de UVB-induced activator protein-1 (iridoïdes).  
Inhibition Cox-1 (faible).  
Activité nématocide.

### **Fruit**

Inhibition de la transactivation AP-1 et de la transformation cellulaire dans la tumorigenèse (iridoïdes).

Activité anti-inflammatoire par inhibition de la Cox-1 (faible) et de la Cox-2 (forte).

Activité anticancéreuse sur carcinome Lewis-Lung implantée chez la souris (*via* stimulation du système immunitaire, voie IP), diminuée par l'administration d'immunosuppresseurs.

Pas de cytotoxicité sur cellules KB ou LLC *in vitro*.

Stimulation de la production de médiateurs : TNF- $\alpha$ , interféron- $\gamma$ , interleukines, oxyde nitrique.

Prévention de la formation d'adduct du DMBA sur l'ADN *in vitro* probablement par l'intermédiaire de l'activité anti-oxydante, cancer du sein sur souris. L'action se manifeste aux stades primaires de la cancérogenèse.

Activité antibactérienne (faible) sur diverses souches.

Activité hépato-protectrice après intoxication au CCl<sub>4</sub> sur le rat.

### **Racine**

Inhibition Cox-1 (forte).

Inhibition des tyrosine-kinases, augmentation de la fragmentation de l'ADN irradié par UV et de l'apoptose en résultant (damnacanthal).

Activité antivirale (sur HIV).  
Activité hypotensive.

### **Tige**

Activité antimalariale *in vitro*.

### **Pharmacocinétique**

Une étude sur le rat ou la scopolétine était utilisée comme traceur d'absorption du jus. Ne s'agissant probablement pas d'un principe actif significatif, l'intérêt en est quasi nul.

### **Études cliniques**

Une étude de phase I est en préparation à l'université d'Hawaii, organisée par le National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM) dans le traitement des néoplasmes et néoplasmes métastasés.

Elle utilise des gélules de 500 mg d'extrait sec de jus. Les buts sont essentiellement de déterminer la dose maximale tolérée, définir la toxicité et collecter des informations préliminaires en termes d'efficacité.

Une étude clinique contre placebo (38 et 30 cas) sur des fumeurs a été effectuée pour étudier l'effet anti-oxydant du jus de morinda sur la capacité anti-oxydante du plasma (radicaux superoxydes et lipides peroxydés).

L'absorption de jus de morinda augmente fortement la capacité anti-oxydante du plasma.

Une étude contre placebo aurait été conduite à la Mount Sinai School of Medicine sur l'hypertension. Les résultats seraient positifs, mais nous n'avons pas de compte rendu de cette étude. De plus, le faible nombre de patients impliqués (9) rend les conclusions aléatoires.

## **INTÉRÊT INDUSTRIEL**

### **Fruit**

Commercialisé à grande échelle comme supplément alimentaire, principalement aux États-Unis, sous forme de jus de fruit pasteurisé mais aussi de jus séché ou d'extrait sec.

## *VALORISATION POTENTIELLE*

La production de fruit devrait se pérenniser, surtout avec l'ouverture du marché européen. La valorisation comme boisson ou aliment à propriété anti-oxydante est à développer.

L'aspect thérapeutique, dépendant des études en cours, semble plus aléatoire, pour des raisons à la fois réglementaire et scientifique. En effet, la quasi-totalité des effets observés est à relier au pouvoir anti-oxydant ou à l'aspect immuno-stimulant. Il s'agit là de propriétés biologiques non spécifiques, et non de propriétés thérapeutiques spécifiques.

## *CONTRAINTE RÉGLEMENTAIRE*

Une autorisation européenne du Scientific Committee on Food (SCF) pour la commercialisation d'un produit (Tahitian noni juice, Morinda Inc.) a été accordée en décembre 2002.

Cette autorisation, obtenue sur présentation d'un dossier principalement toxicologique, permet de conclure à la non-toxicité du produit étudié.

Cette première autorisation devrait permettre l'obtention d'autres autorisations par la procédure simplifiée de l'équivalence substantielle.

Une demande de commercialisation a été déposée en 2003 en Grande-Bretagne par la société US Neways International pour un jus de noni.

### **Brevets relatifs au morinda**

Nous avons identifié 63 brevets relatifs, au moins partiellement, au morinda. Ils touchent tous les domaines : fabrication, formulation, activité biologique, cosmétologie, alimentation humaine ou animale...

La plupart des brevets sont originaires des États-Unis, du Japon ou de Chine. La grande majorité a été déposée en 2000 et 2001.

Une analyse complète de leur validité (technique et juridique) serait nécessaire avant tout travail de développement sur ce produit.

Une étude des dépôts de marques relatifs au morinda serait également utile dans la perspective d'une valorisation à long terme.



Morinda citrifolia n'entre pas dans la réglementation des médicaments à base de plantes. En revanche, en raison de l'acceptation par les Pays-Bas d'un complément alimentaire à base de morinda, l'introduction dans cette catégorie de produit paraît possible.

### **ITINÉRAIRE DE PRODUCTION**

Mode d'obtention : cueillette, essais de culture.

Admission dans la sélection restreinte.

### **BIBLIOGRAPHIE**

AALBERSBERG W. G. L., HUSSEIN S., SOTHEESWARAN S., PARKINSON S., 1993 – Carotenoids in the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2 (1) : 51-54.

ANCOLIO C., AZAS N., MAHIOU V., OLLIVIER E., DI GIORGIO C., KEITA A., TIMON DAVID P., BALANSARD G., 2002 – Antimalarial activity of extracts and alkaloids isolated from six plants used in traditional medicine in Mali and Sao Tome. *Phytotherapy Research*, 16 (7) : 646-649.

BRENDLER T., GRUENWALD J., JAENICKE C., 2001 – *Herb-CD<sub>4</sub> Herbal remedies*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart, Germany.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 2003 – Décision de la Commission du 5 juin 2003 relative à l'autorisation de mise sur le marché de « jus de noni » (jus du fruit de *Morinda citrifolia* L.) en tant que nouvel ingrédient alimentaire, en application du règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil (2003/426/CE). *Journal officiel* n° L 144 du 12 juin 2003.

DAULATABAD C. D., MULLA G. M., MIRAJKAR A. M., 1989 – Ricinoleic acid in *Morinda citrifolia* seed oil. *Journal of the Oil Technologists' Association of India*, 21 (2) : 26-27.

DITTMAR A., 1993 – *Morinda citrifolia* L. Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1 (3) : 77-92.

DIXON A. R., McMILLEN H., ETKIN N. L., 1999 – Ferment This : The Transformation of Noni, a Traditional Polynesian Medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae). *Economic Botany*, 53 (1) : 51-68.

EUROPEAN COMMISSION, HEALTH AND CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, DIRECTORATE C – *Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni<sup>®</sup> Juice (expressed on 4 December 2002)*. Scientific Committee on Food, SCF/CS/NF/DOS/18 ADD 2 Final, 11 December 2002.

FARINE J. P., LEGAL L., MORETEAU B., LE QUERE J. L., 1996 – Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. *Phytochemistry*, 41 (2) : 433-438.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., 1999 – An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with antitumour activity. *Phytotherapy Research*, 13 (5) : 380-387.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., CHOU S. C., HOKAMA Y., 1994 – Anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngeneic mice. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 37 : 145-6.

HIWASA T., ARASE Y., CHEN Z., KITA K., UMEZAWA K., ITO H., SUZUKI N., 1999 – Stimulation of ultraviolet-induced apoptosis of human fibroblast UVR-1 cells by tyrosine kinase inhibitors. *FEBS Letters*, 444 (2-3) : 173-176.

INOUE K., NAYESHIRO H., INOUEYET H., ZENK M., 1981 – Anthraquinones in cell suspension cultures of *Morinda citrifolia*. *Phytochemistry*, 20 (7) : 1693-1700.

LEACH A. J., LEACH D. N., LEACH G. J., 1988 – Antibacterial activity of some medicinal plants of Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, 14 (1) : 1-7.

LEVAND O., LARSON H. O., 1979 – Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 36 (2) : 186-187.

LI R.W., MYERS S.P., LEACH D.N., LIN G.D., LEACH G., 2003 – A cross-cultural study : anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 85 (1) : 25-32.

LI Y. F., GONG Z. H., YANG M., ZHAO Y. M., LUO Z. P., 2003 – Inhibition of the oligosaccharides extracted from *Morinda officinalis*, a Chinese traditional herbal medicine, on the corticosterone induced apoptosis in PC12 cells. *Life Science*, 72 (8) : 933-942.

LIU G., BODE A., MA W.Y., SANG S., HO C.T., DONG Z., 2001 – Two novel glycosides from the fruits of *Morinda citrifolia* (noni) inhibit AP-1 transactivation and cell transformation in the mouse epidermal JB6 cell line. *Cancer Research*, 61 (15) : 5749-5756.

MACKEEN M.M., ALI A.M., ABDULLAH M.A., NASIR R.M., MAT N.B., RAZAK A.R., KAWAZU K., 1997 – Antinematodal activity of some Malaysian plant extracts against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Pesticide Science*, 51 (2) : 165-170.

MALA S., SINGH J., SRIVASTAVA M., 1993 – A new anthraquinone glycoside from *Morinda citrifolia*. *International Journal of Pharmacognosy*, 31 (3) : 182-184.

MANSOR P., 1988 – Traditional salad vegetables of Malaysia. *Teknologi Sayur Sayuran*, 4 : 1-5.

MCCLATCHEY W., 2002 – From Polynesian healers to health food stores : changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integrative Cancer Therapies*, 1 (2) : 110-120.

MCKOY M.L., THOMAS E.A., SIMON O.R., 2002 – Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 45 : 76-78.

MORÓN RODRIGUEZ F.J., MORÓN PINEDO D., 2004 – Mito y realidad de *Morinda citrifolia* L. (noni). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9 (3).

MUELLER B.A., SCOTT M.K., SOWINSKI K.M., PRAG K.A., 2000 – Noni juice (*Morinda citrifolia*) : hidden potential for hyperkalemia ? *American journal of kidney diseases* : the official journal of the National Kidney Foundation, 35 (2) : 310-312.

RUSIA K., SRIVASTAVA S.K., 1989 – A new anthraquinone from the roots of *Morinda citrifolia* Linn. *Current Science*, 58 (5) : 249.

SALUDES J.P., GARSON M.J., FRANZBLAU S.G., AGUINALDO A.M., 2002 – Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae). *Phytotherapy Research*, 16 (7) : 683-685.

SANG S., HE K., LIU G., ZHU N., CHENG X., WANG M., ZHENG Q., DONG Z., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – A new unusual iridoid with inhibition of activator protein-1 (AP-1) from the leaves of *Morinda citrifolia* L. *Organic Letters*, 3 (9) : 1307-1309.

SANG S., LIU G., HE K., ZHU N., DONG Z., ZHENG Q., ROSEN R.T., HO C.T., 2003 – New unusual iridoids from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.) show inhibitory effect on ultraviolet B-induced transcriptional activator protein-1 (AP-1) activity. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 11 (12) : 2499-2502.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Flavonol glycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (9) : 4478-4481.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Natural Products*, 64 (6) : 799-800.

SANG S.M., HE K., LIU G.M., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., ZHENG Q.Y., DONG Z.G., GHAI G.T., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Citrifolinin A, a new unusual iridoid with inhibition of Activator Protein-1 (AP-1) from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.). *Tetrahedron Letters*, 42 (10) : 1823-1825.

VICKERS A., 2002 – Botanical medicines for the treatment of cancer : Rationale, overview of current data, and methodological considerations for phase I and II trials. *Cancer Investigation*, 20 (7-8) : 1069-1079.

WANG M., KIKUZAKI H., CSISZAR K., BOYD C.D., MAUNAKEA A., FONG S.F.T., GHAI G., ROSEN R.T., NAKATANI N., HO C., 1999 – Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (12) : 4880-4882.

WANG M., KIKUZAKI H., JIN Y., NAKATANI N., ZHU N., CSISZAR K., BOYD C., ROSEN R.T., GHAI G., HO C.T., 2000 – Novel glycosides from noni (*Morinda citrifolia*). *Journal of Natural Products*, 63 (8) : 1182-1183.

WANG M.Y., SU C., 2001 - Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 952 : 161-168.

WANG M.Y., WEST B.J., JENSEN C.J., NOWICKI D., SU C., PALU A.K., ANDERSON G., 2002 – *Morinda citrifolia* (Noni) : a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23 (12) : 1127-1141.

YAMAGUCHI S., OHNISHI J., SOGAWA M., MARU I., OHTA Y., TSUKADA Y., 2002 – Inhibition of angiotensin I converting enzyme by noni (*Morinda citrifolia*) juice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 49 (9) : 624-627.

YOUNOS C., ROLLAND A., FLEURENTIN J., LANHERS, M. C., MISSLIN, R., MORTIER, F., 1990 – Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 56 (5) : 430-434.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

# Piper methysticum G. Forst. [PIPERACEAE]

## SYNONYME

*Piper wichmanni* C. DC.

Autres synonymies, anciennes (LEBOT et CABALION, 1986).

## STATUT IUCN

Plante cultivée ou naturalisée, sans statut IUCN.

## ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE

Variétés de Polynésie française :

- 14 variétés connues autrefois à Tahiti mais déjà quasi disparues à cette époque (CUZENT, 1983 [1860]).
- 19 cultivars encore utilisés aux Marquises en 1935 (BROWN, 1935).

## USAGES

Usage rituel et médicinal, consommation traditionnelle sous forme de boisson (LEBOT et CABALION, 1986 ; LEBOT *et al.*, 1992).

Consommation néo-traditionnelle au Vanuatu, dans les villes, et en Nouvelle-Calédonie (ANDRÉ, 1999 ; CHANTERAUD, 1994, 1999, 2001).

## COMPOSITION CHIMIQUE

Polynésie française :

- 4 cultivars traités par LEBOT et LEVESQUE (1989).
- Études par Isabelle Lechat-Vahirua à Papeete (Institut Malardé).

## *PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES*

### **Principale utilisation**

Comme anxiolytique à base d'extrait de kava (synergie entre les principes actifs, kavalactones ou kavapyrones, ce qui justifie l'utilisation d'extraits naturels), ou de D,L-kavaïne (pas de synergie en ce cas).

### **Principal reproche**

Le kava présenterait un risque de toxicité hépatique.

Les causes possibles en seraient les suivantes :

- présence de piper méthysticine (hépatotoxique *in vitro*) dans des médicaments issus de lots de « peelings » (épluchures de bas de tiges) importés des îles Fidji ;

- absence ou réduction forte dans les extraits de kava à l'alcool ou à l'acétone du glutathion présent dans la boisson traditionnelle (où il aurait un rôle protecteur par ses effets antioxydants et la conjugaison des p-OH-kavaquinones formées au cours du métabolisme) ;

- débordement des défenses hépatiques chez des patients fragiles ou fragilisés (causes précédentes et/ou causes idiosyncrasiques au niveau de l'équipement du foie en cytochromes) ;

- recherches récentes à ce sujet en Nouvelle-Calédonie et à Futuna sur crédits du Secrétariat d'État à l'outre-mer, SEOM (CABALION *et al.*, 2003 ; WARTER, 2003).

## *INTÉRÊT INDUSTRIEL*

Base de production d'extraits de kava à visée anxiolytique.

### **Brevets**

L'Oréal : usages cosmétiques du kava.

Pernod-Ricard : intérêt du kava dans le sevrage des éthylomanes.

## *CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES*

En Polynésie : arrêté de 1927 qui interdit la culture, la préparation, la détention, la circulation, la consommation, le don, l'échange ou la vente de

kava aux Marquises. Il a été abrogé par un arrêté en Conseil des ministres en 2001 (662 CM du 16 mai) à l'initiative du Service du développement rural.

Pharmacopées de pays industrialisés : usage pharmaceutique interdit en l'an 2002 dans de nombreux pays industrialisés, Allemagne, France, Japon, etc., mais reste autorisé aux États-Unis. Totalement interdit dans certains pays, comme le Canada.

Changement en cours : levée récente de l'interdiction de l'usage alimentaire du kava (parlement du Pays de Galles, 2003).

Pas d'interdiction de la consommation traditionnelle ou néo-traditionnelle (sauf aux Marquises, voir arrêté susmentionné).

#### **Commentaires de Mme FOURASTÉ**

*Deux décisions de police sanitaire ont été prises au niveau français :*

*a) JO de la République française, du 12 janvier 2002 : Décision du 8 janvier 2002 portant suspension de la mise sur le marché, à titre gratuit ou onéreux, de la délivrance et de l'utilisation à des fins thérapeutiques du kava (kava-kava, Piper methysticum) et de produits en contenant, sous toutes formes, à l'exception des médicaments homéopathiques à des dilutions égales ou supérieures à la cinquième centésimale hahnemannienne.*

*b) JO de la République française : Décision du 13 mars 2003 portant interdiction de la mise sur le marché, à titre gratuit ou onéreux, de la délivrance et de l'utilisation à des fins thérapeutiques du kava (kava-kava, Piper methysticum) et de produits en contenant, sous toutes formes, à l'exception des médicaments homéopathiques à des dilutions égales ou supérieures à la cinquième centésimale hahnemannienne.*

*Ces deux décisions ont été prises à la suite de l'estimation par le groupe européen de pharmacovigilance d'un rapport bénéfice/risque négatif. Des décisions analogues ont été prises en Europe (Espagne, Portugal, Irlande, Allemagne, Royaume-Uni) et hors d'Europe (Canada et Australie). La Food and Drug Administration (FDA) n'a pas pour l'instant pris de mesures restrictives à l'égard de cette plante, mais a également informé les consommateurs du risque encouru.*

*De ce fait, l'utilisation du kava en tant que médicament ou en tant que complément alimentaire paraît compromise pour de nombreuses années. Il ne semble pas raisonnable, dans ces conditions, d'encourager la production de kava dans un but autre que BOISSON CONVIVIALE LOCALE.*

## *ITINÉRAIRE DE PRODUCTION*

Bouturage uniquement.

## *ORIENTATIONS*

Le kava présente actuellement deux intérêts principaux, en pharmacie comme anxiolytique naturel, et en alimentaire comme boisson conviviale dans le Pacifique.

Après la découverte en Allemagne et en Suisse de cas de toxicité hépatique attribués au kava, de nombreuses recherches ont eu lieu pour mieux connaître l'état de la question et les causes éventuelles de ces phénomènes. Un lobbying mené à Bruxelles par les pays du Pacifique a également permis à un groupe d'experts consultants de donner un avis en faveur de l'usage de cette plante (GRUENWALD *et al.*, 2003). On peut penser que l'interdiction du kava dans les années 2001 et suivantes est, au moins partiellement ou indirectement, le produit d'un lobbying en sens inverse, mais également l'application du principe de précaution.

Aucun cas d'hépatite fulminante n'a pu être trouvé dans le Pacifique et il est raisonnable de penser que la boisson à la manière traditionnelle n'est pas menacée et conservera son marché dans le Pacifique et peut-être ailleurs. En ce qui concerne le marché pharmaceutique, des recherches complémentaires restent nécessaires (rôles du glutathion, éventuellement du sélénium, des p-OH-kavaquinones, exploration des cytochromes hépatiques liés à la métabolisation du kava...) pour établir un nouveau rapport bénéfice/risque du kava en pharmacie (WARTER, 2003), ou plus généralement en santé incluant les effets des utilisations de type alimentaire (CABALION *et al.*, 2003). Par ailleurs, les posologies pourraient être revues à la hausse.

**Conclusion.** Il paraît judicieux de conseiller à la Polynésie française de ne pas abandonner ses recherches agronomiques et chimiques sur les variétés de kava local, pour produire une matière première originale et de qualité destinée au marché local du kava convivial, au marché américain (qui reste ouvert), et enfin de préparer un probable retour du kava sur le marché pharmaceutique [selon des modalités peut-être différentes de celles actuellement connues et qui restent à préciser, (CABALION *et al.*, 2003 ; WARTER, 2003)].

|| *Admission dans la sélection restreinte.*



## **BIBLIOGRAPHIE**

ANDRÉ M., 1999 – *Le phénomène Kava en Nouvelle-Calédonie*. Maîtrise de sciences sanitaires et sociales, faculté de médecine de Brest, 100 p.

BROWN F.B.H., 1935 – Flora of South Eastern Polynesia. III. Dicotyledons. Bernice P. Bishop Museum Bulletin, 130 : 1-386.

CABALION P., BARGUIL Y., DUHET D., MANDEAU A., WARTER S., RUSSMANN S., TARBAH F., DALDRUP TH., 2003 – « Kava in modern therapeutic uses : to a better evaluation of the benefit/risk relation. Researches in New Caledonia and in Futuna ». 5<sup>th</sup> European Symposium of Ethnopharmacology, Valencia, Spain, 8<sup>th</sup>-10<sup>th</sup> May 2003.

CABALION P., LAROCHE S., EDO L. – Enquêtes auprès des consommateurs de kava en Nouvelle-Calédonie (données non publiées).

CHANTERAUD A., 1994 – *L'émergence du kava en Nouvelle-Calédonie : du fait social au phénomène culturel*. DEA d'Anthropologie Temps, Espace et Sociétés dans le Pacifique insulaire, Université française du Pacifique, 1114 p.

CHANTERAUD A., 1999 – *La saga du kava du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie, essai de géographie culturelle*. Doctorat en géographie culturelle, université de Paris IV-Sorbonne, 331 p.

CHANTERAUD A., 2001 – *La saga du kava, du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie*. CRET & DyMSET (U. Bordeaux 3, CNRS), coll. Îles et archipels n° 29, 288 p.

CUZENT G., 1983 [1860] – *Archipel de Tahiti ; recherches sur les productions végétales*. Édition revue, augmentée et illustrée, Eds Haere po no Tahiti, 208 p.

GRUENWALD J., MUELLER C., SKRABAL S., 2003 – In-depth Investigation into EU Member States Market Restrictions on Kava Products.

LEBOT V., CABALION P., 1986 – Les Kavas du Vanuatu, *Piper methysticum* Forst. *Travaux & Documents de l'Orstom*, 205 : 234.

LEBOT V., LEVESQUE J., 1989 – The origin and distribution of Kava (*Piper methysticum* Forster, Piperaceae) : a phytochemical approach. *Allertonia*, 5 : 223-280.

LEBOT V., MERLIN M., LINDSTROM L., 1992 – *Kava, the Pacific Drug*. Yale Univ. Press, New Haven & London, 255 p.

WARTER S., 2003 – *Étude de populations exposées au kava en Nouvelle-Calédonie et à Futuna ; contribution à la connaissance de la toxicité du kava*. Thèse d'exercice Médecine générale, université de Strasbourg I, 267 p.

**Rédacteur : P. CABALION**

**Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti)**  
**Santalum insulare var. marchionense (Skotts.)**  
**Skotts. (Marquises)**  
**Santalum insulare var. margaretae (F. Br.)**  
**Skotts. (Rapa)**  
**Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore)**  
**Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea)**  
**Santalum insulare var. raivavense F. Br.**  
**(Raivavae, Australes)**

Ces variétés représentent le polymorphisme de l'espèce de la Polynésie française.

J.-F. Butaud (Service du développement rural Tahiti) prépare actuellement une thèse sur la distribution, la taxonomie du complexe en Polynésie française.

### **STATUT IUCN**

Gravement menacé d'extinction à vulnérable.

### **ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE**

Toutes les variétés, sauf celle des Marquises sont relictuelles et ont un statut allant de CR (critical) à VU (vulnerable). Aux Marquises, les populations sont localement de quelque importance et sont plus ou moins accessibles et disponibles, au moins pour une première étude chimique.

Ces variétés occupent les formations ouvertes de croupes et de crêtes de moyenne à haute altitude.

## USAGES

Massages : poudre de santal dans de l'huile de noix de coco.

### Autres espèces du genre

- *Santalum spicatum* :  
graines alimentaires (Australie).
- *Santalum album* :  
inflammation du système urinaire (Kom E), insolation, douleurs abdominales.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Pour toutes les variétés : huile essentielle dans le bois,  $\alpha$  et  $\beta$  santalol (60 %).  
*Var. marchionense* : sesquiterpènes,  $\alpha$  et  $\beta$ -santaldiol.

### Autres espèces du genre

- *Santalum spicatum* :  
Huile grasse (graine) : acide ximenynique (# 50 %), ac. oléique, ac. stéarique, ac. linoléique.
- *Santalum album* :  
Huile essentielle (3 à 5 % dans le bois) :  $\alpha$ -santalol (50 %) et  $\beta$ -santalol (20 %), epi- $\beta$ -santalol,  $\alpha$ -bergamotol,  $\alpha$ -bergamotal.

## PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES

### Autres espèces du genre

- *Santalum acuminatum* :  
inhibition du relargage de 5-hydroxytryptamine par les plaquettes.
- *Santalum album* :  
l'huile essentielle présenterait une action sur le système cardio-vasculaire.

### *INTÉRÊT INDUSTRIEL*

L'huile essentielle de toutes les variétés de *Santalum insulare* est signalée comme un substitut acceptable de l'huile essentielle de santal blanc.

### *VALORISATION POTENTIELLE*

L'huile essentielle de santal blanc des Indes est en voie de raréfaction sur le marché international pour des raisons politiques (restriction de la production et de l'exportation par l'Inde) et phytosanitaires (maladie « spike »). Bien qu'une autre huile de santal ne puisse lui être directement substituée (par exemple, celle d'Australie ou de Nouvelle-Calédonie), il existe une possibilité indéniable d'introduction sur le marché pour cette huile, qui pourrait l'être dans de nouvelles formules.

Une étude à long terme est en cours (UPF/SDR/Cirad) sur le santal de Polynésie :

Points étudiés :

- Multiplication par graines
- Inventaire des populations
- Études chimiques et génétiques aux Marquises.

Points en cours d'étude :

- Études chimiques et génétiques.

Points restant à étudier :

- Multiplication végétative
- Déterminisme de la composition de l'huile essentielle
- Techniques culturales
- Études de la descendance
- Acceptabilité par les utilisateurs (substitution, nouvelle matière première...).

Il s'agit d'un programme de recherche et de valorisation à très long terme (plusieurs dizaines d'années) qui demande un effort soutenu mais dont les débouchés potentiels seront sans doute stables, car à l'abri des effets de mode.

Du fait de la longueur de ce programme, le recours à la biotechnologie, en particulier pour la multiplication, doit être privilégié.

*Il conviendrait aussi de s'interroger sur les raisons de la baisse de la production en Inde. C'est une espèce préférant les milieux pauvres, et sa croissance dans ces milieux pourrait être vite ralentie (Geneviève Michon, écologue IRD, comm. pers.).*

## **CONTRAINTE RÉGLEMENTAIRE**

Vérifier l'absence des molécules allergènes listées au 7<sup>e</sup> amendement de la directive européenne sur les produits cosmétiques.

*Aucune place pour le santal en tant que médicament ou complément alimentaire.*

## **ITINÉRAIRE DE PRODUCTION**

### **Mode d'obtention**

Distillation de l'huile essentielle sur le territoire.

### **Mode de commercialisation**

Auprès des industriels des matières premières aromatiques travaillant avec les parfumeurs.

### **Contrôle qualité**

Faire reconnaître la qualité de l'huile essentielle par une norme spécifique Afnor/ISO.

*Admission dans la sélection restreinte.*

## **BIBLIOGRAPHIE**

ALPHA T., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.P., FAURE R., CAMBON A., JONCHERAY L., 1996 –  $\alpha$ -santaldiol and  $\beta$ -santaldiol, two santalane sesquiterpenes from *Santalum insulare*. *Phytochemistry*, 41 (3) : 829-831.

BANERJEE S., ECAVADE A., RAO A.R., 1993 – Modulatory influence of sandalwood oil on mouse hepatic glutathione S-transferase activity and acid soluble sulphhydryl level. *Cancer Letters*, 68 (2-3) : 105-9.

BENENCIA F., COURREGES M.C., 1999 – Antiviral activity of sandalwood oil against herpes simplex viruses-1 and -2. *Phytomedicine*, 6 (2) : 119-123.

BIANCHINI J.-P., BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., VERHAEGEN D., BARON V., 2003 – *Caractérisation du santal des Marquises*. Projet de recherche du ministère de l'Outre-Mer, UPF-SDR-Cirad.

BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., CARDI C., NASI R., TASSIN J., VERHAEGEN D., 2002 – « Molecular and morphometric diversity in *Santalum insulare* and *Santalum austrocaledonicum*. Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 a – « Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 b – « Conservation et valorisation de la biodiversité des santals de Polynésie française par l'étude de leurs métabolites secondaires ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., TETUANUI W., 2002 – « Le santal en Polynésie française ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2002 – « Marquesas Islands sandalwood concrete and biodiversity conservation of a forest species ». 33<sup>rd</sup> International Symposium on Essential Oils, 4-7 September 2002, Lisboa, Portugal.

BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2003 – A new chemotype of Sandalwood (*Santalum insulare* Bertero ex A. DC.) from Marquesas Islands. *Journal of Essential Oil Research*, 15 (5) : 323-326.

JONES G. P., BIRKETT A., SANIGORSKI A., SINCLAIR A. J., HOOPER P. T., WATSON T., RIEGER V., 1994 – Effect of feeding quandong (*Santalum acuminatum*) oil to rats on tissue lipids, hepatic cytochrome P-450 and tissue histology. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (6) : 521-525.

LIU Y., LONGMORE R.B., 1997 – Dietary sandalwood seed oil modifies fatty acid composition of mouse adipose tissue, brain, and liver. *Lipids*, 32 (9) : 965-969.

ROGERS K.L., GRICE I.D., GRIFFITHS L.R., 2001 – Modulation of *in vitro* platelet 5-HT release by species of *Erythrina* and *Cymbopogon*. *Life Sciences*, 69 (15) : 1817-1829.

SCARTEZZINI P., SPERONI E., 2000 - Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 71 (1-2) : 23-43.

SYKES W.R., 1981 - Sandalwood in the Cook Islands. *Pacific science*, 1980 publ. 1981, 34 (1) : 77-82.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

# **Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (FABACEAE)**

## **SYNONYMES**

*T. purpurea sensu* Zepernick

*T. piscatoria* Aiton.

## **ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE**

Espèce cultivée et naturalisée dans plusieurs îles de la Polynésie où elle est localement abondante ; plus généralement, dispersée en station sèche de basse et moyenne altitude aux Marquises et dans la Société.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société.

## **USAGES**

Employée comme ichtyotoxique dans de nombreuses régions du Pacifique (NISHIMOTO, 1969 ; PÉTARD, 1986).

## **COMPOSITION CHIMIQUE**

Roténoïdes, surtout dans les racines.

### **Graines**

Flavonoides pongamol, karanjine and lanceolatine B, flavonoides prénylées (purpuritenin et purpureamethide).

### **Racines**

Purpurénone, bêta-hydroxychalcone ; (+)-purpurine ; déhydroisoderri-cine, et (-)-maackiaine. Pseudosemiglabrin et (-)-semiglabrin (SINHA *et al.*, 1982 ; VENTAKATA RAO et RANGA RAJU, 1984).



## **Fleurs et fruits**

7,4'-dihydroxy-3',5'-diméthoxyisoflavone ; (+)-téphropurpurine ((+)-purpurine, pongamole, lancéolatine B, (-)-maackiaine, (-)-3-hydroxy-4-méthoxy-8,9-méthylène-dioxyptérocarpane et (-)-médicarpine, tous actifs sur quinone réductase ; composés non actifs : 3'-méthoxy daidzeine, desoxyphylline B and 3,9-dihydroxy-8-méthoxycoumestane (CHANG *et al.*, 1997).

## **PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES**

### **Propriétés ichthyotoxiques et insecticides**

La roténone et ses dérivés, les roténoïdes, ont la propriété d'asphyxier le poisson. En fait, ils agissent sur tous les animaux en bloquant la respiration à l'intérieur des cellules au niveau des mitochondries, mais les animaux à sang chaud sont protégés par leur revêtement cutané qui empêche la résorption du poison, alors que les animaux à sang froid (insectes, poissons, serpents) y sont particulièrement sensibles.

### **Activité nématocide (BANSODE et KURUNKAR, 1989)**

Les parties aériennes fournissent un excellent « engrais vert » (JOSHI *et al.*, 2000).

### **Activité allélopathique des extraits aqueux de feuilles sur parthenium**

L'inhibition significative de la vitesse de germination et de la croissance de la plantule permet d'envisager l'emploi de cet extrait simple comme herbicide peu onéreux et biodégradable « weed control » (DAMME *et al.*, 1994).

Activités anti-ulcéreuses démontrées sur le rat des extraits aqueux de racines, en raison des propriétés cytoprotectives de la drogue (DESHPANDE *et al.*, 2003).

Propriétés antitumorales marquées, démontrées par induction *in vitro* de la quinone réductase des composés isoflavoniques isolés des fruits et fleurs (CHANG *et al.*, 1997).

## *INTÉRÊT INDUSTRIEL*

Valorisation possible comme insecticide et ichtyotoxique.

Les drogues à roténone sont employées en assez grande quantité comme insecticide en phytopharmacie, sous forme de poudre végétale, pour lutter contre les chenilles, pucerons et autres doryphores, présentant le grand avantage d'être inoffensives pour l'homme. La tendance est de les associer aux pyréthrinés, autres insecticides végétaux, afin de combiner leurs actions, les effets de ces derniers étant plus rapides mais aussi plus fugaces.

La roténone se dégrade rapidement dans le milieu (3 à 6 jours), ce qui lui vaut un regain d'intérêt comme pesticide biologique. Son emploi dans des conditions strictes et réglementées est autorisé en agriculture biologique dans certains pays. Ce marché, sans être énorme, est consistant à l'échelle du marché des plantes médicinales et devrait se développer du fait de la croissance des productions biologiques (TAMM *et al.*, 2000) ; et ce bien que les roténones (avec d'autres pesticides) aient été associées à la maladie de Parkinson. Des études récentes ont cependant montré que l'injection de doses élevées (1-12 mg/kg) de roténone à des rats provoque chez l'animal des symptômes « Parkinson-like », suscitant des réserves sur son emploi. Les doses utilisées dans l'expérience sont cependant très au-dessus des doses susceptibles d'être trouvées chez l'homme consommant des aliments traités. La question est loin d'être tranchée et la réglementation devrait encore évoluer (GIASSON et LEE, 2000).

### ▮ *Admission dans la sélection restreinte.*

Composition chimique bien connue de l'espèce (études menées pour la plupart sur des échantillons récoltés en Inde). Comme c'est généralement le cas pour les *tephrosia*, présence de dégueline et dérivés au lieu de roténone.

Il serait intéressant de mesurer la teneur en roténoïdes de la variété de Polynésie française.

Ses propriétés nématicides, allélopathiques, et comme engrais vert, en font un excellent produit phytosanitaire (lutte antivectorielle, agriculture...).

Les insecticides « biologiques », biodégradables, sont spécialement intéressants pour l'agriculture en milieu insulaire, par exemple les îles Loyauté en Nouvelle-Calédonie, pour éviter de polluer la lentille d'eau douce sous-jacente, fragilisée par des produits phytosanitaires à forte rémanence.

**BIBLIOGRAPHIE**

BANSODE P.T., KURUNDKAR B.P., 1989 – Efficacy of organic amendments and plant extracts in management of root-knot of brinjal. *Indian Journal of Plant Pathology*, 7 (2) : 160-163.

CHANG L.C., GERHAUSER C., SONG L., FARNSWORTH N.R., PEZZUTO J.M., KINGHORN A.D., 1997 – Activity-guided isolation of constituents of *Tephrosia purpurea* with the potential to induce the phase II enzyme, quinone reductase. *Journal of Natural Products*, 60 (9) : 869-873.

DAMME V. VAN, MEYLEMANS B., DAMME P. VAN, 1994 – Survey on weed management practices in upland crops in the dry zone of Sri Lanka. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 59 (3b) : 1345-1350.

DESHPANDE S.S., SHAH G.B., PARMAR N.S., 2003 – Antiulcer activity of *Tephrosia purpurea* in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 35 (3) : 168-172.

GIASSON B.I., LEE V.M.-Y., 2000 – A new link between pesticides and Parkinson's disease. *Nature Neuroscience*, 3 (12) : 1227-1228.

JOSHI S.D., JADHAV A.S., PATIL M.B., KURUNDKAR B.P., 2000 – Effect of organic amendment and fly ash on root-knot disease of tomato. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 25 (1) : 84-85.

NISHIMOTO S. K., 1969 – Plants used as fish poisons. *Newsletter of the Hawaiian Botanical Society*, 3 : 20-28.

PÉTARD P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

SINHA B., NATU A.A., NANAVATI D.D., 1982 – Prenylated flavonoids from *Tephrosia purpurea* seeds. *Phytochemistry*, 21 (6) : 1468-1470.

TAMM L., SPEISER B., WYSS E., NIGGLI U., 2000 – *Use of Rotenon in Organic Agriculture : FiBL Statement.* 2 p.

VENTAKATA RAO E., RANGA RAJU N., 1984 – Two flavonoids from *Tephrosia purpurea*. *Phytochemistry*, 23 (10) : 2339-2342.

**Rédacteur : C. MORETTI**

# Vanilla tahitensis J. W. Moore [ORCHIDACEAE]

## SYNONYME

Synonyme de *V. planifolia* Andr., probablement un cultivar particulier ou hybride de cette espèce avec une autre. Il semble actuellement que plusieurs groupes de botanistes et de généticiens travaillent sur la question (mais pas de références bibliographiques).

## STATUT IUCN

Pas de statut, plante cultivée.

## ACCESSIBILITÉ, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TYPE BIOLOGIQUE

*Vanilla tahitensis* n'est cultivée qu'en Polynésie. Plusieurs cultivars sont répertoriés et font désormais l'objet d'une collection vivante, maintenue par les services de l'agriculture du territoire (DRON, 2002).

Liane herbacée charnue, volubile, naturalisée à basse et moyenne altitude (anciennes plantations ou en station secondaire).

## USAGES

Gousse ; aliment ; épice.

Sève : Comores ; médicinal ; hémostatique ; cicatrisant.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Gousse : glucosides, vanilline, aldéhyde p-hydroxybenzoïque, p-anisaldehyde, acide p-hydroxybenzoïque, acide vanillique, acide anisique, alcool anisique (RIVES, 2000).

Des alcaloïdes, des polyphénols et des traces de leucoanthocyanes.

## **PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES**

Toxicité ; vanillisme (BÛI-XÛAN-NHÛAN, 1954).

## **INTÉRÊT INDUSTRIEL**

Agro-alimentaire comme arôme typé, sur un marché ciblé.

## **ITINÉRAIRE DE PRODUCTION**

Culture déjà établie à Tahiti et dans les îles Sous-le-Vent (Huahine, Raiatea, Tahaa...).

## **MODE D'OBTENTION**

Multipliation végétative par bouture. Attention aux problèmes de transmission des maladies virales.

▮ *Admission dans la sélection restreinte.*

## **BIBLIOGRAPHIE**

BÛI-XÛAN-NHÛAN, 1954 – « Le vanillisme ». In Bouriquet G. (éd.) : *Le vanillier et la vanille dans le monde*, Paul Lechevalier : 647-661.

DRON M., 2002 – *Rapport d'évaluation de la composante scientifique du projet vanille du Service de développement rural à Raiatea (période 1998-2002)*, 31 p.

RIVES M.J., 2000 – *Étude des profils aromatiques des différentes variétés de Vanilla tahitensis*. École nationale supérieure d'agronomie de Toulouse, 51 p

**Rédacteur : F. DEMARNE**

# Sur le secteur cosmétologie

## *APERÇU D'ENSEMBLE*

La cosmétologie est probablement l'un des secteurs les plus propices à une valorisation économique des produits naturels.

Le marché de la dermo-cosmétique est en pleine croissance et, du fait de l'abandon progressif des produits d'origine animale, les produits d'origine naturelle, marine ou terrestre, sont de plus en plus recherchés.

### **Une démarche scientifique**

« Les industriels de la cosmétique communiquent beaucoup autour des substances naturelles. Mais derrière cette mode écologique, il y a un réel travail scientifique », explique Patrice André, directeur du laboratoire Actifs, Biologie et Cosmétique de Dior, à Orléans.

La cosmétique s'appuie notamment sur les substances végétales avec un très large recul d'utilisation. De ce fait, les usages traditionnels sont ici très recherchés. Selon Jean Guézennec de l'Ifremer, l'intérêt pour des molécules extraites ou synthétisées à partir des micro-organismes (au sens large du terme) est également fort de la part des industriels de la cosmétologie, un des freins restant toutefois la production à bas coût de ces molécules.

Ce travail s'appuie en particulier sur des ethnopharmacologistes qui étudient l'utilisation des plantes par les communautés traditionnelles, en particulier celles des forêts tropicales. Cette bioprospection débute par un inventaire des plantes utilisées pour le soin du corps : cicatrisants, baumes, anti-inflammatoires... Une première sélection ne retient que les familles botaniques originales, ce qui augmente les chances de trouver des molécules nouvelles. Les chimistes s'emploient à en préparer des extraits de plus en plus purs, isolant les molécules actives au sein de la plante.

Des essais biologiques, sur cultures cellulaires, ou biochimiques (inhibition ou activation de protéines, de processus biochimiques spécifiques), permettent d'évaluer les propriétés biologiques.

## **Une stratégie largement pilotée par le marketing**

Le discours marketing fait miroiter les vertus extraordinaires des substances naturelles tant pour la santé que pour le développement des pays du Sud. Mais ce discours porté par le marketing doit être relativisé.

## **Organisation de la production et des filières**

Comme pour les aliments fonctionnels, ce secteur est propice au développement de petites et moyennes entreprises locales, se consacrant à la fourniture de matière première végétale pour les industriels de la cosmétique, à la formulation ou la production d'éco-produits cosmétiques à forte connotation de terroir.

## **Perspectives pour la Polynésie française**

Faut-il préconiser la mise en œuvre sur place d'essais biologiques orientés cosmétiques, permettant de proposer une offre locale d'actifs à forte valeur ajoutée ? La question de monter sur le territoire une structure *ad hoc* peut en effet se poser au regard de la diversité des sources de molécules qu'il recèle.

Pour répondre en toute clarté à cette question, il faut prendre en compte tous ses aspects, déclinés ci-après.

### **Aspects « techniques »**

Les essais biologiques orientés cosmétiques varient selon les cibles, et il en existe un grand nombre. Beaucoup de laboratoires ont leur propre approche de ces tests, qui sont sous-traités en France auprès de nombreuses structures spécialisées.

La demande en nouveaux principes actifs étant importante, les filières se construisent surtout à partir de l'offre (d'après M. Hansel, président de « Cosmetic Valley »).

### **Aspects économiques**

La demande en matière première végétale et en nouveaux principes actifs est forte, mais porte sur de faibles quantités (dépassant rarement la tonne). La vie des produits est brève, en moyenne 4 à 10 ans pour un produit commercialisé : 10 ans est une durée de vie inespérée pour un produit cosmétique d'usage courant.

Cette faiblesse de la demande peut, elle aussi, être compensée par le nombre. Les compagnies sont en recherche permanente de nouveaux « actifs » à partir desquels seront formulés d'autres produits.

### **Aspects réglementaires**

Une démarche gagnante serait d'anticiper sur les réglementations en préparation.

La réglementation européenne définit un produit cosmétique comme se rapportant à « toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain [...] en vue de les nettoyer, de les parfumer, de les protéger, de les maintenir en bon état, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles ».

Tous les produits correspondant à cette définition doivent se soumettre à la législation prévue par la directive européenne 76/768/CEE. L'étiquetage de produits cosmétiques doit comporter une liste de la totalité des ingrédients.

### **Conclusion**

Au vu de ces éléments, les experts considèrent qu'une intervention forte et structurante des pouvoirs publics ne se justifie pas, compte tenu de la volatilité des produits dans ce secteur qui ne permet pas de garantir à l'économie polynésienne des perspectives de développement durable sur cette base. En revanche, les synergies entre laboratoires de recherche locaux et porteurs de projets pourraient se renforcer.

### ***DE LA DIFFICULTÉ DE SE PRONONCER SUR L'INTÉRÊT EN COSMÉTIQUE DES PLANTES RETENUES : RÉFLEXIONS D'UN EXPERT VERSÉES AU DÉBAT***

Il est difficile de prévoir l'intérêt d'une plante pour une utilisation en cosmétique sans avoir fait de nombreuses études biochimiques préalables de toxicité et d'objectivation. Ces études biochimiques ne sont individuellement valables que pour un type d'extrait et pour une revendication (propriété amincissante, ou anti-ride, ou éclaircissante...). Ces études sont toujours très coûteuses et elles sont prises en charge par les industries de la cosmétique qui développent les produits. Elles ne sont de ce fait jamais publiées et leurs résultats, lorsqu'ils sont intéressants, font immédiatement l'objet de



prises de brevets. Autre difficulté : un extrait de plante trop actif risque d'être interdit pour un usage cosmétique et reclassé en médicament ; l'actif cosmétique est donc tenu de ne présenter qu'une faible activité, ce qui par là même rend très difficile et coûteux de démontrer son efficacité, surtout sur un organe en bonne santé (la peau), qui possède de puissants mécanismes de régulation de son homéostasie.

En un mot, on ne peut pas décréter qu'une plante sera utilisable pour une application cosmétique au vu de sa composition chimique ou de son usage traditionnel tels qu'en fait état la bibliographie. Il faut absolument entreprendre au cas par cas des études coûteuses d'objectivation et de toxicité.

Dans tous les cas, la plante entière ne saurait être utilisée, même si on lui reconnaît traditionnellement des vertus plus ou moins avérées. En effet :

- L'aspect et la qualité des produits cosmétiques nécessitent de travailler avec des extraits de plantes et très rarement des plantes entières.

- L'efficacité des extraits dépend forcément des solvants qu'on utilise.

- Il faut identifier les molécules actives et vérifier qu'elles ne sont pas toxiques aux doses où elles seront employées.

- Il faut vérifier que ces molécules sont actives mais pas trop par voie topique.

- Il faut identifier les mécanismes sur lesquels agit la molécule.

- Il faut vérifier l'intérêt de l'extrait par des tests biochimiques de plus en plus sophistiqués et de plus en plus coûteux, et le retour sur ces investissements lourds ne peut se faire que par la voie de brevets et d'accords d'exclusivité.

La durée de vie très brève (5 à 7 ans) d'un actif cosmétique (phénomène de mode et nécessité de renouvellement marketing obligent) implique que le produit soit vraiment très intéressant pour que l'on se risque à monter sur du moyen terme une filière de production officielle *ex nihilo*. Cela est vrai partout, en Polynésie comme ailleurs. C'est d'ailleurs très rarement ce qui se produit. Ainsi, lorsqu'un produit a été trouvé intéressant par un industriel de la cosmétique, fournisseur de matière première ou formulateur final, celui-ci organise lui-même sa filière d'approvisionnement, généralement dans le cadre de relations commerciales privées et bilatérales. Les quantités de plantes nécessaires à l'industrie sont en général faibles, de l'ordre de quelques tonnes, et il n'y a pas lieu de mettre de l'argent public dans ces échanges commerciaux.

L'implantation d'une petite industrie cosmétique locale est tout à fait possible sur la base d'une image marketing exotique, mais en s'appuyant sur des « blancs industriels » importés. La place des plantes locales dans cette industrie serait très marginale (coûts de développement beaucoup trop élevés au regard du marché), si l'on vise les standards de qualité européens, seuls capables de séduire une clientèle de touristes.

# Le cahier des charges de l'expertise collégiale

## *LES SUBSTANCES NATURELLES EN POLYNÉSIE FRANÇAISE : UN SECTEUR PROMETTEUR MAIS ACTUELLEMENT ENCORE TRÈS FRAGILE*

La Polynésie française jouit d'un fort potentiel dans le domaine des substances naturelles, qui résulte à la fois d'un fort endémisme et de la présence de chimiotypes particuliers liés à l'éloignement géographique de ses îles. Cette biodiversité n'est encore que peu valorisée puisque seules quelques espèces de plantes donnent lieu à des exploitations particulières (monoi, vanille, santal, nono, tamanu...), tandis qu'une petite dizaine de projets de valorisation d'autres substances sont en cours.

Par ailleurs, la Polynésie française possède des laboratoires de recherche publics suffisamment bien équipés pour assurer les premières analyses de nouvelles substances. Du côté des industries, quelques entreprises sont solidement implantées et des porteurs de projet cherchent à diversifier et à renouveler leur activité.

Toutefois, ces atouts certains et ce dynamisme relatif ne doivent pas occulter les faiblesses du secteur. D'une part, les substances déjà exploitées pourraient l'être de manière plus intensive (en organisant les filières, en mettant en place une démarche qualité ou en essayant d'atteindre le plus haut degré de transformation possible pour le produit sur le territoire, ce qui augmenterait les retombées économiques), d'autre part certaines substances naturelles pourraient demain créer de nouveaux marchés et offrir un support de développement à la Polynésie française. Pour cela, des efforts doivent être faits pour définir des orientations de recherche coordonnant le travail des différents laboratoires et pour organiser le transfert de compétences entre chercheurs et développeurs.

## *LES OBJECTIFS DE L'EXPERTISE*

L'expertise envisagée comporte deux volets indissociables : une partie de l'expertise est à vocation prospective puisqu'il s'agit de suggérer de nouvel-

les voies de recherche et de développement à la Polynésie française en identifiant de nouvelles substances naturelles d'intérêt, et une autre partie est à vocation opérationnelle puisqu'elle a pour but de proposer des stratégies de valorisation des substances naturelles déjà exploitées ou qui pourraient l'être à l'avenir (stratégies industrielles, commerciales).

On peut résumer les objectifs de l'expertise en deux points :

- À partir de la connaissance de la biodiversité polynésienne, il s'agit de déterminer quelles sont les substances naturelles d'intérêt économique le plus grand en orientant la démarche par secteurs (pharmacologie, cosmétologie, phytothérapie, agroalimentaire, parfums, artisanat...) et en spécifiant le degré d'avancement de la R&D ou les modes de commercialisation pour chacune des substances. Des profils de porteurs de projets seront éventuellement identifiés au plan local ou international si le produit ne peut être développé au niveau territorial.

- En parallèle, des propositions concrètes concernant la mise en œuvre d'une démarche qualité, la mise en place de mesures de protection du marché, l'amélioration des filières de production, l'articulation recherche-industrie et l'organisation interprofessionnelle auront pour objectif d'améliorer à plus court terme la productivité des filières « substances naturelles ».

Le travail organisé par l'IRD comportera une Expertise collégiale, qui suivra la méthodologie mise en œuvre à l'institut, et qui sera doublement accompagnée par :

- la réalisation d'un jeu de fiches analysant les connaissances disponibles sur chacune des substances identifiées en Polynésie française,

- une étude des potentialités économiques et techniques locales qui permettraient de développer de nouvelles activités.

Ces deux démarches d'accompagnement de l'Expertise collégiale sont un appui indispensable pour le groupe pluridisciplinaire d'experts, les données actuellement disponibles étant en partie lacunaires. Le collège d'experts pourra ainsi déboucher sur une large synthèse et des orientations pour conduire une politique de valorisation des substances naturelles en Polynésie française.

## **QUESTIONS POSÉES AUX ÉTUDES PRÉALABLES OU D'ACCOMPAGNEMENT – « FICHES SUBSTANCES » ET « ANALYSE DES POTENTIALITÉS ÉCONOMIQUES ET TECHNIQUES LOCALES »**

### **Quelles sont les substances naturelles déjà exploitées en Polynésie française et dans la région Pacifique ?**

En préalable à l'expertise, un rassemblement aussi complet que possible des données disponibles sur les substances naturelles de Polynésie française doit être réalisé. Cette étape donnera lieu à l'élaboration d'un jeu de « fiches » concernant chacune de ces substances, établies sous la responsabilité d'un des experts en s'appuyant sur des collaborations externes. Elles seront complétées au retour de l'étude socio-économique locale quant aux aspects en relation avec l'exploitation de certaines de ces substances. Ces fiches répondront pour l'essentiel aux questions suivantes :

- Quel est le mode d'obtention de la ressource pour cette substance ?
- Quel est son risque d'épuisement ?
- Quelles sont les propriétés mises en avant pour la commercialisation de produits issus de la filière ? Sont-elles scientifiquement fondées ?
- Si déchets il y a résultant de cette exploitation, y a-t-il un moyen de les utiliser ?
- Y a-t-il des nuisances écologiques liées à l'exploitation de cette ressource (abandon de cultures plus traditionnelles, effet paysager, destruction de l'écosystème) ?
- La substance a-t-elle une valeur patrimoniale pour la Polynésie française ?
- Quel est le délai d'une éventuelle valorisation de la substance (court, moyen ou long terme) ?

Une première estimation permet de penser que le nombre de ces fiches sera de l'ordre d'une centaine.

### **Quelle est l'organisation du secteur industriel et commercial des substances naturelles en Polynésie française ?**

Pour proposer une stratégie de valorisation, il est indispensable de s'appuyer sur une connaissance actuelle et approfondie du secteur et du contexte dans lequel il évolue. Il convient également d'identifier de façon

fine ce que peuvent être les trajectoires de développement des entreprises et des organismes locaux qui les appuient. Pour cela, une investigation conduite en partie sur place en relation directe avec les acteurs locaux est indispensable pour répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques et la structuration des entreprises du secteur ? Comment fonctionnent-elles (taille, activité, exportations, chiffre d'affaires...) ?

- Quels sont les emplois créés par le secteur ?

- De quels financements bénéficie le secteur ?

- Quels sont les flux financiers générés par le secteur ?

- Le développement d'un tissu solide de petites entreprises est-il possible ? Comment attirer de grandes entreprises sur le terrain polynésien ?

- Quels sont les atouts et faiblesses de ce secteur ?

- Quelles orientations est-il judicieux de privilégier pour favoriser le développement du secteur ?

- Les pôles de recherche locaux (université, organismes de recherche territoriaux, nationaux ou étrangers présents en Polynésie française) développent-ils des activités tournées vers la valorisation des substances naturelles ? Des encouragements complémentaires, une coordination de leurs activités, sont-ils possibles et utiles ?

### *LES QUESTIONS POSÉES AU COLLÈGE D'EXPERTS*

En s'appuyant sur ses travaux propres et sur les deux investigations complémentaires précédemment décrites, le collège d'experts, dans son ensemble, apportera successivement des réponses aux questions suivantes.

#### **Quel est l'intérêt potentiel de la biodiversité polynésienne (marine, terrestre, végétale, animale), comparée aux autres régions voisines intertropicales ?**

- Quel degré de connaissance a-t-on de la biodiversité marine et terrestre ?

- Les savoirs traditionnels ont-ils été recensés scientifiquement ?

- Quel est le niveau de l'automédication par les plantes dans la population ?

- Le rôle des guérisseurs dans les pratiques médicales traditionnelles est-il important, et a-t-il été étudié ?

■ Y a-t-il des zones où la bioprospection (biodiversité et savoirs connexes) s'avère insuffisante? Peut-on établir des priorités en matière de bioprospection ?

### **À partir de l'analyse de la biodiversité polynésienne, quelles sont les substances naturelles exploitées ou potentiellement exploitables en Polynésie française ?**

Parmi l'ensemble des substances décrites dans le jeu de « fiches », sera dressée une liste plus restreinte (de l'ordre d'une vingtaine au plus) de substances d'intérêt pour la Polynésie française. Cette liste comportera à la fois des espèces indigènes que la Polynésie française<sup>26</sup> pourrait envisager de produire et/ou de transformer (ex. : *Callophyllum inophyllum* comme agent anti-HIV) et des espèces endémiques pour lesquelles généralement l'expertise conduira à proposer des stratégies de R&D. Une étude spécifique de ces substances d'intérêt permettra d'en évaluer les potentialités en répondant aux questions suivantes :

■ Quelles sont les tendances de l'évolution du marché ? Pour les substances non commercialisées, quels marchés s'ouvrent, pour quelles substances ?

■ Quelles sont les perspectives en matière de réglementation pour une éventuelle pénétration du marché européen par chacune des substances envisagées (sous forme transformée) ?

■ Quels sont les types de contrats qui lient les personnes engagées dans la filière, du producteur au transformateur ?

■ Selon les marchés, quelle valeur ajoutée et donc quelles retombées économiques peut-on envisager pour le Territoire ? Quel est le niveau de transformation en Polynésie française (si le produit n'est pas transformé en Polynésie française, où se situe la transformation) ?

■ Y a-t-il des modes de protection du marché à mettre en place ?

■ Pour chacune des substances non encore exploitées, quelles sont la durée et les modalités de la R&D ? Quel est le terme approché d'une éventuelle mise sur le marché ?

### **Les potentialités technico-scientifiques locales pour effectuer des travaux complémentaires de R&D sont-elles suffisantes ?**

On commencera par faire un état des lieux de la capacité de Recherche et Développement du Territoire (analyse en partie réalisée sur place par l'équipe).

| <sup>26</sup> que l'on peut trouver ailleurs dans la ceinture tropicale.

Ensuite, à la vue de la liste des substances à valoriser et des moyens à mettre en place pour que cette valorisation soit possible, des suggestions de collaborations ou partenariats pourront être faites. Les différentes stratégies s'offrant au Territoire en matière de R&D seront passées en revue en s'interrogeant sur les points suivants :

- Comment peut-on améliorer la liaison recherche-industrie ?
- Quels sont les partenariats public-privé ou collaborations avec des laboratoires métropolitains envisageables pour optimiser l'avancée de la R&D sur les substances naturelles ?

### **Quelles orientations peut-on donner pour une politique de valorisation des substances naturelles en Polynésie française ?**

Il s'agit ici de faire la synthèse des résultats de l'expertise, tout en mesurant avec le comité de suivi quelles orientations pourraient être soutenables au plan local.



# Présentation du collège d'experts

## **YVES BARBIN**

Veille technologique, prospection filière PAM (Plantes aromatiques et médicinales)  
Pierre Fabre Médicament – Plantes et Industries  
16, rue Jean Rostand, BP92 – 81603 Gaillac  
Yves.barbin@pierre-fabre.com

## **VALÉRIE BOISVERT**

Économiste de l'environnement  
IRD – Centre d'Orléans  
5, rue du Carbone – Technoparc – 45000 Orléans  
Valerie.boisvert@orleans.ird.fr

## **PIERRE CABALION**

Pharmacien, ethnopharmacologiste  
IRD – Centre de Nouvelle-Calédonie  
Laboratoire des Substances naturelles terrestres et Savoirs traditionnels  
BP A5 – 98848 Nouméa Cedex – Nouvelle-Calédonie  
cabalion@noumea.ird.nc

## **CÉCILE DÉBITUS**

Chimiste des substances naturelles marines  
IRD – UMR152  
ISTMT  
3, rue des Satellites – 31400 Toulouse  
debitus@ird.fr

## **FRÉDÉRIC DEMARNE**

Directeur scientifique et du Développement technologique  
Groupe Gattefossé  
36, Chemin de Genas – BP 603 – 69 804 Saint-Priest  
fdemarne@gattefosse.com

**JACQUES FLORENCE**

Botaniste

IRD US 084 Biodiversité végétale tropicale : connaissance et valorisation  
Antenne IRD — Laboratoire de Phanérogamie – 16, rue Buffon – 75005 Paris  
jflo@mnhn.fr

**ISABELLE FOURASTÉ**

Professeur de Pharmacognosie

Université Paul Sabatier – Toulouse III

Faculté de Pharmacie – 35 chemin des maraîchers – 31062 Toulouse Cedex 4  
ifourast@cict.fr

**JEAN GUÉZENNEC**

Responsable Programme Biotechnologies marines

IFREMER

Centre de Brest – Resp. DRV/VP/BMM – BP 70 – 29280 Plouzané  
jguezenn@ifremer.fr

**MARIE-LUCE HAZEBROUCQ**

Chargée de mission

IRD

213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex  
hazeroy@noos.fr

**CHRISTIAN MORETTI**

Chimiste – ethnopharmacologue

IRD – Orléans

Technoparc – 5, rue du Carbone – 45000 Orléans  
christian.moretti@orleans.ird.fr

**CHRISTINE NOIVILLE**

Juriste

CNRS – Université Paris 1 – Centre de recherche en droit des sciences et techniques  
16 rue de l'abbé Carton – 75014 Paris  
noiville@univ-paris1.fr

**JEAN-CHRISTOPHE SIMON**

Économiste

IRD – DEV

213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex

simon@paris.ird.fr

**BERNARD WENIGER**

Pharmacien chimiste spécialiste des substances naturelles d'intérêt thérapeutique

UMR CNRS/ULP N° 7081

Faculté de pharmacie, Univ. Louis Pasteur Strasbourg – BP 60024 –

67401 Illkirch cedex

Weniger@pharma.u-strasbg.fr

## Comité de suivi

La Présidence du comité de suivi a été assurée par la Délégation à la recherche de la Polynésie Française, sa composition en a été constituée par les représentants des organismes suivants :

Centre IRD de Tahiti

Centre océanologique du Pacifique/Ifremer

Délégation pour la promotion des investissements

Direction de l'Environnement

EPIC Vanille

Institut Louis-Malardé

Plate-forme technologique « Génie des Procédés–substances naturelles »  
(Gepsun)

Service de la Pêche

Service des Affaires économiques

Service du Commerce extérieur

Service du Développement de l'industrie et des métiers

Service du Développement rural

Service du Plan et de la Prévision économique

Université de la Polynésie française, laboratoire de chimie des substances naturelles.

# Table des tableaux

<b>Tableau 1 –</b>	<b>35</b>
Poids à l'exportation des produits de la perliculture et de la pêche	
<b>Tableau 2 –</b>	<b>38</b>
Données chiffrées sur quelques productions	
<b>Tableau 3 –</b>	<b>39</b>
Le nono à l'exportation	
<b>Tableau 4 –</b>	<b>44</b>
Caractéristiques des principales filières « produits végétaux »	
<b>Tableau 5 –</b>	<b>47</b>
Critères d'exclusion-sélection des espèces végétales	
<b>Tableau 6 –</b>	<b>82</b>
Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »	
<b>Tableau 7 –</b>	<b>86</b>
Aperçu des secteurs de valorisation potentielle pour les organismes marins	



**English  
version**





**Scientific rereading**

Solange Lavielle (Université Pierre et Marie Curie)

Michel Trometter (Inra)

**Editorial preparation**

Yolande Cavallazzi

**Layout**

Bill Production

**Cover and inside artwork**

Pierre Lopez

**English translation**

Harriet Coleman

**Coordination**

Michèle Bouchez, Anne Glanard

Département Expertise et Valorisation, IRD

**Production control**

Elisabeth Lorne

---

**This expert group review was performed at the request  
of the Research Commission of the government of French Polynesia.**

---

# The panel of experts

## SCIENTIFIC COORDINATION

**Jean GUÉZENNEC** (Ifremer)

**Christian MORETTI** (IRD)

**Jean-Christophe SIMON** (IRD)

## RAPPORTEUR

**Marie-Luce HAZEBROUCQ** (IRD)

## MEMBERS

**Cécile DÉBITUS** (IRD)

**Yves BARBIN** (Pierre-Fabre Médicament)

**Valérie BOISVERT** (IRD)

**Pierre CABALION** (IRD)

**Frédéric DEMARNE** (Gattefossé Holding)

**Jacques FLORENCE** (IRD)

**Isabelle FOURASTÉ** (Université Paul-Sabatier)

**Christine NOIVILLE** (CNRS)

**Bernard WENIGER** (CNRS)

## WITH CONTRIBUTIONS FROM

**Hinano BAGNIS**

**Solenne DE GROMARD**

The numerous references underpinning the analyses presented in this synopsis will be found in the analytical chapters of the review on CD-ROM.



# Contents

Abbreviations	169
Aims and methods of IRD expert group reviews in general and implementation of the review on Natural substances in French Polynesia in particular	171
Introduction	175
<b>The starting point of the expert group review: a question and a fast-changing situation</b>	175
<b>The questions asked of the experts</b>	176
Scope and obligations of the expert group review	177
Characteristics of the expert group review	178

## ■ Part one

### *Synopsis and Recommendations*

Natural substances in French Polynesia: the current situation	183
<b>Background</b>	183
The territory and its resources	183
The economic background	184
The business environment: assets for innovation	186
<b>Utilisation of natural substances in French Polynesia: the state of play</b>	189
Exploitation of marine resources	189
Economic use of raw materials from terrestrial plants	191
<b>French Polynesia's biodiversity assets</b>	200
<b>Terrestrial plant resources</b>	200
Approach and method of the expert group review	200
<b>Marine resources</b>	203
Introduction	203
Different types of marine resource	204
Potential uses	206
Utilisation strategies	207

<b>Towards a strategy for the utilisation of natural substances</b>	208
<b>Legal approach</b>	208
The CBD and the new legal status of biodiversity	208
French Polynesia and the new legal situation	210
Basic legal framework: the ABS principle	212
<b>Technical and economic approach</b>	216
Basic conditions for viable upstream product chains	217
Principles and methods of product protection	224
<b>Short-term utilisation opportunities</b>	234
<b>Prospects for utilisation</b>	234
Natural marine substances	234
Bioprospecting and collections:	
establishing a technology hub in French Polynesia	236
<b>Rights of local communities and collective interest</b>	241
The collective interests in question	241
Is Polynesia a special case?	242
<b>Conclusions and recommendations</b>	244
What potential and comparative interest	
does French Polynesia's biodiversity hold?	244
Exploited and exploitable natural substances	245
Major trends in markets and regulations,	
R&D orientations by utilisation sector	246



## *Annexes*

<b>Annex 1 – Group 1 data sheets</b>	251
<i>Callophyllum inophyllum</i> L. [CLUSIACEAE]	251
<i>Gardenia taitensis</i> DC. [RUBIACEAE]	259
<i>Ilex anomala</i> Hook. & Arnott [AQUIFOLIACEAE]	261
<i>Morinda citrifolia</i> L. [RUBIACEAE]	264
<i>Piper methysticum</i> G. Forst. [PIPERACEAE]	273

Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti) Santalum insulare var. marchionense (Skottsbo.) Skottsbo. (Marquises) Santalum insulare var. margaretae (F. Br.) Skottsbo. (Rapa) Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea) Santalum insulare var. raivavense F. Br. (Raivavae, Australes)	278
Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (FABACEAE)	284
Vanilla tahitensis J. W. Moore (ORCHIDACEAE)	288
<b>Annex 2 – The cosmetics industry</b>	290
Overview	290
On the difficulty of drawing firm conclusions about the selected plants' potential for the cosmetics industry: an expert's ideas for discussion	292
<b>Annex 3 – Specifications for the expert group review</b>	294
Natural substances in French Polynesia: a promising sector, but still vulnerable	294
Aims of the review	294
Questions asked for the preliminary studies and additional research (natural substance data sheets and analysis of local technical and economic potential)	295
The questions asked of the panel	297
<b>Annex 4 – The panel of experts</b>	299
<b>Annex 5 – Monitoring committee</b>	302
<b>Tables</b>	303

■ Part two

*Analytical chapters (CD-ROM)*

<b>1</b> – Les ressources végétales polynésiennes CHRISTIAN MORETTI, JACQUES FLORENCE	CD-ROM
<b>2</b> – Les ressources marines de la Polynésie française : applications en matière de biotechnologie JEAN GUÉZENNEC, CÉCILE DÉBITUS	CD-ROM

- 3** – Recherche d'indices dans la littérature spécialisée,  
en vue de valoriser la biodiversité polynésienne  
PIERRE CABALION CD-ROM
- 4** – Potentialités de la recherche innovante en chimie-biologie  
des substances naturelles  
BERNARD WENIGER CD-ROM
- 5** – Le contexte de la valorisation des substances naturelles :  
dimensions économiques, sociales et institutionnelles  
JEAN-CHRISTOPHE SIMON CD-ROM
- 6** – Développement des filières de production adaptées  
aux substances naturelles en Polynésie française  
YVES BARBIN CD-ROM
- 7** – Règlement des produits à base de plantes  
ISABELLE FOURASTÉ CD-ROM
- 8** – Étude économique : modes de valorisation et de protection  
des substances naturelles  
VALÉRIE BOISVERT CD-ROM
- 9** – Aspect juridique : droits d'accès aux ressources biologiques  
et partage des avantages  
CHRISTINE NOVILLE CD-ROM

# Abbreviations

<b>ABS</b>	Access (to genetic resources) and Benefit-Sharing
<b>Afssa</b>	Agence française de sécurité sanitaire des aliments (French food safety agency)
<b>AMM</b>	French marketing license (autorisation de mise sur le marché)
<b>AOC</b>	Appellation d'origine contrôlée (Protected designation of origin)
<b>Cairap</b>	Centre d'analyses industrielles et de recherche appliquée pour le Pacifique (Industrial analysis and applied research centre for the Pacific)
<b>CBD</b>	Convention on biodiversity
<b>Cirad</b>	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Centre for international cooperation in agricultural research for development)
<b>CNRS</b>	Centre national de la recherche scientifique
<b>DNA</b>	Desoxyribonucleic acid
<b>DRRT</b>	Délégation régionale à la recherche et à la technologie (Regional commission for research and technology)
<b>EPIC</b>	Établissement public à caractère industriel et commercial (State-owned industrial and commercial establishment)
<b>Gepsun</b>	Plate-forme technologique "Génie des procédés – substances naturelles" ("Natural substances process engineering" technology platform)
<b>GI</b>	Geographical Indication
<b>GIE</b>	Groupement d'intérêt économique (Partnership for economic purposes)



<b>Ifremer</b>	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (French institute for exploitation of the sea)
<b>ILM</b>	Institut Louis-Malardé
<b>Inra</b>	Institut national de la recherche agronomique
<b>Iteipmai</b>	Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales (Technical institute for the medicinal, aromatic and perfume plants industry)
<b>IUCN</b>	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
<b>Metua</b>	Multimedia Environment based on Technologies for Universal Access
<b>MTA</b>	Material Transfer Agreement
<b>Onippam</b>	Office national interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales (National industry board for perfume, aromatic and medicinal plants)
<b>PIC</b>	Prior Informed Consent
<b>R&amp;D</b>	Research and development
<b>SPC</b>	Secretariat of the Pacific Community
<b>TRIPS</b>	Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights
<b>UPF</b>	University of French Polynesia
<b>WIPO</b>	World Intellectual Property Organisation

# Aims and methods of IRD expert group reviews in general and implementation of the review on “Natural substances in French Polynesia” in particular

This work, the sixth to be published in the IRD’s “Expert Group Review” series, has the same general aims as the earlier ones and has been conducted by the same method, briefly summarised below.

The IRD (*Institut de recherche pour le développement*, a State-funded research agency) conducts expert group reviews “to order”, to inform policy decisions and public debate on issues of importance to society. Putting its scientists’ research and knowledge at the disposal of the community is one of the IRD’s missions.

However, the work of a scientific establishment does not include drawing up action plans for government or local authorities. Their choice of action is eminently political and must take account of data from quite other fields than scientific research. The IRD’s purpose in designing the “expert group review” method is a more modest one: to put together the knowledge available in the literature on a given subject, draw out the implications of that knowledge for a particular case, draw clear conclusions on which there is scientific agreement, identify points that are still controversial and point out any areas where the available information does not provide a basis for drawing practical conclusions.

There are three key points for conducting a useful, reliable review:

- Decisions often have to be taken in a far shorter time than thorough research would allow. Citizens need measures to be taken quickly, sometimes as a matter of urgency. An expert group review is designed to report on existing knowledge as found in the international literature; in principle, no new data are collected and no complicated exploitation of data is attempted.

■ The question addressed rarely concerns only one scientific discipline. All facets of the problem have to be elucidated from the most recent literature. The panel of experts therefore has some dozen members from different fields. The overall conclusions are debated and agreed collectively, each person taking full responsibility. The IRD's Consulting and Industrial Relations Department has the report read by qualified persons outside the panel to make sure it covers the field in full, is clear, and accurately reflects the international literature. The experts on the panel have the final decision as to their conclusions.

■ Decision makers and citizens are rarely familiar with the terminology of the scientific disciplines concerned, but for public debate to take place they must have direct access to the scientists' reasoning and conclusions. The authors of the report have to present their analyses using specialised terminology in order to ensure that their reasoning is "traceable", but they must also draw up a simple and fairly concise synopsis of the report for the lay reader.

These factors determine the schedule set for an expert group review and the form of publication. In particular, they determine the original approach used in the initial and final stages of the review:

■ Even before the panel of experts is formed, the questions to be asked are worked out by common agreement at an initial workshop between scientists and the commissioning institutions (who usually also want to involve stakeholders and partners directly concerned). The parties need to agree on exactly what each one expects. Some questions crucial for decision making are outside the scope of a scientific review and must be excluded. On the other hand, to focus their conclusions, the scientists must be guided by a sound knowledge of the context in which decisions will be taken. They may need to familiarise themselves with the ground facts.

■ After putting together the data and analyses provided by the experts, each in their own field of competence, the panel compares and collates their opinions. Then their conclusions, worked out collectively, must be published in the form of a synopsis accessible to a fairly wide readership. These synopses summarise a huge amount of work that is rarely presented in this form, and their scientific and practical scope often reaches far beyond the region or country directly concerned. This is why they are always published in English as well as French.

The review on *Natural substances in French Polynesia* has been conducted according to this method, but has some particular features of its own:

■ To meet their practical requirements, the Polynesian commissioning authorities wanted an assessment of their natural resources that would tell them as quickly and precisely as possible which substances they should encourage investment in. But the scientists' conclusions could not take account of unpredictable fluctuations in markets where selling points are not always directly linked to the active properties of the substances concerned. The initial request for the review (included as a funding allocation in the development contract between the French government and Polynesia) did not make this distinction clear. To remove the risk of misunderstanding between the commissioning body and the experts, an IRD mission went to Papeete, where the contours of the review were carefully examined and a set of specifications suggested that would incorporate both the requirements and the limitations.

■ For the review to successfully meet such a directly operational purpose, there had to be regular contact between the panel of experts (mostly based in Metropolitan France) and the operators concerned in Polynesia. To organise this, the Polynesian government's research delegate formed a monitoring committee, composed of representatives of government services and the stakeholders concerned. It was this committee that validated the specifications. During the review work, the committee was kept informed of progress and on several occasions there were video-conferences between Papeete and Paris, when they had useful discussions with the panel chairman and various panel members. The committee was also the first to receive the results of the review.

At the end of the process, the review answers some of the Polynesian authorities' legitimate concerns, but not all. Public or private stakeholders wishing to initiate active use of certain natural substances will need to have further studies done for technical and economic purposes – but these studies are outside the scope of a scientific research institute.

■ Any state-of-the-art analysis reviews the situation at a specific time and will sooner or later be outdated. This is particularly true of a study seeking to identify an economic use "potential". Economic utilisation possibilities depend on factors that can change in many different ways. The relatively slow evolution of economic and legal facts suggests that the review's conclusions in these fields will remain valid for some time. As to the conclusions on the chemical and pharmaceutical properties of the substances considered, the review gives a very thorough account of the currently available data. Of course new potential will be recognised in future (especially for marine substances, of which only a tiny proportion has so far been studied). However, the scientific procedures

for identifying, isolating and analysing new active principles are usually long. All in all, these considerations underscore the experts' conclusion that ways should be found to monitor research in Polynesia on an ongoing basis.

As with all publications in this series, the reader will find a synopsis of the expert panel's conclusions, in French and English, in the printed book; and the nine analytical chapters from which the synopsis is drawn, on the enclosed CD-Rom.

This review has a further particularity, however, in the set of data sheets on individual natural substances, included in the CD-Rom. They provide hitherto unpublished material – the result of a multidisciplinary synthesis of knowledge about each potentially useful substance the experts identified.

To conclude, we would like to convey our sincere thanks to all who helped this publication see the light of day. Many thanks to the experts, who had the responsibility of the review and put in a great deal of work under the chairmanship of Christian Moretti (IRD). Special thanks to Céline Bonhomme, who joined the project as an intern from the advanced engineering school Ponts et Chaussées. She played a very active part in the preparatory research and the mission to Polynesia, and did most of the work of writing the specifications and bringing together the panel of experts. Special thanks also to Jacques Ittis, Director of the IRD centre in Papeete. Without his contribution as messenger and intermediary between Paris and Papeete it would all have been far more difficult.

Our thanks to all those in Polynesia and Paris who made specialist contributions or discussed their experience with panel members, and to the scientists from different institutions who shared their knowledge, their data and their opinions on the first version of the report.

Solange Lavielle (Professor of Chemistry, Pierre and Marie Curie University - Paris VI) and Michel Trometter (Economist, INRA Grenoble) read the first version of the report from a scientific standpoint; many thanks to both of them for their attentive reading and the acuity and relevance of their observations and suggestions, which the experts took fully into account in producing the definitive version.

The panel of experts and the Consulting and Industrial Relations Department would like to convey their most sincere thanks to Marianne Berthod, who directed this expert group review with rigor and comprehensiveness.

**Marie-Laure Beauvais**

*Consulting and Industrial Relations Department*

# Introduction

## *THE STARTING POINT OF THE EXPERT GROUP REVIEW: A QUESTION AND A FAST-CHANGING SITUATION*

Over the past fifteen years, as biotechnology has blossomed, industry and the general public have expressed growing interest in the use of natural substances of all kinds – plant or animal, terrestrial or marine – either as products in themselves or as a source of new molecules. Most uses of such substances, and certainly those that receive most media attention, are in dietary supplements, cosmetics and perfumes. Great hopes are aroused as regards medicinal applications, with varying degrees of justification. Among the many other sectors involved in what is now called “green chemistry” are plant protection products, depollutants and new materials.

An essential reference in this connection, and a driving force in the process, is the Convention on Biodiversity (CBD), adopted at Rio de Janeiro in 1992, and which came into force on 29 December 1993. The CBD is designed to promote:

- conservation of biodiversity,
- sustainable use of the components of biodiversity,
- fair and equitable sharing of the benefits obtained from the use of genetic resources.

Considering the market’s appetite for natural resources, these are major challenges. The CBD made it axiomatic that one of the most effective ways to protect biodiversity would be to make biodiversity economically profitable while keeping to the principles the CBD is to draw up, with countries introducing the necessary legal instruments to apply them.

Meanwhile, French Polynesia’s political and administrative status was changing. An institutional law passed in 1996 established a new form of autonomy for the islands, under which “the authorities of French Polynesia are competent in all matters not vested in the State.” An institutional law passed in 2004 made French Polynesia an “Overseas Country of free governance”

and extended the scope of the Polynesian authorities' competence. It is in this new institutional framework that the question of making economic use of natural substances has been discussed.

As a result of these discussions, the Research Commission of the French Polynesian government commissioned the IRD to conduct an expert group review to identify strategic policy guidelines on the utilisation of natural substances in French Polynesia. This was approached by means of questions, as outlined below.

### *THE QUESTIONS ASKED OF THE EXPERTS*

■ As formulated in the specifications (see Annex 3), the Polynesian authorities were motivated by two observations:

– French Polynesia has some major assets for making economic use of natural substances. Many of its resources are endemic and taxonomically exceptional; there is demand from fast-growing markets; Polynesia enjoys a positive image; the business environment is favourable, with local experience in exploiting a number of products, from pearls to monoi<sup>1</sup> and noni juice<sup>2</sup>, and a substantial scientific research infrastructure.

– However, this potential has not so far been fully exploited or even fully inventoried. As the specifications emphasise, "The substances already utilised could be exploited more intensively (...). In the near future, some natural substances could generate new markets, boosting French Polynesia's development (...)".

There is therefore vast scope for scientific research and economic planning.

■ The divergence between the estimated potential and the extent to which it is currently exploited raises hopes, stimulated (possibly over-stimulated) by success stories such as noni juice (see below). Are the expectations on a par with the real extent of Polynesia's store of economically useful nat-

<sup>1</sup> Monoi: cosmetic product used as ointment or liniment. "Monoi de Tahiti is produced by macerating Tiare flower (*Gardenia taitensis*) in refined coconut oil extracted from coconuts gathered ripe, growing on coral soils within the geographical area of French Polynesia. The coconuts must come from the *Cocos nucifera* species and the Tiare flowers must come from *Gardenia taitensis* (Candolle flora) of Polynesian origin and be gathered in bud." (decree No. 92-340).

<sup>2</sup> Noni: fruit of the noni plant (*Morinda citrifolia*), gathered all year round and mainly processed as juice but also prepared in the form of capsules, powders, etc.

ural substances? How many species are potentially useful? What quantities of these are available? What are the conditions for access, use and biodiversity protection? What would be the costs and limitations? What degree of involvement by the public authorities would be required?

■ Assess the prospects for value-added use of natural substances as exactly as possible is an essential step towards defining French Polynesian policy in this connection. Two aspects of the question need to be scientifically elucidated: the potential must be assessed, and the conditions for exploiting that potential must be defined.

### **Scope and obligations of the expert group review**

Once the Polynesian sponsor and the IRD's Consulting and Industrial Relations Department had together fine-tuned the questions, two objectives were set for the expert group review:

#### ***Conduct a scientific and economic assessment covering:***

■ the current state of knowledge of the resource: "as much information as possible about natural substances in French Polynesia must be put together";

■ how the resource is economically exploited at present: a study providing "thorough, up-to-date knowledge of this sector in French Polynesia and the socio-economic background".

#### ***Identify prospects:***

■ Prospects for improving knowledge of the resource, proposals for new research avenues to identify economically useful natural substances. This is covered by the following points in the project specifications:

– What is the potential usefulness of French Polynesia's biodiversity, compared to neighbouring intertropical countries?

– Based on the analysis of French Polynesian biodiversity, what are the exploited or exploitable natural substances in the Territory? What economic impact can be expected for French Polynesia? Over what period of time?

■ Prospects for defining an overall strategy for economic use of the resource,

– starting from an analysis of market trends and official regulations;

– starting from the guidelines suggested for R&D in each utilisation sector.



- To conclude, the review will formulate recommendations based on the prospects identified. The recommendations will particularly concern:
  - market protection mechanisms;
  - general principles for structuring product chains;
  - links and partnerships to be developed, between research and industry, between the public and private sectors.

### **Characteristics of the expert group review**

■ The topic of the review and the questions asked of it thus require a scientific approach firmly focused on economic utilisation. To take this approach as far as possible, it was decided that the review's final product, which usually consists of a set of analytical chapters and a synopsis, should this time include two additional documents:

- a set of data sheets on natural substances from land plants. The data sheets present potentially useful substances and the various aspects of their current or potential economic use. Each substance is ranked according to priority, and an expert opinion is given to justify the ranking.

- a separate report resulting from a specific mission to assess the local economic situation. This report considers the economic and technical potential that could be mobilised to develop new economic activities utilising natural substances in French Polynesia. This report will be submitted to the sponsor only, who will decide whether or not to disseminate it.

■ To give an accurate idea of the scope of this review we must define the resource in question. The economic value lies not in genetic resources per se, i.e. the "hereditary biological material of useful plants, genes, chromosomes etc.", but in products and services derived from biodiversity.

In recent years this has meant that the concept of "genetic resources" has been extended to include products derived from them, particularly chemical compounds, that are not themselves capable of self-reproduction. This extension of the concept is evident in the CBD and the international agreements that followed: the terms *genetic resources* and *biological resources*, including natural substances taken from living organisms, are used interchangeably.

This leads to some confusion between chemical compounds extracted from living organisms, and the living material itself. This confusion has con-

sequences for the debate over the patentability of living things: from debate over the patentability of the gene (the fundamental matter of life), the discourse has shifted to patents concerning molecules of natural origin. Although these are no more “living” than a cup of tea, they can very well be defined as “plant extracts containing chemical substances”, or “natural substances”.

■ The scope of the expert group report is defined by the Polynesian authorities’ questions, which are very wide-ranging. These questions were mostly formulated before the review began. The main issue – how to design an overall policy for the commercial use of natural substances – includes aspects that are beyond the scope of the usual expert group review or call for spheres of competence not covered by the panel members, whose number is necessarily limited. Some aspects required other types of approach altogether, such as consultancy work and market studies. The experts were therefore anxious to clearly define the scope of its work; this was done at the initial workshop with the sponsor and monitoring committee in May 2003, and in the interim report submitted for the second video conference with the monitoring committee in February 2004. Other constraints such as the state of the available literature and the short duration of the economic study mission also forced the experts to limit the scope of their investigations and conclusions.

However, the fragmentary and incomplete nature of the available data on the resource had one positive result: the work of identifying substances of interest for the expert group review went far beyond a state-of-the-art review. In many respects these findings constitute original scientific input. This is particularly true of the “List of useful plants of French Polynesia”<sup>3</sup>, which is a genuinely new tool. In fact the whole approach to selecting plant species is an original one.

| <sup>3</sup> See annex to paper by Moretti & Florence on *Les ressources végétales polynésiennes*.



**Synopsis**  
and  
**Recommendations**

# Natural substances in French Polynesia

## UTILISATION STRATEGIES

*Scientific coordination*

**Jean GUÉZENNEC, Christian MORETTI, Jean-Christophe SIMON**

*Rapporteur*

**Marie-Luce HAZEBROUCQ**

*Part One (synopsis and recommendations) is in printed form,  
French version followed by English version.*

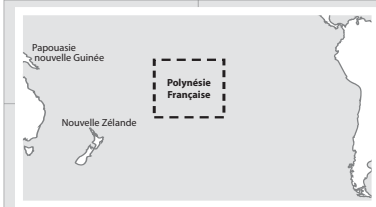
*Part Two (analytical papers) is on the enclosed CD-Rom.*

**IRD Éditions**

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Expertise collégiale

Paris, 2006



# POLYNÉSIE FRANÇAISE

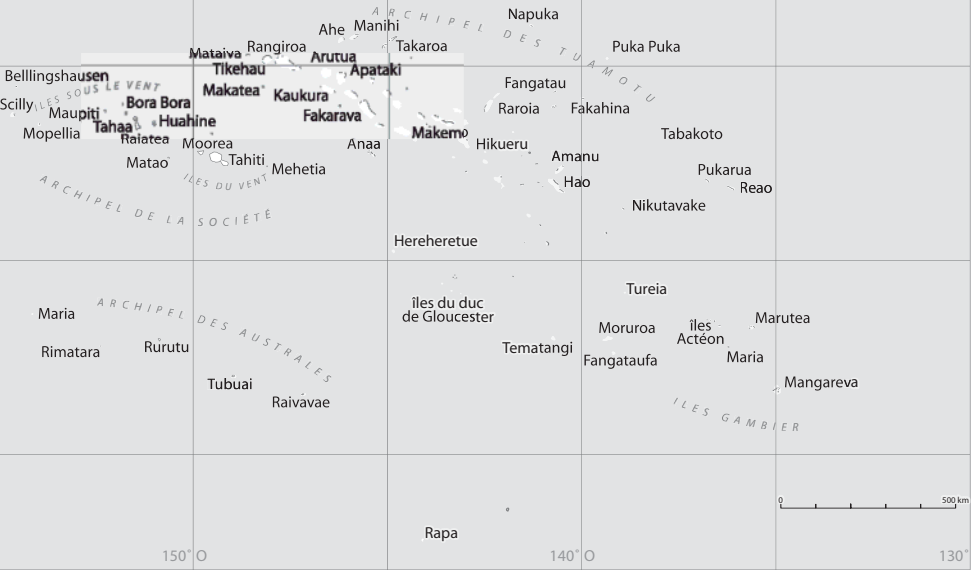
10°S

20°S

150°O

140°O

130°O



# Natural substances in French Polynesia: the current situation

Here we make some observations to characterise the local context and the current situation regarding economic use of natural substances in French Polynesia.

## *BACKGROUND*

Under this heading we highlight the features relevant to our subject. This is not a full description, or even a sketch, of French Polynesia and its economy in general.

### **The territory and its resources**

The territory as such has the following key features:

- it consists of 118 islands scattered across an exclusive economic zone (EEZ) of some 5,000,000 km<sup>2</sup>, an area twice the size of Europe;
- the islands differ widely in terms of population concentration, economic activity and infrastructure;
- land resources are limited by the small land area (3,500 km<sup>2</sup>), the topography and soil types; total farmland amounts to less than 25,000 ha – little more than 8-10% of total land area (excluding the coconut groves);
- major markets are far away.

With a population of about 250,000, growing at 1.5% a year, human resources are limited, but not static. It is therefore important, for jobs and training, to develop new economic activities. However, the farming population is ageing. Labour costs are a problem for developing new economic activities, because the wage levels and social welfare are considerably higher than in other countries in the region.

As we shall see in the next section (“French Polynesia’s biodiversity assets”), Polynesia’s biodiversity has definite assets, with many endemic land

plants and a wealth of marine biodiversity. It looks promising, though the potential is limited as far as plant substances are concerned. So far it has not been extensively studied, especially from the standpoint of chemotypes and cultivars specific to French Polynesia, and it is not much exploited, only a few species being used commercially. Plants have great heritage value in French Polynesia and many are used in traditional medicine or for ritual ceremonies.

Few measures have been taken to conserve species or ecosystems and few official initiatives, except in relation to invasive species, which are a major preoccupation for the environmental authorities (*Miconia* is the main invasive weed and the main exotic insects pests are the glassy-winged sharpshooter (*Homalodisca coagulata*) and fruit flies). Territorial decrees dating from 1996 define the protection of certain plants and animals and established protected areas in the Marquesas islands, for their flora and tourist potential. The resources for controlling protected areas on such widely-scattered islands are poor, however, and there is no proof that the conservation measures are actually applied.

As things stand, with no provisions for implementing the key articles of the CBD, the risk of biopiracy cannot be controlled, and cases of resource looting have been reported. A more general question is whether French Polynesia is in a position to play its full part in managing the benefits expected from exploitation of its biodiversity. Conserving biodiversity and protecting rights are priority issues in the CBD era, and are discussed in depth in the expert group review.

In economic rather than environmental terms, the experts noted a concern to protect French Polynesian products using various labelling systems. Since 1992, French Polynesia has had an AOC designation of origin for monoi. AOC projects are also being studied for vanilla and pearls, and there is an "organic farming" eco-certification project for coconut oil<sup>4</sup>, noni, taro and vanilla.

### **The economic background**

The main contributors to French Polynesia's economy are financial and welfare transfers from metropolitan France (about 55% of French

<sup>4</sup> Coconut oil: it is obtained from copra (dried coconut flesh). It is solid at ambient temperature. It is widely used in the food industry for making chocolate, ice cream and margarine and as cooking fat, and is also used in the cosmetics industry particularly as an ingredient of soap and above all of monoi. Very high saturated fatty acid content.



Polynesia's GDP), pearl farming and tourism. Both these industries are highly sensitive to the economic cycle in the United States, Europe and Japan, the main customers. Together, these factors suggest that French Polynesia would do well to find new prospects for diversifying its economy, and that any new industry must take these two emblematic industries into account.

The boom in the noni trade in the late 1990s suggests that the idea of using natural resources to diversify the economy holds some promise. The question is whether the noni success story can be repeated with other products.

As regards the business fabric involved in utilising natural substances, below we briefly examine existing activities and the particular product chains (see p. 189).

There are a variety of enterprises utilising natural substances in French Polynesia. There is one major firm, Morinda Inc., the heavyweight in the noni industry, a few medium-sized firms such as CAIRAP and Laboratoires de Cosmétologie du Pacifique Sud, described below by way of example, and numerous small businesses, many of them family businesses, producing fruit juice and cosmetics mainly or entirely for the local market. The only well-organised product sectors are pearls, monoi, vanilla and coconut oil – four very different industries.

■ CAIRAP has been doing business in French Polynesia since 1989. It was originally an industrial analysis laboratory performing quality control for the food industry. It then extended its business to water testing for hotels, restaurants etc., and consultancy in hygiene and food quality. CAIRAP aims to diversify further, with more R&D work. It is involved in several CIFRE<sup>5</sup> theses, including two<sup>6</sup> directly concerned with natural substances.

■ Laboratoires de Cosmétologie du Pacifique Sud began by producing monoi, and then added tamanu<sup>7</sup> processing – an exceptional move, since

<sup>5</sup> A CIFRE (Convention industrielle de formation par la recherche) is an industrial agreement for research-based training, organised and managed by the national association for technical research ANRT on behalf of the Ministry for Research. Under a CIFRE agreement, young doctoral students produce their theses in industry while conducting their research in liaison with a research team outside the company concerned. The agreements thus involve three partners: the graduate wishing to work for a doctorate within private enterprise, the firm that employs them and receives a subsidy for that, and the research team supervising the thesis.

<sup>6</sup> In partnership with the University of French Polynesia and IFREMER.

<sup>7</sup> Tamanu: Tamanu oil is obtained from the nut of *Calophyllum inophyllum*, sun-dried for a long time, then pressed. It is a hair care product and is used for wound healing, anti-inflammatory, anti-bacterial and anti-parasite purposes.

other firms specialise in one or other of these products. This firm exports 99% of its output, mainly to metropolitan France, supplying major international cosmetics firms with ingredients (purified oils) and raw materials, including fresh plants from the Marquesas.

### **The business environment: assets for innovation**

#### ***Scientific and technical infrastructure***

French Polynesia is quite well provided and well equipped in this regard, although it is short of costly equipment items such as NMR spectroscopes<sup>8</sup>, and there is no structure for co-ordinating and managing equipment, despite the complicated situations that arise owing to the fact that the State and the Polynesian authorities run different research bodies.

#### **Research bodies owned by the Polynesian authorities**

■ Agricultural research and training/extension work is the responsibility of the Rural Development Department (SDR)<sup>9</sup>. Over the past ten years, the SDR has mainly worked in close collaboration with the Institut Louis-Malardé on noni (selecting morphotypes and developing noni farming) and kava (selecting cultivars).

■ As regards marine resources, research, development research, knowledge transfer and extension work are also part of the Fishery Service's remit. This Service is currently involved in two operations, one on utilisation of fish waste and one on extracting fatty acids (omega 3) from tuna fish eyes. The latter programme is in collaboration with the Institut Louis-Malardé.

■ The Institut Louis-Malardé (ILM) has been an EPIC (state-owned industrial and commercial agency) since 2001. It has a medical analysis laboratory, a water quality testing laboratory and five research units, one of which is dedicated to work on natural substances. This unit works mainly on volatile and aromatic substances from local flora, and analysing the chemical and biological properties of herbs used in traditional medicine. The ILM is well-equipped, having a gas phase chromatographer, a mass spectrometer and a high-performance liquid chromatographer. It plans in the near future to focus most research on promising substances free of patent restrictions (unlike kava, noni and

<sup>8</sup> NMR: nuclear magnetic resonance. NMR spectroscopy of protons and carbon 13 is used to determine the structure of organic molecules.

<sup>9</sup> SDR: Service du développement rural.

tamanu), in co-operation with other research organisations working in French Polynesia. The Institute also has a research laboratory working on toxic micro-algae, which has built up an algae bank and a bank of ciguatoxin standards.

#### **State-owned research institutes**

##### *University of French Polynesia (UPF)*

There are two entities in the university working on natural resource use:

- The Earth-Ocean research team's work includes a Biodiversity strand. The team is working to build up an academic flora covering the marine flora of the whole of French Polynesia, studying invasive species and biodiversity erosion of indigenous species (population genetics), as well as marine micro-organisms (bacteria, cyanobacteria and micro-algae) with a view to biotechnology applications, this latter in partnership with IFREMER and CAIRAP;

- The Analytical Chemistry Laboratory is running two sandalwood research programmes, one of them in partnership with CIRAD, a programme on tamanu, and one on fatty acids in mother-of-pearl in collaboration with the ILM. Two of its scientists are working on aromas in French Polynesian fruit.

##### *The research institutes*

- CIRAD operates under an agreement between the State and the Territory (French Polynesian authorities), signed in 1995. Most of its work is in response to demand from the Rural Development Department. The work is organised around three activities: backup research, consulting and product chain studies, and training local managers. Their innovative work includes characterising the sandalwoods of the Marquesas islands and vanilla viruses.

- IFREMER's work in French Polynesia mainly concerns aquaculture, research to support the oyster (pearl and mother-of-pearl) sector, by-products of deep sea fishing in collaboration with the ILM and, more recently, marine substances for biotechnology applications of interest to Polynesia.

- The IRD is working on botanical taxonomy and marine biology, particularly in connection with management of lagoon ecosystems and detection and forecasting of fish stock movements. The IRD has a research centre and permanent laboratories.

#### **The authorities' attitude to innovation**

The task of coordinating research and technological development falls to the Regional Commission for Research and Technology (DRRT). The DRRT is

responsible for harmonising the actions of publicly-owned establishments and conducting or instigating any action required to open up research and forge closer links between it and the socio-economic world, develop industrial applications and organise technology transfers. This mission is none the easier for ambiguities and overlapping competencies between central government and the Polynesian authorities, particularly in the field that concerns this expert group review.

Given the small scale of productive economic activities in French Polynesia, innovation seems so far to have been a minor issue for public policy and the business community alike. This may indicate a lack of linkage between the research commissioned by the authorities and the expectations of the business community. However, public health issues, environmental problems to do with invasive species or waste management, and occasional events such as the Science Festival, have fostered the idea of introducing new technologies and innovative practices and, more broadly, giving research a firmer grounding in the local social and economic setting. At French Polynesian government level, this new thinking has generated mobilising actions such as the METUA project and the GEPSUN initiative.

■ The METUA project (Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access) was designed to become the main instrument of French Polynesian policy to develop information and communications technologies in the territory. Decided on in April 1999, it is a significant factor for developing economic activity based on the NICTs<sup>10</sup>. The idea is to make an asset of the scattered geographical distribution that has until now been a handicap for French Polynesia's economic development and innovation in general.

■ The GEPSUN<sup>11</sup> technological platform project is part of the joint four-year plan contract between the State and the French Polynesian authorities. Its purpose is to strengthen research and development in the natural substances field,

<sup>10</sup> NICTs: new information and communications technologies.

<sup>11</sup> GEPSUN is a partnership of scientific and business stakeholders. Its definitive legal status as a partnership or association has not yet been decided. Its founding members on the research side are UPF, CIRAD and IRD, and on the business side Jus de Fruit de Moorea, the Laboratoire de Cosmétologie du Pacifique Sud and CAIRAP. The founding partners have agreed that coordination should be organised from the University of French Polynesia.

For its first two years in business, GEPSUN is receiving State funding under French Polynesia's four-year Plan contract. It aims to promote applied research projects on natural substances in the territory. Research may be conducted by GEPSUN members for outside customers, and GEPSUN resources may be used to support R&D projects.

setting up interface arrangements that bring together public sector research and the private sector on applied research projects – an interface that had hitherto been lacking. GEPSUN was launched in the second half of 2003, too recently to assess whether it can attain its goals. But it does indicate that public policy makers and some private firms are aware of the challenges of innovation and the need to acquire adequate resources to address them. There are also other indications on the business side, and it can be said that the local context is, overall, favourable to innovative projects backed up by research.

This approach should be pursued prudently, drawing on scientific and economic expertise together, to avoid the kind of disappointment recently caused by projects that led nowhere, like those on kava and shrimp. That would only discourage potential stakeholders' interest in innovation.

## *UTILISATION OF NATURAL SUBSTANCES IN FRENCH POLYNESIA: THE STATE OF PLAY*

### **Exploitation of marine resources**

Were we to keep strictly to the title "Utilisation of natural substances in French Polynesia: the state of play", this section would be out of place. Current economic use of marine resources mainly involves not *substances* but *organisms* of marine origin: deep sea and lagoon fish and crustaceans, pearl oysters.

### ***Fishing and pearl farming***

**Table 1 – Importance of exports of fishery and pearl farming products**

Exports	2000		2002		2003	
	million F CFP <sup>12</sup>	million F CFP	million euros	million F CFP	million euros	
<b>Pearl products</b>	20,934	15,006	126.1	10,345	86.9	
<b>Fish/crustaceans</b>	804	1 137	9,6	656	5.5	
<b><i>Noni</i></b>	220	733	6,2	722	6.1	

1 euro = 119 F CFP ; 1 F CFP = 0.0084 euro. From the paper by Jean-Christophe Simon (see CD-ROM).

<sup>12</sup> F CFP: Change Franc Pacifique, the currency used in New Caledonia, French Polynesia and Wallis and Fortuna islands.

It seemed useful to include the above table to compare the values of exports of the two main types of marine product with that of noni.

■ Pearls accounted for some 80% of local export earnings in 2002, 77% in 2003. French Polynesia is the world's second largest pearl exporter, supplying one-third of the world market.

■ In 2003, pearls were still by far the leading export revenue-earner, but with a 50% drop since 2000, signalling a serious crisis.

■ In 2003, noni export earnings overtook fishery exports, compared to only a quarter of fishery exports in 2000 and two-thirds in 2002.

Pearl farming and fishing are of major importance to French Polynesia both for employment (especially in remote islands as far as pearls are concerned) and image. The economic stakeholders, particularly the authorities, are paying close attention to these sectors, with the following three main official initiatives:

■ Supporting research to advance pearl and fish farming methods (this is the role of the IFREMER research centre) and utilisation prospects for fishery by-products (joint IFREMER-Institut-Malardé study). This work mainly concerns potential uses for the EPA and DHA, fatty acids extracted from the orbital fat of tuna fish.

■ Efforts to professionalize product chains and organise them better, starting in 1993 with the creation of the "Perles de Tahiti" GIE partnership. With the crisis in the pearl business over the past few years, French Polynesia has introduced regulations for entry into the business, with a "producer's card" conferring various advantages and authorisation to "occupy the marine public domain": successful applicants must show professional aptitude and accept a set of specifications.

■ Efforts towards joint management of coastal areas, aiming to arbitrate between the needs of construction, tourism, environmental protection and economic development (management plans for Moorea and Bora Bora maritime areas). This is an appreciable advantage for seeking new economic uses of the sea's potential.

With the strong image Tahitian pearls enjoy, the producers themselves are looking for new ways to use the resource. Probably the most striking example is the use of powdered black pearl in cosmetics. This formulation, promoted by the Robert-Wan Group and the Perles de Tahiti partnership, has resulted in the launch in late 2003 of a new range of "anti-aging" products by L'Oréal.

### **Other marine resources**

*Micro-organisms.* One significant example of economic activity directly connected with the use of marine micro-organisms is Biolib, a subsidiary of the CAIRAP company. Based on original research work on ecosystems such as the kopara ponds<sup>13</sup>, it has built up a collection of bacteria, cyanobacteria and micro-algae and is marketing samples. Its particularly innovative technological and marketing approach is probably the practical example that best prefigures future commercial use of French Polynesia's marine substances.

*Algae.* The economic survey mission for this review gathered no information about any current economic use of algae. Should we conclude that French Polynesia has no particular advantages for this niche? If so, is this due to a lack of specifically useful species, labour costs, distance from markets or a combination of these factors? Could part of the reason be the dissociation between research and application (and their respective stakeholders), given that there is a very active algology unit at the University?

## **Economic use of raw materials from terrestrial plants**

### **Preliminary overview**

**Table 2a – Quantified data on a few products**

Production data			
2002	Marketed output (tonnes)	Number of harvesters	Exports (tonnes)
<b>Copra/coconut oil</b>	9,649	3,000	5,201
<b>Monoï</b>	260	?	243
<b>Noni</b>	> 10,000	8 à 10,000 ?	3,580
<b>Ripe Vanilla</b>	37	5,000	11

Source: paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

<sup>13</sup> Kopara ponds: "kopara" is the term used by the inhabitants of the Tuamotu archipelago in French Polynesia for the microbial mats that grow in brackish or salt water ponds on the coral rings of atolls. In terms of structure and growth, kopara can be defined as a stromatolite, a type of microbialite. The term "microbialite" covers all sediments that form by a process involving communities of benthic microbes. Some Kopara organo-sedimentary structures are extremely old.

**Table 2b – Quantified data on a few products**

Export data		
Products exported	Exporters on records	Volume exported (T)
<b>Coconut oil</b>	1	5,201
<b>Noni juice, purée, pulp, tea</b>	15	3,580
<b>Vanilla pods, extract</b>	5	11
<b>Miscellaneous cosmetic products: monoi, essential oils</b>	11	Monoï: 243
<b>Miscellaneous edible products: liqueurs, jam, sauces</b>	3	nd

Source: paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

These tables show that

- noni production has become an important economic activity, employing as many people as copra/coconut oil and vanilla combined, or more;
- in general, products undergo little processing.

The following more detailed descriptions of the “plant products” sectors show how widely they differ: comparing coconut oil with noni makes this particularly clear.

### Coconut oil

Production of coconut oil (made from raw copra, which is dried coconut flesh) is a classic example of a subsidised industry, organised by the authorities for social welfare reasons and with a support price higher than the international market price. Under the agreement with the Territory and the price support fund, Huilerie de Tahiti (owned 99% by the Territory) is required to purchase for cash all copra produced at a price set by the authorities. The aim is to guarantee a stable income for producers, support a traditional agricultural activity, help keep the population of the more remote islands (mainly Tuamoto-Gambier) on their land and ensure care of the countryside.

Refined coconut oil is used to produce monoï; this is the only profitable branch of the copra sector.



## Noni

Table 3 – Noni exports

Exports	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Total volume (tonnes)</b>	2,648	3,689	3,091	3,427	3,579	4,150
<b>Value (million F CFP)</b>	271	345	370	861	959	935

Source: IEOM report 2003. See paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

■ Noni (called “nono” in French Polynesia) is the fruit of the plant *Morinda citrifolia*. It is harvested all year round and mainly processed to make juice, although capsules, powders and other preparations are also produced.

Noni has achieved a stunning success in the past decade. Briefly, this is due to a combination of factors: novelty, a “healthy” reputation, “nature + traditional knowledge” connotations and linkage with the image of Polynesia as a Pacific paradise. All this is sustained by intense promotion and Morinda Inc.’s strong financial and commercial network. Morinda Inc. is based in Utah, USA, and linked to a Mormon consortium.

Practically non-existent ten years ago, noni exports increased by 30% in volume between 2000 and 2003 and by 250% in monetary terms. This dramatic rise has been driven by American and Japanese market demand. Table 3 gives an idea of this export boom. Eighty per cent of output is exported, mainly in the form of puréed pulp – minimum processing, in other words.

■ The product chain: there are an estimated 5 to 8,000 active (regular or occasional) fruit harvesters. Production is scattered over several island groups, and cultivated output is taking a growing share compared to fruit gathered from the wild. All in all there are fifty brands marketing noni-based products and 15 exporters. But the market is dominated by Morinda Inc. (over 1,000 staff), which has largely driven the growth of the industry. Morinda largely controls the noni sector, setting prices and harvesting and quality standards, controlling sub-contracting and marketing in more than 50 countries, largely through Internet and sales to the home. The firm is even building a factory to process on-site, due to start up in 2005 (up to now noni was exported as purée and processed in the United States). It is

Morinda that owns the designation "Tahitian Noni Juice". Noni juice only received market authorisation for Europe in June 2003; once distribution starts in Europe it will tell us much about the product's real commercial potential and hence the economic prospects it offers French Polynesia: long-term prospect or short?

### **Vanilla**

There are three varieties of vanilla, the Madagascan, Réunion and Tahitian; of the three, *Vanilla tahitensis* has the most penetrating aromas. Although it is common throughout the tropical belt, it only blossoms really well in French Polynesia. That fact, and rising world prices, have encouraged efforts to add value by improving quality and introducing a label. Since the 1980s and especially since 1994, French Polynesia has multiplied its efforts in both directions. It has asked for CIRAD's assistance, to develop the system of intensive cultivation under shade nets (which reduces the land area required, making room for more growers), achieve more uniform quality (already less affected by the weather under this system) and prevent the spread of viruses, a risk inherent in this type of system. The Territory's active policy has also led to the creation of EPIC Vanille, with considerable funding. The aim is to obtain an AOC designation of origin to highlight the original features of Tahitian vanilla on its market (top-end gastronomic products). The vanilla product chain is very well-organised and is encouraged and monitored by the authorities. Demand and prices are increasing and the industry should produce good profits in future, but its dependence on a single market makes it vulnerable and world prices could collapse in the event of overproduction.

### **Tiare**

*Monoi*. Made by macerating tiare flowers (*Gardenia taitensis*) in coconut oil, monoi is a processed product using a resource specific to Polynesia. It underpins a busy product chain selling on the local market and through export, though 95% of exports go to metropolitan France. An industry partnership (GIE, Groupement d'intérêt économique) structures the industry, and in 1992 a "designation of origin" was granted. It is the product that most specifically evokes the "Polynesian paradise" image. The GIE is working to diversify export destinations, stimulate R&D and develop quality management, but will this be enough to increase demand or even prevent new products eating into existing demand?

*Tiare essence.* This is a profitable business, well adapted to French Polynesia both because of its high value added and because harvesting of the raw material is a stable part-time activity. A leading firm in the sector is Tahiti Arômes, a subsidiary of CAIRAP, which started a production unit on Moorea in 2003 to produce concrete of tiare. The main question for this product is whether it is well placed to thrive in the highly versatile and very demanding international cosmetics market.

#### **Tamanu**

Tamanu oil is obtained from the nut of *Calophyllum inophyllum*, sun-dried for a long period and then pressed. The oil contains numerous resins and, once purified, is a costly product, both because of the cost of extraction and because yields are low and harvesting difficult. Traditionally used as an anti-inflammatory and antibacterial agent, it is sold (still on a small scale) as a *cosmetic product in its own right* for skin and hair care. Demand for purified tamanu oil as an *ingredient* is growing fast and reportedly now outstrips current world production capacity. There is official encouragement, particularly in Vanuatu and New Caledonia, to increase the number of *Calophyllum* plantations. With cultivation increasing elsewhere in the Pacific and the limited supply of arable land in French Polynesia, one may wonder whether this territory is well placed to compete. On the other hand, Polynesian tamanu is known for its quality (due to the traditional method of extraction as well as raw material quality) and prices are high. On those grounds it is worth considering closely all the parameters for a more sophisticated form of marketing as a specifically French Polynesian product. Among other things this would involve completing research into the properties of *C. inophyllum* and identifying any patents registered. Illustrating the current strong interest in tamanu, genetic analysis of Polynesian tamanu and an in-depth study of tamanu oil are under way at UPF; and a tamanu trade federation was formed in 2002.

#### **Other plant resources**

*Flowers.* A first attempt to create a flowers sector to take advantage of French Polynesia's enormous wealth of ornamental flowers was unsuccessful. The islands' flowers are nonetheless a potential resource. The species data sheets drawn up by the experts for this review provide some useful information, particularly on ferns.

*Fruit.* French Polynesia has no endemic fruit, and distance from markets and the limited supply of arable land handicap large-scale fruit production. Commercial opportunities will have to be based on the specific taste (hence aroma) characteristics of Polynesian varieties of fruit such as pineapple and mango. There have been private sector initiatives of this kind with pineapple, and there is research under way, particularly on mango, with scientific input from CIRAD. But this is agronomic research and as such is beyond the scope of this review.

*Sandalwood.* Sandalwood has a high heritage value, but is in danger of extinction in the Marquesas. Sandalwood is not currently used commercially but, in view of its potential value (see *Santalum insulare* data sheet), CIRAD is conducting research.

#### **Kava, a controversial case**

*Although there is no kava product chain in French Polynesia, it must be mentioned here because it is the subject of a lively debate and conflicting opinions, including within our panel of experts.*

*A traditional drink made from kava is drunk at celebrations and ritual ceremonies in most parts of Oceania, particularly Vanuatu, Fiji, Wallis and Fortuna, the Cook islands, Tonga and Samoa and New Caledonia, and also, though less markedly, in French Polynesia, mainly the Marquesas islands. In New Caledonia and urban areas of Vanuatu, a neo-tradition of social kava drinking in specialist bars or nakamals has developed. The drink is prepared from the fresh or dried root of *Piper methysticum*, of which there are several cultivars. The active principles in kava, called kavalactones, have sedative, analgesic and anxiolytic properties.*

*In the 1990s there was a spectacular boom in sales of kava in capsule form, marketed as a herbal medicine, mainly in the United States, Germany and Switzerland; the market suddenly collapsed after several cases of fulminating hepatitis in Europe, and in 2002 it was withdrawn from the market in France, Spain, Italy and the United Kingdom, other countries merely recommending prudence.*

*The collapse of the market was a heavy blow to Vanuatu, Fiji, Samoa and Tonga, the main producers. For the time being, the market is saturated. The producing States are trying to break out of the crisis by lobbying the WHO and European Union to convince them of the non-toxicity of kavalactones*

and to have market authorisation restored. Whatever the outcome of these efforts, it now seems it will be impossible to have kava on open sale as a dietary supplement. Controversy still rages over its possible return in more controlled form (see Piper methysticum data sheet).

### **Preliminary findings on the “plant products” sector**

The table below gives a preliminary comparative overview of the main economic activities based on the use of natural substances from land plants. It covers the main products already mentioned, assessing the characteristics of each in terms of economic, social and institutional criteria.

**Table 4 – Characteristics of the main “plant product” sectors**

	<b>Commercial experience</b>	<b>Profitability</b>	<b>Innovation</b>	<b>Social or heritage importance</b>	<b>Forms of organisation</b>	<b>Prospects for growth</b>
<b>Coconut oil</b>	> 40 years	zero	zero	major	Support fund (1967)	zero
<b>Monoï</b>	> 20 years	high	medium	medium	GIE (2002) AOC (1992)	medium
<b>Vanilla</b>	> 50 years	medium	medium	major	Epic 2003	strong
<b>Noni</b>	< 5 years	high	strong	medium	-	medium
<b>Tamanu</b>	< 5 years	?	?	medium	Oil producers' federation	potential

Source: paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

While making no claim to high precision, the table suggests several points for consideration:

- The *coconut oil industry* is a classic example of a heavily subsidised production system. Could encroachment of new industries on available land, or changes in cost factors (public subsidies) occur without affecting its role in social welfare and solidarity between the Territory's island groups?

- The success of *noni* suggests it could offer an alternative solution to heavily subsidised, poorly cost-effective sectors. However, it is a new industry and has yet to prove itself over the medium term; will consumer demand for this “health product” last?

■ It would be risky to simply transpose the “noni plan” to the *tamanu* case; their production systems and market dynamics are very different.

■ Government financial incentives are available both for unprofitable industries with a social welfare value and to develop or reactivate industries with economic potential, but they seem to be unevenly employed. Is this a heritage of the past, the result of case-by-case allocation or deliberate choice?

■ The forms of organisation are instructive. There is clearly a local capability for organisation, but more consideration could be given to how private enterprise can be supported downstream of agricultural production.

■ The issue of export markets is decisive, as stakeholders in French Polynesia are acutely aware. Local entrepreneurs have a real desire to position themselves with regard to the United States, the Pacific and Europe. Export drives are being strengthened, with government support.

### ***Three critical points***

There are three difficulties that can hamper the dynamism of industries based on natural products from agriculture.

#### **Access to land to develop new crops**

The custom of indivisible land ownership keeps land prices high. Although the vanilla and pineapple sectors show that production can be boosted by more intensive cropping systems, limited access to land could hamper the development of new or young industries based on cultivation of promising Polynesian species.

Coastal management poses similar problems: lack of available space has put a stop to prospects for developing semi-intensive shrimp farming. On the other hand, experience in management of lagoon resources (local lagoon use plans) suggests that a sharing of *spatial resources* can be organised.

#### **Agricultural training and extension work**

Recent measures to deconcentrate administration have given officers of the Rural Development Service (SDR) a very wide range of functions, including assistance to product chains downstream, despite a strong need for agricultural training and technical agricultural information dissemination. Some thinking must be done on the human, technical, organisational and financial resources that need to be released for the agricultural sector to increase

its capacity to develop or assist new productive activities. In any event, the Territory must have an outreach and extension network to meet growers' needs and provide supervision for sectors aiming for sustainable development or labelling.

**Farm demography**

The ageing of the farming population has an impact on the sector's vigour. The main agricultural activities in French Polynesia are the traditional ones of subsistence cropping and harvesting from the wild, practiced by elderly people. This applies to many vanilla plantations and most traditional fruit farming (pineapple, mango, etc.). But Polynesian farmers are energetic, as can be seen from their positive response and the development dossiers they drew up when EPIC Vanille was formed, and the way pineapple growers have welcomed projects by Jus de Fruits de Moorea.

# French Polynesia's biodiversity assets

## *TERRESTRIAL PLANT RESOURCES*

French Polynesia's primary flora is relatively poor, with only some 900 species, and is therefore more vulnerable than introduced species. But 62% of its species are endemic, owing to insularity, the islands' wide geographical scatter and their extensive north-south spread. For 80-90% of endemic plants there is no bibliographical reference pointing to scientific study. Between them, these two facts obviously mean that there is ample scope for bioprospecting<sup>14</sup>.

Apart from local uses and a few clearly identified marketable resources, the origin features of French Polynesia's flora have not been explored to any great extent. Very few local species have been adopted for economic use.

This observation suggests two avenues to explore:

- How can new species with commercial potential be identified and selected?
- How can income from the species already exploited be increased?

### **Approach and method of the expert group review**

There is no proven, unanimously recognised method for determining which are the exploitable plant resources in a given region.

Nor, to our knowledge, is there any synoptic table or database of the relevant information on French Polynesia's exploitable plant resources, apart from books on local uses of plants.

The experts' work goes some way to filling the gap.

The panel opted for an approach that starts from the biological resource, which was possible thanks to the relatively reliable botanical data available for French Polynesia. The main stages in the process were as follows:

■ Despite the relatively small number of native species, we were not able to analyse the scientific literature on all of them. We therefore made a crit-

---

<sup>14</sup> Bioprospecting: exploiting, extracting and screening or sorting biological diversity and indigenous knowledge to discover commercially valuable genetic or biochemical resources.



ical analysis of the available scientific knowledge and worked out a *preselection method* to identify potentially exploitable plant substances.

■ As this is a vulnerable island flora with a high rate of endemism, a preliminary correlation of criteria was necessary, taking *botanical originality* as the primary criterion for *inclusion* and *ecological status* as the primary criterion for *exclusion*: *vulnerability* is clearly a criterion for *exclusion* because vulnerable species cannot reasonably be regarded as “potentially exploitable” without endangering the resource itself, and hence biodiversity.

■ This brought the number of species to consider down to 430. We then applied an additional set of exclusion/selection criteria to this group. Below is a simplified synoptic table of these criteria.

**Table 5 – Criteria for exclusion or selection of plant species**

Criteria	Selection	Exclusion
<b>Botanical originality</b>	<b>Endemic species</b>	Common naturalised species
<b>Bio-ecological criteria</b>	Non-vulnerable species (IUCN <sup>15</sup> list)	<b>Vulnerable species</b>
<b>Biogeographical criteria</b>	Accessibility	Limited accessibility (scattered or remote stations)
<b>Local uses</b>	Local medicinal plants	<p>■ Medicinal plants widely used around the world, thoroughly studied and often in commercial use. No Polynesian specificity.</p> <p>■ Common food plants, spices and condiments<sup>16</sup></p>
<b>Chemo-taxonomic criteria</b>	The genus - taxonomic level best correlated to distribution of secondary metabolites	Species or genres of little pharmacobotanical interest

Source: paper by MORETTI and FLORENCE (see CD-ROM).

<sup>15</sup> IUCN list: since 1994, the IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural resources) has been developing a classification of plant and animal species into five categories, from which risks to biodiversity can be measured: extinct (EX), critically endangered (CR); endangered (EN); vulnerable (VU); low risk (LR); data deficient (DD).

<sup>16</sup> This criterion does not apply to Tahitian vanilla (*Vanilla tahitensis*), which is a specifically Polynesian variety. It is therefore included in the selected species list.

Using this set of exclusion/selection criteria, 78 species were chosen for examination. A *data sheet* has been drawn up for each one, using the model shown below. These can be used to compare the data (such as exists) with the various experts' comments:

**Scientific name:**

**IUCN status**

**Accessibility**

**Uses**

**Chemical composition**

**Pharmacological and toxicological properties**

**Industrial interest** *if applicable*

**Regulatory restrictions** *if applicable*

**Production protocol** *if applicable*

– how material is obtained:

– marketing method:

– quality control:

**Orientations** *if applicable*

**ADMISSION TO GROUP 1, 2 OR 3**

The experts collectively defined three main groups, classing each species in one or other:

- **Group 1** – Shortlist of *species already exploited or potentially exploitable*<sup>17</sup>;
- **Group 2** – Species whose *economic use is possible in the medium term*, but which would first require R&D work;
- **Group 3** – *Non-priority* species that meet the experts' selection criteria but for which no proposals can be made on possible R&D directions, for lack of significant bibliographical data.

For species classed in Groups 1 and 2, the experts give their opinion on the possible *directions* for research, development and utilisation. Two points should be made here:

<sup>17</sup> For easier consultation, the data sheets for this group are reproduced in the paper edition of the review (Annex 1).

■ A comparison of groups 1 and 2 shows that the information available varies widely from species to species; our suggestions vary accordingly in their degree of refinement.

■ Most species in group 2 are in the IUCN's vulnerable categories.

To conclude, although potential economic uses for very few of the species studied have been clearly identified, the experts' work provides French Polynesia with a *preliminary checklist of relevant information on exploitable resources*. This is an original contribution, both in the method adopted and the final output.

However, attention must be drawn to the following facts:

■ As already stated, French Polynesia's plant biodiversity has not yet been studied sufficiently and its potential therefore remains inadequately assessed. In this connection the catalogue of useful species drawn up as part of the expert group review (*Flore utile de la Polynésie française*, appended to the paper by Moretti and Florence on the CD-ROM) is a valuable instrument. It brings together the available data on useful plants mentioned in reference works, with their taxonomic status checked and updated. Apart from the taxonomic updating, this data pack contains new or updated data on geographical distribution and availability, including the accessibility, abundance and structure of current populations.

■ The selection method adopted here has doubtless allowed some useful species to slip through the net because they did not meet the criteria used, particularly that of endemism. We know this applies to some introduced species that have escaped from crops; several of these, especially varieties of *Quinquina*, are of significant economic interest. Moretti and Florence draw attention to this genus in their paper, but it could not be included in the final list using our set of criteria.

## MARINE RESOURCES

### Introduction

Marine organisms hold an immense store of potentially useful molecules which has so far been studied only partially and unevenly, and is still less exploited. The best catalogued groups are corals and molluscs – known indicators of marine biodiversity – and algae. Spongiae and micro-organisms have been studied far less.

To date, an estimated 500,000 marine, animal and plant species have been identified, but fewer than 5% have been studied for their chemical and biochemical properties. The scientific literature is steadily producing new discoveries of bioactive marine metabolites. Analysis has shown that the likelihood of finding such metabolites in marine organisms is far higher than with land organisms: 10 per 10,000 compared to 1 per 10,000.

But because marine substances are rarely used in traditional medicines, there are no ethno-pharmacological references to guide the search for useful molecules in this ocean of possibilities (ranging from bacteria to sharks!).

Given the current low level of inventoried knowledge on marine resources and their utilization potential, there was no basis for taking an overall approach and drawing up data sheets as was done for land plants (see paper by Guézennec and Débitus on CD-ROM). Below we briefly introduce the main types of organism and outline their utilisation prospects in major economic sectors.

## **Different types of marine resource**

### ***Fishery by-products***

The main uses of fishery by-products are in health applications, mainly of omega-3 and omega-6 unsaturated fatty acids, which have potential uses in human nutrition, cardio-vascular medicine and oncology.

Fishery by-products are also being explored to find specific fats.

Broadly speaking, research in this field is at a far more “pure research” level than the work on other types of marine molecule.

### ***Seaweed***

Uses of seaweeds are relatively little-known to the general public, although they are used in many consumer products. Internationally, seaweeds are mainly (70%) used in the food and feed sector, principally in the Asian food market. The market in food seaweed is worth 4 billion dollars a year in the United States. While the main users are Asian countries, food use of seaweed is growing in the West, especially in the market for food supplements and health foods.

Utilisation of seaweed in food is growing fast and has a promising future. French Polynesia, as already mentioned, has excellent research assets

and tools in this field. The University of French Polynesia has a large seaweed collection, the Institut Louis-Malardé another, and a recent doctoral thesis provides a synthesis of work on Polynesian seaweeds and their potential uses in different sectors, from environmental management to cosmetics.

### ***Micro-organisms***

The term "micro-organisms" is used here to cover micro-algae, fungi, bacteria, archaeobacteria and cyanobacteria.

French Polynesia has some particularities in this field owing to its geographical position and the presence of specific ecosystems such as the "kopara ponds"; a doctoral thesis on kopara is under way.

Micro-organisms are a source of many molecules with real potential in biotechnology, particularly biodegradable polymers, polysaccharides, enzymes and secondary metabolites (see Table 7, p. 235).

The considerable progress made in molecular biology in recent years now makes it possible, and above all easier, to study microbial ecosystems. But as many studies have shown, only 0.1 to 1% of microbial species found in marine ecosystems can be studied using conventional laboratory techniques such as culturing on more or less selective media. This means that a very high proportion of microbial metabolites of biotechnological interest may defy attempts to study them. And yet marine micro-organisms could prove to be the main source of new biotechnologically useful molecules in the next few decades. It can be said that one of the main challenges for biotechnology research on marine micro-organisms is to develop methods for identifying, characterising and analysing the "non-culturable" ones.

For the reasons stated, it seems impossible, and indeed pointless, to list the microbial species present in Polynesian ecosystems, both because there are so many of them, and because such a list might well not be representative. It is generally recognised that only a very small percentage of microbial species are culturable and hence identifiable using conventional taxonomic methods, and that the very notion of a culture medium implies selection of some species and exclusion of others. The same can be said of the use of these micro-organisms in biotechnology, as synthesising useful metabolites can depend on manipulating their growth and fermentation conditions. In short, to use a micro-organism in industry or even study it scientifically, one must be able to culture it.

In the light of this, the best way forward with micro-organisms would be to focus on conservation and building up of collections which would provide the basis for subsequent action towards utilisation in biotechnology.

### **Potential uses**

There are many potential applications for marine resources; they can be a source of *new models, new products or new processes* for a number of industries. Their diversity and their adaptation to atypical or extreme conditions open up new prospects for developing new bioactive molecules. There is now a lively interest in them, as reflected in the growing number of patents connected with the biological activity of products derived from marine organisms (mainly invertebrates so far).

In terms of economic uses, whatever the marine resource concerned, there are some fields that seem to match both economic and social demand:

- *The environment* and the search for "clean technologies" ("green chemistry") to replace existing technologies that are more polluting, less specific, less effective or more costly.

- *Cosmetology/dermo-cosmetology*, a field that is constantly looking for innovative or original substances, whether in terms of their history or their physical-chemical properties and efficacy. Despite many uncertainties including questions of official regulation, this sector often looks like the best niche to aim for when looking for *short-term* economic uses. This view may be better founded in some cases than in others.

- *The food and feed industries* in the broad sense, which are looking for new texturing molecules that can adapt to new market constraints.

- *Synthetic and hemisynthetic chemistry*, which are looking for new molecules or precursors.

- The *health* sphere, which is looking for molecules – sometimes narrowly targeted – that are highly specific, effective or active, to develop substitutes for existing molecules that are in one way or another undesirable owing to their origins. With the recent discovery of unconventional pathogens, bioactive marine compounds could present a major advantage over the use of animal-based compounds such as heparine and hyaluronic acid.

## Utilisation strategies

The scale of marine biodiversity, and the current state of knowledge, make it delicate if not impossible at this stage to favour one channel over another for economic utilisation. The first step will have to be a multidisciplinary study of the flora and fauna of different biotopes.

The conditions for such uses would also vary widely depending on how the extracts are obtained. One determining factor for exploiting a new product is the ease and cost-effectiveness with which it can be obtained. There are three ways to obtain sufficient quantities of such products: extracting and purifying primary or secondary metabolites from macro- or micro-organisms, synthesis, and hemisynthesis, which is a compromise between these two, taking a natural precursor and converting it. Though rarely impossible, synthesis and hemisynthesis can be complicated; they are not always cost-effective for industrial purposes. Producing active molecules by biotechnology is therefore a promising method in economic terms. It may involve using natural environments to farm molecule-producing organisms – e.g. sponges, ascidiae, gorgoniae, algae – or, particularly with micro-organisms such as cyanobacteria, micro-algae, fungi and bacteria, biotechnology solutions such as fermentation and photobioreactors.

For all these reasons, *building up collections coupled with a solid marine chemistry component* seems to be the most relevant short- and medium-term step towards economic utilisation. The conditions required for this work are well within the reach of French Polynesia and will be set out in the following Section.

## Towards a strategy for the utilisation of natural substances

After examining and drawing initial conclusions from the existing ways in which natural substances are utilised in French Polynesia, the expert group review has identified further potential resources. This brings us to the central question the panel was asked: how is the potential identified to be turned into new economic uses that are consistent with and appropriate to local capabilities – in other words, a strategy? This is the issue addressed in this Section.

This is an important issue. It is a question of properly using the resources allocated to policy design and implementation, and consequently the “return on investment” that may be expected – financial investment as well as human investment of many kinds.

We shall first present a few guidelines for defining the principles and legal framework required to protect French Polynesia’s ecological and economic interests while encouraging economic use of its natural substances to develop.

We will then set out the economic and technical conditions for developing new productive industries, including the specific regulatory constraints in particular sectors in the French and European markets.

Finally, we will suggest guidelines for industrial use, under two headings: Group 1 natural substances; and Group 2 and marine substances, indicating in each case the legal framework required to implement the guidelines.

### *LEGAL APPROACH*

#### **The CBD and the new legal status of biodiversity**

Biological resources, and their components, are of increasing economic interest and, rather than acquiring value in proportion to their degree of technological processing, have a value *in themselves*. Biodiversity as a whole has become *potentially utilisable* and consequently *strategic*.



With the development of biotechnology, the legal status of biological resources has radically altered. Up until the late 1980s, their status was roughly governed by two legal concepts: national sovereignty for their *direct and immediate exploitation*; and the concept of "common heritage of humanity" for research or *indirect and deferred use* based on the chemical or genetic potential of a resource that might lead to a new product.

In the mid-1980s, this status was undermined by statutory developments first in the United States, then in Europe and finally at global level, that established the patentability of living resources. Following these developments, any living resource (or component thereof, such as a cell, gene or molecule) may now be protected by an invention patent if, when it is reprocessed, it is considered to be new, inventive and applicable in an industrial process. This has caused a discrepancy between the common heritage of humanity, which postulates the absence of property rights, with collection free of restriction or charge, and patents, which justify exclusive exploitation, for profit, of substances collected free of restriction or charge.

In order to avoid the conflicts of interest that might arise, the Convention on Biological Diversity (CBD) of 5 June 1992 established a new legal status for biological resources. The concept of a common heritage of humanity has been dropped, and the Convention brings biological resources under the *principle of States' sovereignty over their natural resources*, which entitles States to regulate as they think fit any type of access to biological materials located within their territory. The aim is to enable States to control their use more closely, organise trade, and benefit from any wealth based on them following any chemical or biotechnological research and development process.

The crucial clause of the Convention is Article 15, excerpted below:

**1** – *Recognizing the sovereign rights of States over their natural resources, the authority to determine access to genetic resources rests with the national governments and is subject to national legislation. [...]*

**5** – *Access to genetic resources shall be subject to prior informed consent of the Contracting Party providing such resources, unless otherwise determined by that Party. [...]*

**7** – *Each Contracting Party shall take legislative, administrative or policy measures, as appropriate... with the aim of sharing in a fair and equitable way the results of research and development and the benefits arising from*

*the commercial and other utilization of genetic resources with the Contracting Party providing such resources. Such sharing shall be upon mutually agreed terms."*

Thus the three interrelated principles governing access to natural substances under the Convention are State sovereignty, prior informed consent of the public authorities before collection, and sharing of the benefits arising from utilisation of the resources supplied. The system based on these principles is known by the acronym ABS (Access to genetic resources and Benefit-Sharing).

### **French Polynesia and the new legal situation**

Although many States have seized the opportunity offered by Article 15 of the CBD, French Polynesia has not as yet adopted any specific regulations for access to genetic resources. A draft bill is being prepared in French Polynesia; we would stress that this is a timely step, and perfectly within the competence of the French Polynesian government.

The lack until now of any specific ABS regulations is not due to its being beyond the competence of French Polynesia's government. The CBD clearly states that the authority to determine access belongs to States. Under French institutional law n° 2004-192 of 27 February 2004 on the autonomous status of French Polynesia, Polynesian institutions have increased autonomy and enjoy considerable delegated competence in a range of areas including the environment and marine resources. Since access to and circulation of biological resources fall primarily within the area of environment (marine and terrestrial), French Polynesia is indeed competent to establish a legal framework regulating access to its biological resources.

The value of having regulations can be seen from what happens when there are none. The CBD is applicable to French Polynesia under Law n° 94-477 of 10 June 1994, by which France ratified the CBD. However, like many other developed countries, France saw no reason to transpose it into specific regulations. Consequently, there are no rules organising access to biodiversity and the sharing of resulting benefits, no rules specifically regulating the conditions for harvesting biological resources (except for protected species and areas) or sharing any resulting benefits. It follows that operators who wish to seek biological resources in Polynesia for their actual or poten-

tial usefulness in developing drugs or other new products do not need to ask for prior agreement or commit themselves to any compensation.

Applying existing law, therefore, does not give French Polynesia the means to benefit from opportunities for utilisation of its natural substances. Neither the standard rules of civil law, environmental law, the law of the sea, nor the rules produced at international level in recent years in the spirit of the CBD (the Bonn Guidelines, the future international system for access and benefit-sharing<sup>18</sup>) fully meet these needs. The current legal situation is inadequate in a number of ways:

- *Ecologically*, the utilisation of biological resources must be designed in such a way as to ensure their sustainability. Means are therefore needed to prevent negative impact on Polynesia's rich but vulnerable environment.

- *Economically*, even without the spectre of bio-piracy (pillage of biological resources), failure to specify the conditions for biological prospecting will at the very least prevent Polynesia from drawing proper benefits from the exploitation of its biodiversity. It is simply a matter of giving oneself the means to take advantage of a type of operation that in practice, where the rights and obligations of each side have been legally specified in advance, has been shown to benefit country and prospectors alike. Such a framework is also a key element for the legal security of future industrial users of biological resources, who may hesitate to invest in countries that have no clear legal framework for access to biodiversity (access allowed or not? what conditions? which administration to apply to?, etc.).

- *Politically*, any failure to specify the conditions for biological prospecting would expose countries to the risk of having such operations contested by local communities. More on this below. Generally speaking, devising a legal framework goes "in the direction of history". In the South Pacific as a

<sup>18</sup> The Bonn Guidelines were unanimously adopted in April 2002 by the Conference of the Parties (180 countries) and are a key tool for implementing the CBD. They are intended to help the Parties establish legislative, administrative and general policy measures on ABS and negotiate contractual arrangements for ABS. They set out the basic requirements such contracts must meet, specify the role and responsibilities of both users and suppliers, the features to be considered in agreements on transfer of materials and a non-exhaustive list of monetary and non-monetary benefits. The Guidelines recommend the establishment of a capacity-building programme to enable developing countries to implement the Convention's relevant clauses. Similarly, the participants at the Johannesburg World Summit on Sustainable Development in August-September 2002 requested that countries should negotiate for the CBD an international regime to promote and ensure fair sharing of the benefits from the use of genetic resources. The Bonn Guidelines will certainly be part of this wider working framework.

whole, a series of actions is being taken to that end. One example is the early-stage work begun by the Secretariat of the Pacific Community (SPC), a key regional development player that is emerging as a guardian of Pacific resources, traditional knowledge and the expression of regional cultures.

All in all, a combination of factors – current interest in natural substances from the research community and industry, the new legal status of biodiversity, changing concepts and practices in this field – means that it is in French Polynesia's best interest to adopt an adequate and effective legal framework.

It remains to define its broad features:

- In the following section we set out the foundations for such a framework: prior consent, forms of contract, control, industrial property rights, etc. These are the key points to consider if French Polynesia wishes to adopt regulations for access to its biodiversity.

- French Polynesia might decide to develop service activities in connection with natural substances, establishing collections, biobanks and extract banks, allocating some of the work of extracting natural substances to its research institutes and companies. We therefore examine the legal aspects of such issues as the status of collections and biobanks, their contractual activities, etc. (see "Prospects for utilisation", p. 234)

- Finally, we address the inevitable question raised by Article 8 (j) of the CBD, namely the rights of native or local communities to benefits from the exploitation of biological resources (see "Rights of local communities and collective interest", p. 241).

### **Basic legal framework: the ABS principle**

Here we examine the two key elements for framing a text on ABS: the principle of prior informed consent (PIC), and its transposition into contract form. The purpose is to highlight the points essential for preserving French Polynesia's interests as a supplier of natural substances.

#### ***Prior informed consent (PIC)***

This principle, enshrined in Article 15 of the CBD, states that collection may only be carried out once agreement has been secured from public authorities which have already had the information that will enable them to preserve their rights over the resources and any benefits that may arise from them.

The prior consent formality must satisfy two requirements: clarity (which administration to apply to? in what circumstances?, etc.) and flexibility, so that the procedure is not so slow as to dissuade applicants, which would defeat the object of the exercise.

**Who should grant PIC?**

It must be specified which authority is to receive applications or give its consent to authorise collection. Some general points:

- The prior consent of the Research Delegation must be required;
- The authorities in charge of the environment and protected areas should also be involved;
- For the administrations concerned to be really “informed”, capacity-building is essential (as per the Bonn Guidelines). To that end, they should appoint auxiliary scientific committees drawn from competent scientific bodies, on a case-by-case basis.

**Which types of collection are subject to PIC?**

Although the need for authorisation extends the scope of existing legislation, which applies only to protected species, it is not sufficient to apply it to endemic species. This might prevent French Polynesia from taking full advantage of the rights conferred by the CBD. In Polynesia’s island environments, evolution has segregated some highly specific taxa. Although these taxa are not strictly speaking endemic, they do possess potentially valuable characteristics. To make a distinction between endemic and non-endemic would allow operations that might develop products over which Polynesia had not established any rights.

This leads to a more general point. No discriminating criterion of any sort should be established to distinguish between collecting that requires authorisation and collecting that does not: neither the type of resource that may be extracted, nor the people who may do so, nor the purpose of their operations. The reasons for this are as follows:

- Since any resource, whether *in situ* or *ex situ* (for there are collections in Polynesia), endemic or otherwise, marine or land-based, whole or part (cell, DNA, etc.), unused or known already to have therapeutic or insecticidal qualities, may be economically used by some chemical or biotechnological industrial process, they must all be subject to the PIC principle.

■ The same goes for the applicants, whether foreign or French, private companies or public research institutes, because there is no clear dividing line in this field between public and private, between basic research and applied research for commercial markets. Standard inventorying activities can always lead to applied research. Most research institutes, public and private, invest in applied research and file for patents. They are also in direct relation with private companies, not only when the companies use their patents, but also upstream, when the research institute undertakes prospecting on their behalf. Indeed, in some cases a public research institute may be used as a “front” to avoid applying for PIC. It would be artificial and counterproductive to attempt to draw lines. It follows that PIC must be sought in all cases.

However, to avoid needless red tape, once the PIC principle is stated in these terms, exemptions might be made for the traditional economic use of biological resources (coastal fishing, food industry use of noni juice and kava, cut flowers, etc.) as long as it is direct use. Any transfer of the resource, whether or not for payment, or any transfer of other resources caught or extracted as by-products, to a third person intending to make indirect economic use of it, will be prohibited without PIC from the relevant authority. Consequently, with no PIC, a drug company could not obtain from fishermen the incidental resources – seaweed, micro-organisms, etc. – brought in with their catch. The same should be true for a company wanting to engage in highly technological research (using, say, a plant gene or synthesising a molecule) on a marketed resource such as noni.

Defined in these terms and with its scope specified, the principle of prior consent would give French Polynesia the means to gain most benefit from its biological resources, either as reward for providing the material basis for innovation, or as compensation for the loss incurred when a natural substrate is replaced using such processes as synthetic chemistry and genetic engineering.

### ***Material transfer agreement***

Where the collection of biological material is authorised, the conditions need to be specified. The best way is to sign a material transfer agreement or MTA. These contracts stipulate the rights and obligations of each party.

### ***Statute versus contract***

A contract theoretically implies that the contracting parties are free to commit themselves to “mutually agreed” terms. However, as regards bio-

logical resources, statute law needs to provide a framework for this freedom, for at least the following reason. Public interests are at stake in this field and this requires that the law lay down provisions that contracts may not waive. This is not specific to biodiversity; medical and consumer contracts must also comply with rules such as the obligation to inform the patient, the consumer's cooling-off period, etc.

### **What type of contract?**

Should the contract restrict itself to organising prospecting operations for research or should it anticipate possible commercial developments from the outset? The choice is between a research contract and a commercial contract.

In the case of deferred utilisation, as with most bioprospecting programmes, benefit-sharing often involves long, hard and expensive negotiations. It is more expedient initially just to sign a research contract, provided it explicitly contains the obligation for the user to renegotiate a new contract with the supplier if industrial or commercial use is made of the material. To avoid any misunderstanding, it needs to be specified that this obligation comes into effect if any patent is filed, or a product marketed without patent. At all events, no collection licence for scientific research purposes should be delivered without the explicit condition that a benefit-sharing agreement must be negotiated if an innovation is developed.

### **Public interest provisions**

Many clauses of an MTA are freely negotiated between the parties: the place of collection, exclusive rights and their duration, etc. But these contracts will also include provisions required by law and which the parties may not waive. These concern:

- access on condition of sustainable use;
- benefit-sharing.

Benefit sharing may take a number of forms – immediate or long-term benefits, financial or in kind. Without entering into the details (which need to be considered case by case), three general remarks may be made:

- The principle of benefit-sharing must be mentioned in the statute text as a public interest principle that prospectors may not infringe.
- For short-term benefits, for a number of reasons it is better to consider choosing services in kind, such as the user undertaking to provide technical assistance.

■ It must be borne in mind that any promised long-term sharing is likely to remain a dead letter unless there are additional clauses organising the monitoring of the various operations.

### **Monitoring**

Monitoring the application of contractual undertakings is one of the hardest features to implement. The supplier of material must be able to monitor each stage from extraction to the development of a product, otherwise the chances of fair benefit-sharing are uncertain:

■ Monitoring the actual prospecting work as such, to identify exactly what is being collected and measure the environmental impact.

■ Monitoring subsequent transfers of the specimens collected. A clause in the contract should lay down the means to be used for this monitoring. The best way is simply for the prospector to undertake not to transfer the specimens to partners not mentioned in the contract. Prospectors are unlikely to be discouraged by this type of clause. Research institutes are getting used to this practice. Many companies want to retain *de jure* or *de facto* exclusive rights over the specimens, and they will be favourably disposed, although others are starting to relinquish these rights in order to increase the opportunities for utilisation.

■ Monitoring the work of the partner in the contract. Pending some international agreement on subsequent monitoring of patents, the monitoring of R&D work needs to be laid down in the contract. The provision most likely to ensure feedback on research progress is one that specifies agreements involving local or regional scientific institutions (universities, research centres) in the research.

Although it would be illusory to seek to monitor every detail, the above set of clauses is essential to enable French Polynesia to retain control over the development of research using its resources.

## ***TECHNICAL AND ECONOMIC APPROACH***

With a view to developing effective new uses for French Polynesia's natural substances, what aspects must be considered to give upstream production chains to be launched or supported the greatest chance of being economically viable? We examine two main aspects:



- the economic, technical, and regulatory parameters these industries must meet;

- principles of product protection.

Note that

- environmental parameters, the very basis for sustainable development, will be the foremost criteria in the guidelines for resource utilisation proposed below.

- the question of technical support for product chains (from the specialised central services e.g. ONIPPAM and ITEIPMAI) is beyond the scope of the expert group review. However, because these questions are so crucial for local decision makers, we sought the views of experts from industry with responsibility for technology scanning and supply chains.

### **Basic conditions for viable upstream product chains<sup>19</sup>**

#### ***Stable resources, quality production, and competitive prices***

To be viable and to fulfil their economic role, the upstream industries must meet certain conditions. Money or resources should not be injected unless there is a reasonable chance of success or progress. Poorly managed development programmes usually lead to failures that discourage later attempts (examples abound, not least in France itself). Three basic conditions are essential.

#### **Stability**

The *sine qua non* for developing utilisation is the availability of a natural, cultivated or collected raw material in *stable quantities*. This may mean establishing suitable logistics to allow for seasonal and climatic variation: crop dispersion, storage, pre-processing, etc.

#### **Quality**

Since the aim is not to produce a natural resource but to provide processing industries, these industries must be supplied with products that meet *specific pre-defined quality criteria*.

<sup>19</sup> By upstream product chain we mean here the economic structure providing the processor (industrial or craft level) with the raw material (plant-based or other) necessary for their activity. The downstream part of the chain (industrial production of a finished or semi-finished product) is not included here because it is too diverse.

**Price**

The price of the raw material must be set at a sufficiently attractive level for a viable upstream product chain to be established. In French Polynesia, this is probably one of the most critical points. The higher costs due to its island geography and the French welfare system make the competitiveness of some productions uncertain. This is particularly true of resources widely available globally, such as tamanu. Competition from cheap labour countries can only be resisted if economic use can be made of some *markedly local feature* based on quality or image.

**Setting up new upstream product chains****Start from market need**

A productive industry can only develop if there is a real market need for the product. Any other approach is more about welfare than economics. In general, the development projects that have been shown to fail say, "We have a product we can produce in quantity. We are going to market it and at the end of the day we shall see if there are any customers for it." Similarly, asking an industrial entrepreneur, "What plant or source organism do you need? We can produce it or harvest it for you" is also a recipe for failure. If there is a proven industrial need, users will long since have devised their supply chain.

Consequently, market needs must be identified before any human or material investment is made. This is particularly true for the cosmetics market, which is both attractive and hard to penetrate. The brief on the cosmetics industry in Annex 2 reflects a debate that clearly illustrates the complexity and unpredictability of this market.

At this stage, it may be useful to call on the temporary or long-term help of official bodies such as ONIPPAM (National industry board for perfume, aromatic and medicinal plants), whose knowledge of the national and international markets for plants in terms of production and outlets can be invaluable.

Occasionally it is only later, at the research and development phase, that market need turns out to be greater than originally predicted. It can then be valuable to have anticipated conditions for production in the partnership with the user. Generally speaking, this strategy requires close contact with users and can be highly profitable, for two reasons:

- frequent contacts engender trust, which is essential for any medium- or long-term project;
- studying a project at the R&D phase is a way of keeping ahead of competitors.

The above remarks concern new products. For a finished or semi-finished product that already has a traditional local market, a more institutional approach is to study its potential for introduction into export markets. This involves a reasonable initial investment in research on economic and regulatory aspects, which can be commissioned from specialist consultancies. This takes us to the next point.

#### **Closely examine the regulatory environment**

For natural substances and products made from them, a crucial point in assessing economic potential, market size or even marketability, is the regulatory environment. Numerous complex laws cover the methods and conditions of use of plants in all spheres. Especially in areas where there is high demand and high returns, and which are sensitive: foodstuffs, healthcare and cosmetics.

Special care must be taken to comply with legislation on plant-based medicinal products and food supplements (two fast-growing sectors) so as to choose the product chains that are most accessible and potentially profitable for French Polynesia.

#### *Medicinal products*

There are three types of situation:

- General case: the plant-based medicinal product is treated like any other medicine. It must comply with all the requirements of a standardised 5-part application for a marketing licence (French AMM). This process is notorious for its lengthy and complex protocols, not least for clinical trials.
- Products with a “well-established medical use”: on condition they comply with the defining criteria, they are entitled to a specially simplified marketing licence application procedure, relating to toxicological, pharmacological and clinical studies.
- “Traditionally used” products: for the moment these are subject only to French legislation. But this is the sector where the greatest change is expected, with the adoption or revision of major reference laws. The new European directive adopted in December 2003 and published in 2004 is due

to come into force as from 30 October 2005. By that date, *Cahier n° 3* of the French Health Products Safety Agency (Afssaps) is due to be withdrawn. Note too the current revision of the "Alphabetical list of medicinal plants in the French pharmacopoeia", expected to be published soon.

#### *Food products*

Here there are two possible cases:

- Foods regarded as "traditional": provided they meet certain conditions (e.g. that no claim is made for them other than as food, hence no therapeutic claims), no marketing license is required.
- Innovative products making one or more health-related claims: in this case a full product file must be submitted to AFSSA. This is a complicated file, very similar to the marketing license application file required for medicines.

#### *Food supplements*

These are listed (along with nutrients) and defined in European directive 2002/46/EC as: "*concentrated sources of nutrients or other substances with a nutritional or physiological effect*" (the Directive defines "nutrients" as "(i) vitamins, (ii) minerals"). Food supplements are marketed in doses, e.g. capsules, pills, sachets of powder. However, the concept of a "physiological effect" has yet to be clarified, not only in the definition of food supplements but also for medicinal products. An EU regulation is being drawn up on foodstuffs for which health claims are made; this should make a more precise dividing line between the "health" and "food" spheres. By July 2007 at latest, the Commission will present a report and appropriate measures for other classes of nutrient (with a nutritional or physiological effect) used in food supplements, such as essential fatty acids, fibres, plants, aromatic herbs and their extracts, which are not covered by Directive 2002/46/EC. This question should be monitored closely over the next three years, since as that Directive sets 2007 as the deadline for harmonising legislation on these products, and the exploitable plant resources the experts identified are candidates for this fast-growing business sector.

#### *Cosmetics*

All products meeting the definition in EC Directive 76/768 must comply with the legislation introduced in that directive. For example, cosmetics labels must include a full list of ingredients. All plants are permitted in cosmetology with the exception of those listed as reputedly toxic (Annex II of

the directive). However, for natural and synthetic colourings only those on the “positive” list are authorised.

In brief, 2003 and 2004 marked a decisive turning point in industrial use of plant-based products, as the relevant basic laws were rethought or updated. A winning strategy would be to pre-empt forthcoming legislation. For the Territory and the trade organisations of the sectors concerned, this would mean creating a *surveillance system* to monitor changes in these fields and keep stakeholders informed.

#### **Organise conditions for obtaining the resource**

To create an upstream product chain in French Polynesia certain material conditions must be met with regard to resource availability.

- If the resource is sufficiently available in the wild, a structure must be organised for harvesting it in a way that ensures its sustainability. This would require resource management plans that take account of the impact of harvesting.

- The necessary labour must be available.

- It must be possible to cultivate the plant. For wild plants, this depends on the success of domestication programmes.

- The necessary land must be available. In this regard the Territory’s small land area, divided among many small islands, and its land tenure structure, are real obstacles – not necessarily insurmountable, but to be taken into account.

#### **Put together an adequate technical environment**

A structured product chain is not an autonomous entity entirely independent of its surroundings. To set up and develop a product chain, the necessary synergies and interconnections with the local economic fabric need to be established.

One important asset is the presence of basic and applied research structures that can provide the necessary scientific and technical support. For utilising natural substances, the competencies required are mainly to be found in:

- chemistry and biochemistry laboratories, which will do the basic research on the composition of the plant (or other resource) but will also, for example, develop the necessary analytical methods for monitoring plant breeding programmes or assessing wild resources. While the basic research can be handled by geographically distant laboratories, the analysis side must

necessarily be handled locally. Here the laboratories' speed of response and involvement in breeding programmes would be key factors for success.

■ biology laboratories more generally. Here again the basic research part (botany, ecology etc.) can be handled by distant laboratories. But applied research, particularly agricultural research and related fields, need not only local laboratories but also local trial plots or experimental farms.

Another asset is the presence in French Polynesia of similar product chains whose technical resources, infrastructure and know-how could be used on a cooperative basis.

Horticulture is a good example here. Its technical resources and know-how are needed for mass production of seed and nursery plants, for plant multiplication, *in vitro* propagation and conservation of useful genetic material.

For the industrial processing phase, the presence of a local food industry may prove useful in providing possibilities of on-site first-stage processing (as with the noni juice produced by Jus de Fruits de Moorea for Morinda Inc.). Similarly, the drying ovens used in the food industry could be very useful for dehydrating plant materials and preserving them for subsequent use. The lack of such technological resources is often an obstacle for developing a product chain. Because of the technological similarity between the food industry and first-stage processing of natural substances, synergy is possible. It should be exploited by systematically recording locally available technological resources.

Sound knowledge of the local technical and industrial environment is generally an important precondition. The work of inventorying and networking with local potential will save considerable time and resources.

As well as this local work, support must be sought from specialist organisations in the medicinal and aromatic plants sector. We have already mentioned ONIPPAM; there are also technical centres like ITEIPMAI (Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales) and others, specialising in agricultural research. Their economic and technical experience of the sector and its myriad micro-markets will be of great value.

#### **Assess the "psychological" environment**

The willingness of potential natural resource producers to work in this sector is an essential factor for success. Without that, the enterprise is condemned sooner or later, however keen the political and administrative

authorities may be to promote this option. The example of the noni industry and the creation of the monoi GIE partnership are encouraging signs in this connection. When producers organise themselves in cooperatives or partnerships with official support, this is a good sign of their commitment and suggests that subsequent introduction of a market regulation instrument may be worth considering, for crisis management.

### **Conditions for product chain sustainability**

Once the product chain is set up, its future must be ensured. This requires action on several fronts.

Communication drives are among the first steps to consider. Any raw or processed natural product needs to be promoted.

- With a raw or only slightly processed material intended for use as an ingredient in a formulation in whatever economic sector, it is best to work with a distributor, preferably an international one, who has good contact with potential users. The distributor will be best placed to perform the long and exacting task of canvassing for customers. Direct marketing actions (international trade fairs, a Website, press advertising etc.) can be used, possibly sharing costs with the distributor.

- With a finished product, communication will depend on the marketing strategy envisaged. But in all cases, with a new product from a geographically isolated territory like French Polynesia, an Internet strategy is a required minimum.

Predictive R&D must also be planned for. This may be managed by the producers' industry federations, and would involve the following:

- forecasting (if possible) trends in the technology for the product and planning development work;

- launching genetic and/or agricultural improvement programmes;

- conducting programmes to characterise and assess the biological activity of the natural resources produced;

- setting up research programmes to defend the product against any imputation of harmfulness. This would mean, for example, toxicological studies on the model of the clinical studies run by French growers of lavender and lavandin. *Kava* is a case in point: toxicology research to establish its harmlessness or the conditions for possible toxicity could be performed by a scientific structure under a French Polynesian or regional industry federation.

Once production has started, economic forecasting should be continued with a different focus. Trends in existing markets must be assessed, new markets identified and the competition examined. This *economic surveillance* will also be a guide for identifying the necessary scientific programmes and decision making in resource allocation.

To conclude, although it is difficult to give more precise guidelines for setting up product chains that are as yet only potential, the following points should be noted:

- These development actions should be conducted on the basis of market demand.
- There will always be a chance element; one cannot guarantee a product's market success.
- Given the size and remoteness of the territory and the type of product involved, it would seem best for French Polynesia to work within the framework of the Secretariat of the Pacific Community.
- To try to ensure the lasting commercial success of products derived from French Polynesia's biodiversity, and hence the success of their product chains, effective legal protection appropriate to the products themselves and their target markets must be set up.

### **Principles and methods of product protection**

Below we examine some ways to profitably and sustainably commercialise products derived from French Polynesia's biodiversity and optimise their utilisation. Giving a product a recognised legal identity protects its material and intellectual characteristics (authenticity of the compound, original features of know-how) from competition, adulteration and fraud.

First some general points:

- Protection is only justified if there is a market, a real demand for the product, or at least local outlets, and some competition.
- Protection has a cost, and a cost-benefit assessment must be made.
- Protection measures cannot substitute for the necessary investment to promote the quality of the product.

#### ***Two main types of protection should be distinguished:***

- Geographical indication (GI), which covers both the simple "designation of origin" (DO) and the "controlled designation of origin" (CDO–AOC in



France). This establishes a strong link between a product and a local area. To obtain this label, producers and product chain must be well organised and must have the help of the authorities.

■ A registered trademark. This provides good legal protection internationally. It is the main system used in most of the world, particularly the United States.

Both trademarks and geographical indications protect a product's reputation rather than innovation, are suitable for agricultural produce, and apply to segmented markets where competition is based on differentiating products rather than on price. But they differ in nature and extent (see box below), and therefore cannot both be used on the same market. A geographical indication cannot be imposed on a market where a trademark of the same name exists. A choice must therefore be made between the two systems, depending on the product concerned and its target market and on the basis of precise data.

A trademark is suitable for	A Geographical indication is suitable for
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ products with only <b>a weak link with the local area</b></li> <li>■ products whose production zone is too large or too small for a GI</li> <li>■ products whose specific features derive from <b>assembly</b> or a <b>selection of inputs</b></li> <li>■ products subject to <b>variability in the market</b></li> <li>■ products requiring <b>strong international protection</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ products highly <b>typical</b> of the local area</li> <li>■ products for which there is a <b>local market</b></li> <li>■ <b>top range quality</b> products</li> <li>■ products with shared characteristics produced by a <b>producers' collective</b></li> </ul>
It is the only system recognised in the <b>United States</b> .	This system is recognised in <b>Europe</b> .

Source: paper by BOISVERT (see CD-ROM).

For the same reasons, any proposal to organise or reorient a product chain must be based on a wide range of detailed data. It would be especially useful for future initiatives to assess experience with the "Monoi de Tahiti"

DO and other attempts to develop product chains, and to closely monitor initiatives elsewhere in the region involving biodiversity, its utilisation and the protection of the resources deriving from it.

### **Geographical indications (GIs)**

These apply to a particular area for a particular product, and all producers of that product in the protected area can benefit provided they comply with the specifications. These are thus collective, inalienable rights.

These rights concern not innovation but the reputation of a product known by the public for its particularities and requiring specific technical know-how for its production. A GI thus helps to develop a market among customers attuned to the local area/product connection, environmental issues and socio-cultural traditions. A GI is not suitable for a “new product” or for raw materials. A GI can only be obtained for an application that is the same as the traditional use. There are various forms of GI in the European Union: “designation of origin” (AOC in France), “protected geographical indication” and “guaranteed traditional speciality”. For the European market, producers can thus choose the formula best suited to their product.

GI applications need considerable institutional and organisational backing, technical advice, legal assistance, training etc. However, there are few technological requirements.

Geographical indications as such have enjoyed international protection since the Lisbon agreement of 1958 on “Protection of designations of origin and their international registration”. For admission to the international register, run by the WIPO<sup>20</sup>, a geographical indication must first be protected in its home country. It provides very strong protection, and the criteria are so strict that only 20 countries have signed the agreement, which considerably reduces its range. The GI system, reworked by the TRIPS<sup>21</sup> agreement, mainly benefits European countries, which account for 95% of registered appellations.

<sup>20</sup> WIPO: World Intellectual Property Organisation. This United Nations agency has 180 member States. Its mission is to “promote the protection of intellectual property” and co-ordinate world policies on patents, copyright and trademarks.

<sup>21</sup> The TRIPS agreement (Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights), signed in 1994 at the WTO (World Trade Organisation), is intended to integrate intellectual property rights (author’s copyright, trademarks, patents, etc.) into the GATT/WTO system.

International protection of geographical indications is explicitly guaranteed by Articles 22 to 24 of the TRIPS agreement. Products already protected by a geographical indication in their home country are protected in all member countries, and the name protected by a geographical appellation cannot be used as a trademark. However, there are exceptions to this protection:

- if the name is considered generic and is already widely used without reference to the product's initial home area;
- if the name was already a registered trademark before the geographical indication was applied for. In other words, if a foreign firm has already registered the name of a product associated with a geographical origin or place-name, it is too late to apply for a geographical indication.
- if the product is no longer made in its original home region or is not protected in its home country.

To sum up, GIs are mainly suitable for finished products on the consumer market. If applied to intermediate goods used by manufacturers in formulations, there are additional limitations (e.g. percentage of the finished product) which can make it difficult to develop its market. One example is an essential oil of lavender whose AOC nearly failed for lack of commercial utilisation. At present, this AOC is mainly used for small quantities sold via retail outlets for aromatherapy rather than high-volume industrial production. Similarly, this type of certification is of little use in the pharmaceuticals sector.

### **Trademarks**

Unlike a geographical indication, a trademark is the property of an individual or group, who may sell, bequeath or otherwise dispose of it. The owner retains the right to the trademark if they delocalise production. The company may choose to evoke tradition or a particular link with a local area in its advertising, but is under no obligation to provide evidence in support of such a claim. A trademark can protect a new product, or a new use of a plant already used in traditional practices, or a preparation in which the traditional product is only a minor ingredient.

The greatest limitation on this form of protection is probably its high cost, e.g. for trademark registration procedures, continual marketing expenses, the indispensable legal services to monitor and sue counterfeit imitations and other breaches of trademark law, etc.

Two types of trademark may be of interest for natural substances in French Polynesia: collective trademarks and certified trademarks.

- Collective trademarks may be held and managed by a group of producers, an industry federation, a non-profit body, etc. Since a producers' group owning a collective trademark decides on the conditions of its use, this system makes it possible to establish a similar framework to that of a geographical indication, but is less restrictive. For example, there is no obligation to show that the activity is a traditional one, or that all inputs are of local origin.

- Collective trademarks can be certified, which involves an outside organisation certifying that the arguments put forward by the owners of the trademark (origin of the product, production method, etc.) are authentic. This form of protection is used particularly by Native American communities for marketing their handicrafts. Extensively used in North America, it is beginning to spread to South America: certification is provided by indigenous organisations or the administrative bodies in charge of indigenous groups. In those cases it is being used to earn profits from traditional knowledge rather than raw materials.

#### **Trademark versus GI**

Trade names referring to a geographical origin are common in the United States and Japan. Registration of Amazonian place names as trade names in Japan has recently caused a stir in Brazil, where it has been denounced as a form of biopiracy. In the event of conflict between a trademark and a GI, the GI cannot be used in a market where there is already a trademark of the same name (e.g. "Tahitian noni" and the many similar names registered by Morinda Inc. in the USA and Europe). It is therefore pointless to invest in a GI if one is targeting the US or Japanese markets. A trademark, or a trademark with a geographical reference, is more appropriate.

Dual protection is possible. If some producers in an area covered by a GI marketed their produce under a trade name, they would be able to take all the benefits of investment in more closely targeted advertising, communication and marketing strategies.

#### ***Other quality labelling options***

"Organic" certification under current European directives is one possibility. On the face of it, this solution seems well suited to the local context:

- It is suitable for small-scale farming.

- It requires more labour than the dominant mode of farm production.
- It has a good image among consumers in developed countries.
- It offers more attractive prices.
- Organic production is now recognised for cosmetics ingredients.

Organic farming certification is suitable for foodstuffs and now also for cosmetics, though the regulations on this latter are very recent and the situation needs to be studied. Organic farming is of almost no interest in the pharmaceuticals sector; medicinal products are excluded from organic certification and organically-produced raw materials are more expensive.

Another possibility would be to discuss with users, case by case, the possibility of an exclusive contract for local products. This way of working can be a strong incentive to the user as it enables him to develop exclusive marketing.

In this case:

- To prevent a manufacturer acting simply to keep a competitor out of the market, they must commit to buying a certain volume and/or to a certain value.
- The contract must be a long-term one.
- The territory concerned must retain the rights over the use of its image.

To conclude our examination of protection methods, a clear and permanent distinction must be made between two issues that were combined in the questions the panel of experts was asked to address. Studying possibilities for sustainable, profitable marketing of products based on natural substances is a quite different issue from that of identifying promising active compounds. The first step towards commercial use of natural substances is to advance from the *substance* identified as potentially of value to a *product*. In this regard the endemism of the plant or the originality of the compound are not sufficient criteria for defining the distinctiveness or uniqueness of the product. Other determining factors would be the methods or technical knowledge required to process the raw material into a marketable product, its differences compared to similar products, the corresponding costs, etc. A product can be unique without being made from unique substances, and the uniqueness of a substance will not necessarily be recognised as such by the market. The very purpose of a trademark is to give products a strong identity to differentiate them from others of the same type.

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

PRODUCTS AND ACTIVITY SECTORS	STATE OF R&D	ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC IMPACTS
<b>SPECIES: <i>Calophyllum inophyllum</i></b>		
– Tamanu oil: finished or semi-finished product, local marketing. <b>COSMETICS INDUSTRY</b>	– Characterisation of specific properties of local oils for promotion as authentic local products	– Currently harvested mainly from the wild – Resource management plan to be set up if product used on larger scale, with cultivation to meet possible increase in demand – Opportunity to diversify islands' economies
– Tamanu oil: raw material – Ingredient or formulation for <b>COSMETICS INDUSTRY</b>	– Development of purification processes to produce oil with high value added	– Cultivation necessary for exploitation on a larger scale to meet possible increase in demand
Plant extracts: source of anti-cancer compounds <b>PHARMACEUTICALS</b>	– Active anti-cancer compounds under development	– Low
<b>SPECIES: <i>Gardenia taitensis</i></b>		
Monoi: finished or semi-finished product for <b>COSMETICS AND PERFUME INDUSTRIES</b> (local and international markets)	– Quality improvement research under way or to be followed up	– Cultivation (small-scale mode of production)
Monoi: raw material (ingredient or formulation) <b>COSMETICS INDUSTRY</b>	– Quality improvement research under way or to be conducted	
<b>SPECIES: <i>Ilex anomala</i></b>		
– Caffeinated beverages: <b>FOOD SUPPLEMENTS</b> – Ingredient for herb teas <b>PHARMACEUTICALS</b>	– Several stages to be completed (see product data sheet and papers by Weniger, Barbin and Fourasté on CD-ROM)	– Resource management plan to be set up for utilisation of this resource, with domestication trials

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

STRONG POINTS	WEAK POINTS	COMMENTS AND RECOMMENDATIONS
<b>SPECIES: <i>Calophyllum inophyllum</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oil quality depends on Polynesian resource and/or preparation method</li> <li>– Product promotion could be closely linked to strong local-area image</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Species widespread in Pacific and Indian Ocean</li> <li>– Local market still small, with low value added</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Knowledge of modes of production not yet sufficient to define suitable utilisation and protection approach</li> <li>– Registration of collective trademark recommended</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Product (oil) processed locally</li> <li>– High price</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– French Polynesia poorly positioned for mass production unless focus is put on quality</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Molecules with strong therapeutic activity isolated</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– French Polynesia poorly positioned given the state of progress in R&amp;D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– If these compounds are marketed, the oil can become a useful renewable source of pyranocoumarins, since pyranocoumarin production from latex gives low yields. The fact that it contains compounds with strong biological activity could act as a barrier to its use as food supplement or in cosmetics, as it brings the oil within the ambit of medicinal product regulations.</li> </ul>
<b>SPECIES: <i>Gardenia taitensis</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– AOC</li> <li>– Good match between small-scale production and current state of market</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Positive effects of AOC on local products to be assessed</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Good match between small-scale production and current state of market</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Efficacy too poorly demonstrated to convince formulators</li> <li>– Demand still weak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Possible negative effects of AOC due to restrictions it places on new formulations</li> </ul>
<b>SPECIES: <i>Ilex anomala</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Potential resource for an existing market, good likelihood of meeting specific regulatory requirements for caffeinated beverages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Several stages to be completed before production stage</li> <li>– Insufficient data to confirm long-established local uses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Priority: market research for caffeinated beverages (outsource to specialist consultancy)</li> <li>– Depending on market research results: research (chemistry-pharmacology) into the Polynesian resource</li> <li>– Research into traditional uses<sup>22</sup></li> </ul>

<sup>22</sup> Confirmation of long-standing local use is an important factor under European regulations on “well-established medicinal products” or “traditional herbal medicinal products” (cf. paper by Fourasté on CD-ROM).

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

PRODUCTS AND ACTIVITY SECTORS	STATE OF R&D	ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC IMPACTS
<b>SPECIES: <i>Morinda citrifolia</i></b>		
Noni: – Main market: juice and purée ( <i>fruit</i> ) <b>FOOD SUPPLEMENTS</b> – Ingredient for fruit juices in Europe <b>FOOD INDUSTRY</b>	– Product thoroughly researched ( <i>fruit</i> ) – Chemical and therapeutic characterisation of leaves to be conducted	– Resource management plan to be set up for utilisation of this resource, with domestication trials
– Source of anticancer compounds <b>PHARMACEUTICALS</b>	– Active anti-cancer and anti HIV under development	
<b>SPECIES: <i>Piper methysticum</i></b>		
– Kava: traditional local drink and food supplement <b>FOOD SUPPLEMENT</b> – Herbal medicine	– Renewed research into noxious effects of kavalactones (upgraded to regional level) – Chemical and agronomic characterisation of local cultivars to be followed up <sup>23</sup>	– No identifiable impact: consumption marginal in French Polynesia (except Marquesas islands)
<b>SPECIES: <i>Santalum insulare</i></b>		
– White sandalwood: oil <b>PERFUME INDUSTRY</b>	– Characterisation of the Polynesian resource on-going <sup>24</sup>	– Resource now seriously endangered – Much work required to bring plant under cultivation before reaching production phase
<b>SPECIES: <i>Tephrosia purpurea</i></b>		
– Extract of root: crop protection products (insecticides, pesticides) <b>PHYTOPHARMACEUTICALS</b> – Ground plant: green manure	– Species thoroughly researched but analysis of rotenoids in the Polynesian resource has yet to be conducted	– Abundant resource, cultivation possible – Possible to supply products slightly processed, hence low cost, for integrated crop management on isolated islands
<b>SPECIES: <i>Vanilla tahitensis</i></b>		
– Vanilla <b>FOOD INDUSTRY</b>	Included in Group 1 because of the particular features of its chemotype, but the species has been thoroughly studied (see data sheet on the species) and current research is in agronomy; the product chain is well organised and well supported; good prospects for profitability.	

<sup>23</sup> This work can be done for a doctoral thesis, requiring little investment. However, revival of pharmacological research to ascertain the safety of kava should be conducted on a regional level involving the other Pacific zone countries concerned.



Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

STRONG POINTS	WEAK POINTS	COMMENTS AND RECOMMENDATIONS
<b>SPECIES: <i>Morinda citrifolia</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Market for fruit-based food supplement booming (but how long will it last?)</li> <li>– Ditto for leaves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Market responsive to communication; claims often go far beyond scientifically demonstrated properties</li> <li>– Numerous patents already registered (all fields)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Marketed largely controlled by one firm, advertising on the basis of superior quality of French Polynesian noni</li> <li>– Despite good image, local product not sufficiently distinct for an AOC</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– French Polynesia poorly positioned in R&amp;D on anti-cancer drugs</li> </ul>	
<b>SPECIES: <i>Piper methysticum</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Consumption of the drink is reviving in the Pacific zone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Food supplement market shrinking sharply and dependent on regulations in force</li> <li>– Little future in pharmaceuticals, limited to a few countries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Product at present a subject of heated debate, outcome uncertain (in Europe particularly)</li> <li>– Characterisation studies should be conducted under a regional initiative to preserve local cultivars</li> </ul>
<b>SPECIES: <i>Santalum insulare</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polynesian resource has original features, promising, and high value added</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Long period of work before production phase</li> </ul>	
<b>SPECIES: <i>Tephrosia purpurea</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– A real market in organic crop protection for an easy-to-produce resource</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Use in organic farming raises debate as to how harmless it really is</li> <li>– Economic use of roots technically and financially difficult</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Closely monitor regulation trends in countries where organic farming is widespread</li> </ul>
<b>SPECIES: <i>Vanilla tahitensis</i></b>		
<p>Included in Group 1 because of the particular features of its chemotype, but the species has been thoroughly studied (see data sheet on the species) and current research is in agronomy; the product chain is well organised and well supported; good prospects for profitability.</p>		

<sup>24</sup> Advisable to pre-empt regulatory restrictions by verifying absence of allergenic compounds listed in 7<sup>th</sup> amendment to the Cosmetics Directive.

Nor need one necessarily aim for differentiation, extreme specialisation or niche market. Most resources identified by the experts are already found, or could be cultivated, throughout the South Pacific. The question is whether it is opportune to differentiate these competitively from similar products; a *cooperative regional approach* might prove more advantageous for all concerned.

### **SHORT-TERM UTILISATION OPPORTUNITIES**

This is where the two types of work conducted for the review meet up. Table 6 takes the reader from the *species* whose properties are given in the corresponding data sheets to the *products* made from them and the *business sector* in which they can be used (column 1).

Correlating the data in the specialist chapters, columns 2 to 5 give *indicators* for identifying opportunities for developing Polynesia's main products: the state of R&D work, environmental and socio-economic impacts, strong and weak points (taking account of regulatory constraints particularly). Column 6 gives comments and recommendations with a view to identifying the most important actions to take.

Extending the field covered in Table 4 to all Group 1 substances, this chart provides a scorecard for their utilisation and a matrix of the experts' conclusions on plant-based substances.

### **PROSPECTS FOR UTILISATION**

#### **Natural marine substances**

In view of the vast biological diversity of French Polynesia's marine organisms, the current state of knowledge about them and the number of potential applications, it is obviously difficult to design a single strategy for bringing them into commercial use. *Different strategies* will be required for different organisms and markets.

The table below illustrates the diversity of the marine organisms and of their application sectors, justifying the adoption of a range of strategies.

**Table 7 – Brief survey of potential sectors for utilisation of marine organisms**

<b>Application fields</b>	<b>Organisms considered</b>	<b>Molecules (examples)</b>
<b>Cosmetology and dermocosmetology</b>	Macro-algae Micro-algae Cyanobacteria Bacteria Fungi	Secondary metabolites Exopolymers, oligomers, enzymes
<b>Environment (e.g. : antifouling, detoxification, ...)</b>	Macro-algae Micro-algae Cyanobacteria Bacteria	Enzymes Biodegradable polyesters Exopolymers Biocaptors
<b>Oil industry (e.g. : assisted recovery of oil)</b>	Bacteria	Exopolymers
<b>Feed and food industry</b>	All organisms	Enzymes, exopolymers, metabolites
<b>Pharmacology/health</b>	All organisms	All metabolites

Source: paper by GUEZENNEC, DEBITUS (see CD-ROM).

The following points clarify the table:

- Because of its extensive north-south territorial spread, French Polynesia has a valuable range of biological diversity from tropical organisms in the north to temperate ones in the Austral islands.

- Because the Polynesian island groups are widely scattered, the taxonomic inventory is still limited to the main islands of the Society, Tuamotu and Austral archipelagos (Rapa biodiversity workshop, 2002).

- Only the major groups – corals, fish, molluscs, echinoderms and algae – have received particular attention; knowledge of the other invertebrate groups is still fragmentary.

In this situation, the experts see no reason for considering one channel for utilisation rather than another. The uses found for micro- and macro-organisms will also necessarily differ according to the method by which extracts are obtained, both at the pre-screening stage and at the development stage.

However, as stated in the conclusion to our presentation of the marine resource potential, the most appropriate line of action towards utilisation in the short and medium terms seems to be to build up **collections**. As a rule, this approach should include the following strands:

- sampling;
- establishing collections;
- establishing and managing a molecule bank;
- improving knowledge of these molecules' chemical and physico-chemical properties and biological activity by specific studies and/or directed screening;
- developing screened molecules (choice of strategies);
- producing molecules and/or extracts at pre-industrial and industrial level prior to marketing.

Further details on this will be found in the paper by Guézennec and Débitus (on CD-ROM); here we will simply point out that the questions of intellectual property, depositing micro-organisms, patenting (including co-ownership), licensing out (patents, exploitation) and industrial property, should be considered at a very early stage.

### **Bioprospecting and collections: establishing a technology hub in French Polynesia**

#### ***General remarks***

In the 1990s there was a veritable revolution in the bioprospecting field, with the introduction of robotics for pharmaceutical screening and the development of high-throughput screening (HTS). To date, the main sectors concerned are health/therapeutic drugs, cosmetics and agrochemistry.

To run their HTS equipment, firms purchase entire collections of products or extracts. Supplying marine or land plant or animal extracts has thus become an economically viable prospect for a local institution, community or company.

Under the CBD system, bioprospecting programmes are negotiated in the legal form of agreements between the States, resource suppliers seeking to benefit from their resources, and user firms or scientific organisations.

Benefits to be expected from this new activity are:

- Financial returns from the sale of samples or extracts, from screening work and identification of bioactive compounds, royalties on industrial applications of the active principles supplied or derived from samples sold, etc.;
- Resulting scientific and socio-environmental impact, employment particularly.

The challenge for French Polynesia is to develop these activities on its own territory as far as possible, to draw maximum benefit from all their impacts.

#### ***For a “natural substances” technology hub in French Polynesia***

The expert group review does not cover the 80 to 90% of endemic plants for which there are no bibliographical references to scientific research. It is therefore fair to say that the situation is comparable to that for marine substances. We suggest creating a technology hub to develop both marine substances and bioprospecting in French Polynesia. It would do the work of prospecting and collecting substances and organisms, conservation, and characterising and extracting potentially useful compounds in place of and on behalf of scientific organisations or industrial firms.

The technology hub would set up and manage banks of

- marine micro-organism strains;
- extracts: herbaria, samples and extracts of plants and marine organisms (to estimate the number of harvestable samples);
- laboratory-isolated compounds.

It would thus play a more diversified and strategic role than simply supplying biological material, and could be in a position to stimulate or even initiate utilisation projects in collaboration with the research community and industry. Until now, the initiative in this field has been left to private enterprise, but other options are open which, with public-private partnership, would leave room for the interests and development of both parties. A State-owned body or other structure geared to the public interest, managing collections and directing the entire system, could be considered.

To design and implement such a project,

- It would be advisable to consult with the managers of the national Chimiothèque programme, a federation of collections run by the CNRS.

- Given the wide scatter of the islands and the high rate of endemism, sampling surveys would have to be organised under strict control, with conservation measures including cultivation and *in vitro* conservation of the most endangered species.

The facilities and equipment required are as follows:

- Sampling facilities including a herbarium and properly managed and updated collections, and equipment for *in situ* conservation of marine or plant samples.

- Facilities for extracting and formatting extracts, including:

- Fractioning and placing on standard plates called “mother plates”, establishing a stock of samples available for subsequent pharmacological testing;

- Isolation and dereplication, for rapid identification of common compounds of little interest. The basic equipment for this is a dilution robot suitable for high or medium throughput; on the face of it, medium throughput seems sufficient. This could be done in French Polynesia, as it has several efficient chemistry teams.

- Specific biological screening, for selecting active extracts from targets chosen by biological tests. Local teams could develop and use easy, reliable tests in collaboration with medical biology research teams such as those at the Institut Louis-Malardé.

Automated (randomised) biological screening: this stage requires costly equipment and specialists in pharmacology and engineering (miniaturisation of tests, automation, then confirmation tests). Both conditions seem difficult to fulfil locally.

### ***Value and feasibility of the technology hub***

One major conclusion can be drawn from this brief overview of potential bioprospecting in French Polynesia. While the robotised biological screening stage seems to be beyond the reach of French Polynesia, all the other activities mentioned could be developed to advantage. Production of test plates for subsequent biological screening would also be a way of diversifying partners. These are directly economically useful activities, **productive**

**activities** that generate income and employment, not to mention higher training for young Polynesians and the benefits that would bring them.

Biotechnology companies are interested in a development of this kind. The existence of biobanks and extract banks would free them of the need to go through the formalities of PIC themselves, and of having to conduct “blind” prospecting operations. In other situations, firms such as *Servier*, *Astra Zeneca*, *Pharmamar* and *Pierre Fabre* have in practice favoured such a system providing them with pre-selected samples. Establishing collections and extract banks also makes it possible to initiate R&D projects and closely involve local stakeholders in those projects. Extract banks also provide a way to partly overcome the delicate problem of control (see legal approach section). Because the extract collections provide extracts rather than strains, companies wishing to develop a product must apply to the collection for further supplies (unless they intend to synthesise the compound). Accessibility can thus be controlled at source, at least during the initial phase of development.

Establishing micro-organism collections seems to be a particularly promising prospect, for a number of reasons. Furthermore several ventures of this kind, either public sector or private, in French Polynesia and elsewhere, have been successful. The Australian Institute of Marine Science (AIMS), for example, has been in operation since 1972. The Instituto Nacional de Biodiversidad in Costa Rica (INBIO), a private scientific institution of public interest, specialises in collection, processing, production and sharing information on biodiversity. In the Indian Ocean, in La Réunion, ARVAM (Agence pour la recherche et la valorisation marines) provides liaison between research and decision makers in the environment and development fields<sup>25</sup>. The private company Pharmamar in Spain is a leader in this sector. And in Tahiti itself, the firm Biolib makes and screens extracts from its collection of bacteria and cyanobacteria.

<sup>25</sup> Given the current interest in micro-algae because of their role in marine ecotoxicology (prevention of public health risks) and their pharmacological potential, ARVAM, with support from the Réunion authorities, has established a collection of micro-algae isolated from sea beds around la Réunion and neighbouring islands (Phytobank). Each strain entering the facility is identified, classified and worked on in partnership with other laboratories: CESAC of Toulouse-III University, the cryptogamy laboratory at the MNHN in Paris, etc. Phytobank already has cooperation schemes with industrial firms.

There are four particularly important factors for a technology hub project of this kind to succeed:

- Given that in French Polynesia there are few private structures with adequate resources to start such a venture, the authorities will have a decisive part to play in supporting project initiators, many of which would be State-owned institutions such as EPICs. The authorities could even trigger the process by creating business incubators. As no major investment is required to set up a strain bank, this does not seem to be beyond the reach of the French Polynesian authorities.

- French Polynesia has one valuable asset: a local scientific and technical infrastructure, including the University of French Polynesia, IFREMER and the Institut Louis-Malardé, capable of supporting the creation of strain banks. With more staff and technical resources, the Institut Louis-Malardé in particular could take charge of part of these service provision operations. It has had a natural substance research laboratory since 1991. Since 1998, this laboratory has concentrated on certain species used by traditional healers in the Pacific region, analysing the chemical composition associated with their biological properties. One of the key functions of the GEPSUN biotechnology facility could be to co-ordinate and stimulate these institutions.

- If the idea is adopted, it will undoubtedly be in the interests of the French Polynesian technology hub to join the network of Biological Resource Centres (BRCs) now being formed. This is an OECD initiative to network plant, animal, microbial and human material collections under the name of BRCs. Its goals are to encourage rationalisation of the content of the miscellaneous, scattered collections that now exist, promote quality in these collections, and transform them into a strategic instrument by developing their service activities (storage, supply etc.), so improving the utilisation of their content under scientific cooperation arrangements. Headed by the French Research Ministry, a network of collections is being formed, which the administration intends to institute a kind of "BRC label", with financial aid for BRCs that adopt a "charter" of rules. The rules cover conservation and processing of biological resources, declaration of this activity to the Research Ministry, release of the credits needed for staff and equipment, etc. Linking the French Polynesian initiative to the BRC system would improve quality assurance in the eyes of partners, researchers and manufacturers and also make it possible to obtain public funding. This could even include aid to develop scientific co-operation, since one of the missions of France's



Consultative Committee on Biological Resources set up in February 2001 is to develop links between French BRCs and biotechnology companies.

■ To take this option, the project's legal implications must first be thoroughly assessed. To build a collection, the legal status of the extracts supplied must be established. Bilateral legal relations between supplier organisations and their partners are generally clearly set out in the contract. As a rule, this is an MTA (material transfer agreement), but a service provision contract may be suitable if the partner sub-contracts some research to the supplier organisation. Whatever the type of contract, it sets out the rights and obligations of each party. But it does not determine the question of legal relations between the parties and the country or territory where the specimens were taken. Particular points to clarify are (a) whether the organisation holding the collections owns them or merely manages them, and (b) in either case, who will receive possible benefits. Broadly speaking, there is no reason why these organisations, public or private, aided or not by the authorities, should not fall under the future PIC – in the first place because the authorities must be able to properly assess the ecological impact of their systematic prospecting activities, and in the second place the collections' resources will mostly have been acquired on publicly-owned land, sometimes on the recommendation of local communities or using their information. These communities might oppose utilisation if, in the long run, the use of inventions developed from them may harm their collective interests; this is why the ABS system takes the question of collective interest into account.

## ***RIGHTS OF LOCAL COMMUNITIES AND COLLECTIVE INTEREST***

### **The collective interests in question**

The law on access to biodiversity under the CBD has been designed to meet two goals regarded as intrinsically linked: equitable transactions, and sustainable use of biodiversity. In the long run local communities will oppose bioprospecting unless the system allows for some of the profits from bioprospecting to be allocated to their benefit and to conserving biodiversity. In other words the system has no scientific, technical and political future unless some of the benefits are genuinely reallocated rather than being entirely absorbed by the institutions of the State.

As regards conservation, reallocation can take many forms, from allocation of funds to the institutions responsible for environmental protection to the creation of a trust fund (on the Indian model, for example). What is important is that the ABS rules should explicitly incorporate the principle.

The question with regard to local communities is more complex. Article 8 (j) of the CBD states that

“Each contracting Party shall, as far as possible and as appropriate, (...) subject to national legislation, respect, preserve and maintain knowledge, innovations and practices of indigenous and local communities embodying traditional lifestyles relevant for the conservation and sustainable use of biological diversity and promote their wider application with the approval and involvement of the holders of such knowledge, innovations and practices and ENCOURAGE THE EQUITABLE SHARING OF THE BENEFITS ARISING FROM THE UTILISATION OF SUCH KNOWLEDGE, INNOVATIONS AND PRACTICES.”

This provision acknowledges that, among the inventions based on biological resources, some rely on input from local or indigenous communities. It is therefore logical that these communities should be involved in the system established by the CBD – consent for collecting, sharing the resultant benefits – especially as these communities and their practices are an essential factor in managing sustainable use of biodiversity. On these grounds, some States, in line with the work of international institutions, have planned for indigenous and local communities to participate in the ABS system. The Secretariat of the Pacific Community has recently drawn up a “Regional Framework for the Legal Protection of Traditional Knowledge and Expressions of Cultures in the Pacific Islands”. This document examines the question of protecting and remunerating knowledge. It has done this in response to demand from the region, where people consider that traditional knowledge and cultural expressions are being increasingly exploited and inappropriately marketed (see the paper by Noiville for an examination of this document and its relevance to the French Polynesian situation).

### **Is Polynesia a special case?**

Polynesia has a strong cultural identity, but it is sometimes said that it does not have a marked sense of aboriginality. It is also said that the French institutional architecture prevents recognition of the indigenous communi-

ties' specific rights. This is not the place for an in-depth discussion of these assertions, but two points should be noted:

■ A legal point: whatever the facts about a sense of aboriginality in French Polynesia, the territory has local communities that take part, and will take part, in supplying resources. Given that the CBD puts village communities and indigenous populations on an equal footing (see Article 8-j), the right to "equitable sharing" concerns all local communities. Furthermore, legally, there is nothing to prevent a State that does not recognise the existence of indigenous communities in law from recognising their particular features and allowing them certain benefits.

■ A social and economic point: in Polynesia as elsewhere, villagers or traditional healers are liable to divulge knowledge (of various types and usefulness). This knowledge has, or is likely to have, commercial implications. One way or another, they will make a contribution, if only a passive contribution, to the development of future innovations. Therefore the rights of all – State, prospectors, local and indigenous communities – should be clearly decided. Otherwise, transactions may be seen as unfair or unjust and conflicts of interest may arise.

## Conclusions and recommendations

Defining a policy that will foster utilisation of the potential of French Polynesia's natural substances will mean making choices that are ecologically, economically, socially and culturally sustainable. It is in this spirit that the panel of experts has set about answering the important questions raised in the review specifications. Below we present our conclusions by grouping those questions under three headings.

### **What potential and comparative interest does French Polynesia's biodiversity hold?**

Our examination of its marine and terrestrial resources has shown that French Polynesia has significant biodiversity assets, although the land plant resource is less abundant than in some continental ecosystems, owing to extensive colonisation by continental species. On the other hand, insularity and climatic factors have generated a high rate of endemism and originality.

This leads to the idea that a realistic assessment of these assets in terms of possible utilisation must include not only a scientific evaluation of the resource (the first essential) but also an assessment of French Polynesia's advantages and disadvantages. Among the advantages are the country's image and the typicality of some products; disadvantages include the small area of arable land, high production costs and distance to major markets.

The expert review also highlights the fact that much has yet to be done to improve knowledge of Polynesian biodiversity. For marine organisms this is flagrantly obvious, but even with land plants, which have been fairly well studied taxonomically, precise data on the species' bioecology (population structure, accessibility, infraspecific varieties) are lacking. On these aspects, which are important for utilisation, the expert review provides new information in the species data sheets. This research should be continued.

## Exploited and exploitable natural substances

Our examination of the types of economic utilisation of those natural substances that are currently exploited shows some major features and pin-points lessons that can be transposed to new forms of exploitation of living resources.

■ The first conclusion is that research to characterise species biochemically and pharmacologically should be continued. For plant-based substances this obviously concerns species not yet exploited and for which the experts have identified usefulness and suggested directions for research. *Ilex anomala* is one of the best examples. But it also applies to hitherto unexploited plant parts of species already in use, such as the leaves of *Morinda citrifolia*, only the fruit of which (noni) is marketed as yet.

■ A second set of conclusions concerns markets for French Polynesia's products. Broadly speaking, niche markets predominate; it is they that best match the territory's aptitudes and assets. The quality aspect is therefore extremely important. This is illustrated by the quality management applied to vanilla and monoi, and which it would be advisable to apply to tamanu. With products intended for niche markets, product protection is strategically important. This means establishing their distinctiveness with an identifying quality indication; the monoi DO is a good example of this. It is advisable to consider all existing forms of protection and choose the one best suited to the *product* and the *market*. A key point here is that patenting is not the only way to protect a product, nor always the best.

■ The third set of conclusions concerns product chains. We have seen how different the existing product chains are (copra/coconut oil, noni, monoi and vanilla), due to the nature of their production processes, their markets, and the objectives set for some of them. There is no single product chain structure to refer to for guidance as to how to support the development of new ones. Each case should be examined to consider different possibilities (but within the framework of an overall strategy; we will return to this point). We have also seen that to better understand the factors that led to the success of the noni and monoi industries, it would be advisable to conduct an audit to analyse and assess them. As regards forms of public aid to innovation, we find that although financial incentives are not lacking, a proper system is needed to support innovative projects (e.g. by putting them in contact with potential investors) and young businesses (start-up incuba-

tors). French Polynesia would be well advised to strengthen its links with existing innovation networks in metropolitan France and internationally.

### **Major trends in markets and regulations, R&D orientations by utilisation sector**

Commercial use prospects for natural substances may be either:

- *immediate*, in which case the key factor is the market or markets;
- *deferred*, in which case the first question is to decide what course R&D should take.

It was not part of the experts' mission, nor within their competence, to make a market survey in the technical meaning of the term. However, they have classified the markets for natural substance based products into a few major types:

- Promising markets. At present these are the cosmetics market and "new foods" ("health" foods, food supplements sold with health claims). These are versatile, highly responsive to communication drives, and strictly regulated. For these product chains, it is therefore of vital importance to monitor trends in regulations. Table 6 gives useful guidelines for these promising markets.

- The therapeutic drugs market. This is a very long-term market governed by Draconian regulations. It is also a field in which the research networks are in the hands of specialist firms, and it is far beyond the capacities of French Polynesia to make a really useful place for itself in this system.

- Embryonic markets for biotechnologies based on natural substances. French Polynesia can make a place for itself in this market because it has the necessary initial assets, the main one being its considerable research facilities. However, this will require a sustained R&D effort (see papers by Barbin, Guézennec & Débitus and Weniger particularly on CD-ROM).

### ***A novel option for French Polynesia: bioprospecting and collections***

Having considered all the main aspects of the subject they were asked to examine (French Polynesia's biodiversity assets, existing scientific and technical infrastructure in the territory, market demand), the experts recommend focusing on bioprospecting, building up collections, taking extracts, formatting samples and biological screening of species. This option is both a form

of direct utilisation and a form of deferred utilisation as one essential link in an R&D strategy.

As a whole, the work of the expert group review and its conclusions lead to the following recommendations:

**1** – *Preservation/conservation and utilisation* of biodiversity and its open-ended potential are best seen as *absolutely inseparable*. New practices connected with new product chains can have a feedback effect on the sustainability of those chains themselves. This is the essential import of the Convention on Biodiversity. It is the guiding principle for all major bio-prospecting operations under the Global Environment Fund. It is also a pressing obligation for French Polynesia, where the particularly large number of seriously endangered species is a sign of fragility, and a sign that this issue should be taken more seriously than it has so far.

**2** – Taking this concern into account, the *Bioprospecting and collections* option and the *research* guidelines set out in this review seem to offer French Polynesia a realistic, novel perspective that is cost-effective and has a promising future alongside other, more conventional forms of utilisation, many of whose markets seem to be volatile.

**3** – *In any case*, the rights of French Polynesia and its local communities over their resources should be protected, making sure they receive benefits from commercial utilisation; it is essential to *introduce legal provisions* for applying the ABS principle.

**4** – To guide and back up its utilisation policy, French Polynesia would be well advised to ensure it has the means to *protect its products* (by suitable types of *labelling*), and to keep ahead of trends in markets and relevant regulations (*surveillance of markets and regulations*).

**5** – Most of these natural products are or may be found throughout the South Pacific, and broadly speaking the issues for protection and promotion are the same throughout the region. For these and other reasons (e.g. the need for geographically and demographically small States and territories to join force if they want to make their voices heard on the international scene), it is advisable for French Polynesia to foster a *collaborative approach* with other countries in the region under the Secretariat of the Pacific Community, rather than a strongly competitive approach.





# Annexes



# Callophyllum inophyllum L. (CLUSIACEAE)

## *ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE*

Naturalised tree, sometimes planted, rare to uncommon, localised in coastal forest in calcareous habitats or on basalt, grows equally well in coral sand and in soil.

Pantropical: Tropical Asia, Africa, Melanesia, Polynesia.

## *USES*

### **Sacred plant in Polynesia (SCHULTES and RAFFAUF, 1990)**

Very hard wood, appreciated for fine carpentry, roof structures and canoes.

Medicinal plant. Parts used are the bark, seeds, leaves, resin (latex) and the bitter oil of the seeds. A pigment can be extracted from the fruit for use as an ink for bark cloth designs.

In Java, the seed oil is claimed to have diuretic properties. In Samoa, all parts of the plant are regarded as virulent poisons; it is said that the sap and exudate can blind, or cause death if injected.

### **Uses of latex (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

The latex, obtained by making incisions in the bark, is emetic (causes vomiting) and purgative, and can also be used to treat wounds and ulcers. It can be mixed with strips of bark and leaves for infusions, the oil appearing on the surface being used to treat sore eyes (DRURY, 1873; NADKARNI and NADKARNI, 1999). The resin is said to be responsible for the colour and odour of the oil which may be poisonous: it is said to contain benzoic acid.

### **Uses of bark (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

The bark is astringent (11-19% tannins) and its juice purgative (QUISUMBING, 1951). In Asia it is used to treat orchitis (inflammation of the

testicles) (QUISUMBING, 1951). Combined with lemon juice it may be useful for treating bromidrosis of the armpits, groin or feet.

The bark acts as an antiseptic and disinfectant. Taken internally, the bark is expectorant and is used in the treatment of chronic bronchitis and phtisis.

The bark juice is astringent, purgative, and is given as a decoction to treat internal haemorrhage.

### **Uses of root (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

A decoction of the root is employed to treat ulcers. It is also used for cases of stitch in the side (QUISUMBING, 1951).

### **Uses of leaves (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

Leaves soaked in water turn the water blue and release an odour; this maceration is applied to sore eyes (NADKARNI and NADKARNI, 1999). An infusion of leaves is taken orally against sunburn, in addition to root decoction. In Cambodia, leaves are prescribed as an inhalation for migraine and vertigo, and the oil is used to treat scabies. In the Philippines, a maceration of leaves is used as an astringent for haemorrhoids (QUISUMBING, 1951; NADKARNI and NADKARNI, 1999), and in Indonesia it is used as an eye lotion.

Use of leaves by primitive tribes in Papua New Guinea in treating skin ailments is very ancient: heated leaves are applied to ulcers, cuts, boils, spots and wounds of all kinds.

### **Uses of fruit (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

The fruits are more or less toxic and only the endosperm of unripe fruit can be consumed. In fact the ripe fruit is sufficiently toxic to be used as rat bait (BURKILL, 1994). The seed oil is used to treat psoriasis and rheumatism.

### **Uses of sap (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

The bark resin is used for its wound healing properties.

### **Properties of tamanu oil (according to DWECK and MEADOWS, 2002)**

Up to 60% oil can be extracted from tamanu seeds. Called domba oil, it is used to treat rheumatism, itching and scabies. It is also used to treat gonorrhoea.

In most of South Pacific islands tamanu oil is used as an analgesic (as a rub for rheumatism and sciatica) and to treat ulcers and severe wounds. Injected as a solution in alcohol, it has proven effective against neuritis due to leprosy, shingles, etc.

The oil is especially recommended for all kinds of burns, sunburn, etc.

## CHEMICAL COMPOSITION

Lederer discovered two main compounds, calophyllic acid and a lactone with antibiotic properties, which are probably the reason for the strong wound-healing properties.

The leaves contain friedelin and triterpenes of the friedelin group: canophyllal, canophyllol and canophyllic acid (GOVINDACHARI *et al.*, 1967; CHANDLER and HOOPER, 1979).

The wood and roots contain xanthenes such as mesuaxanthone B, calophyllin B and caloxanthenes A and B (GOVINDACHARI, 1968; AL-JEBOURY and LOCKSLEY, 1971; LINUMA *et al.*, 1994; LINUMA *et al.*, 1995).

Erythrodiol-3-acetate has been isolated from the wood (SAMPATHKUMAR *et al.*, 1970).

Calophyllolide (C<sub>25</sub>H<sub>22</sub>O<sub>5</sub>), a molecule that includes a lactone group and a methoxyl group, has been isolated from nuts (BHALLA *et al.*, 1980). By saponification, this molecule gives calophyllic acid; both these molecules are also derived from coumarin.

4-phenylcoumarins and 4-alkylcoumarins in seeds and leaves (CAVÉ *et al.*, 1972; GAMES, 1972). One particular 4-phenylcoumarin, ponalid, in immature seeds (ADINARAYANA and SESHADRI, 1965; MURTI *et al.*, 1972).

Callophynic acid: seeds (GAUTIER *et al.*, 1972).

Myricetin glucoside: flowers (SUBRAMANIAN and NAIR, 1971; KASIM *et al.*, 1974).

Cyanogenic compounds (NAIR and SUBRAMANIAN, 1964), tannins, saponins (GEDEON and KINEL, 1956), pigments, flavonoids (SUBRAMANIAN and NAIR, 1965, 1971), neoflavonoids and biflavonoids (GOH *et al.*, 1992).

*Coumarins called canalonides have been isolated from another species of the same genus, Calophyllum lanigerum Miq. These are powerful reverse transcriptase inhibitors. The National Cancer Institute in the USA is studying their action on the AIDS virus.*

## **PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES**

### **Vulnerary, wound-healing**

Calophyllolide isolated from the nut is anti-inflammatory and anti-arthritic. The latter property has been shown in tests on rats in which arthritis was induced with formaldehyde (oral LD<sub>50</sub> in rats = 2.5 g/kg) (BHALLA *et al.*, 1980). Also in the rat, ingestion of the substance had no ulcerogenic action up to twice the 50% efficient dose (ED<sub>50</sub> = 140 mg/kg).

Dehydrocycloguanandin, calophyllin-B, jacareubin and 6-deoxyjacareubin depress the central nervous system to varying degrees, causing sedation, reduced motor activity, loss of muscular tonus etc. in the rat. All these xanthenes show anti-inflammatory activity whether administered orally or parenterally. Jacareubin and 6-deoxyjacareubin also show anti-ulcer activity in the rat (GOPALKRISHNAN *et al.*, 1980).

In the rat, calophyllolide isolated from seeds reduces histamine inflammation and tissue swelling induced by carragenan. In combination with inophyllide, it reduces oedema. These compounds are often cited as anti-inflammatories (BHALLA *et al.*, 1980; SAXENA *et al.*, 1982).

Particular coumarins – inophyllums B and P – can be used against HIV-1, inhibiting the virus's reverse transcription (PATIL *et al.*, 1993; KAWAZU *et al.*, 1998; SPINO *et al.*, 1999).

Some pyranocoumarins can be used against cancer (MCKEE *et al.*, 1998; ITOIGAWA *et al.*, 2001).

## **INDUSTRIAL INTEREST**

Patents already exist in the fields of cosmetics (BOUCHER *et al.*, 1999) and medicine, particularly as antiviral agents (JENTA *et al.*, 2000; KASHMAN *et al.*, 2002).

## HOW OBTAINED

Gathered from the wild and cultivated .

■ Shortlisted.

## BIBLIOGRAPHY

ADINARAYANA D., SESHADRI T.R., 1965 – Chemical components of the Indian seeds of *Calophyllum inophyllum*. The structure of a new 4-phenylcoumarin, ponnalide. *Bull. Nat. Inst. Sci. India*, 31: 91.

AL-JEBOURY F. S., LOCKSLEY H.D., 1971 – Xanthenes in the heartwood of *Calophyllum inophyllum*: a geographical survey. *Phytochemistry*, 10: 603.

BHALLA T. N., SAXENA R. C., NIGAM S. K., 1980 – Calaphyllolide – a new non-steroidal anti-inflammatory agent. *Indian Journal of Medical Research*, 72: 762-765.

BOUCHER C., MOUSNY B., SMITS J.-J., 1999 – *Calophyllum* oil extracted at ambient temperature has UV protecting, antiradical, antioxidant, antiaging and therapeutic properties, Patent.

BURKILL H. M., 1994 – *The useful plants of West tropical Africa*. Vol. 2, Royal Botanic Gardens Kew, Kew (UK), 636 p.

CAVÉ A., DEBRAY M., HENRY G., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – The structure of a novel 4-alkylcoumarin isolated from *Calophyllum inophyllum*. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris) – Série C*, 275: 1105.

CHANDLER R. F., HOOPER S. N., 1979 – Friedelin and associated triterpenoids. *Phytochemistry*, 18: 711-724.

DRURY C. H., 1873 – *The useful plants of India with notices of their chief medicinal value in commerce, medicine and the arts*. Higginbotham, Madras (India).

DWECK A. C., MEADOWS T., 2002 – Tamanu (*Callophyllum inophyllum*) - the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science*, 24 (6): 341-348.

GAMES D. E., 1972 – Identification of 4-phenyl and 4-alkylcoumarins in *Mammea americana* L., *Mammea africana* G. Don and *Calophyllum inophyllum* by gas chromatography/mass spectrometry. *Tetrahedron Letters*, 13 (31): 3187-3190.

GAUTIER J., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – Structure of calophynic acid, a novel constituent of [seeds of] *Calophyllum inophyllum*. *Tetrahedron Letters*, 13 (27): 2715-2718.

GEDEON J., KINEL F. A., 1956 – Saponins and sapogenins. 2. *Arch. Pharm. (Weinheim)*, 289: 162.

GOH S. H., JANTAN I., WATERMAN P. G., 1992 – Neoflavonoid and biflavonoid constituents of *Calophyllum inophylloide*. *Journal of Natural Products*, 55 (10): 1415-1420.

GOPALKRISHNAN C., SHANKARANARAYANAN D., NAZIMUDEEN S. K., VISWANATHAN S., KAMESWARAN L., 1980 – Anti-inflammatory and CNS depressant activities of xanthenes from *Calophyllum inophyllum* and *Mesua ferrea*. *Indian Journal of Pharmacy*, 12 (3): 181-191.

GOVINDACHARI T. R., 1968 – Chemical components of the heartwood of *Calophyllum inophyllum*. Part 1. Isolation of mesuaxanthone B and a new xanthone, calophyllin B. *Indian Journal of Chemistry*, 6: 57.

GOVINDACHARI T. R., VISWANATHAN N., PAI B. R., RAO R., SRINIVASAN M., 1967 – Triterpenes of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Tetrahedron*, 23 (4): 1901-10.

IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1994 – Two new xanthenes in the underground part of *Calophyllum inophyllum*. *Heterocycles*, 37: 833-838.

IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1995 – Two xanthenes from roots of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 38 (3): 725-728.

ITOIGAWA M., ITO C., TAN H. T. W., M. KUCHIDE, TOKUDA H., NISHINO H., FURUKAWA H., 2001 – Cancer chemopreventive agents, 4-phenylcoumarins from *Calophyllum inophyllum*. *Cancer Letters*, 169 (1): 15-19.

JENTA T. R., LIN Y. M., XU Z. Q., ANDERSON H., FLAVIN M. T., WILLIAMS M., 2000 – Scalable method for the isolation of anti-HIV agents from the tropical plant *calophyllum*, Patent.



KASHMAN Y., CARDELLINA J. H., SOEJARTO D., BOYD M. R., CRAGG G. M., MCMAHON J. B., FULLER R. W., GUSTAFSON K. R., 2002 – Calanolide and related antiviral compounds, compositions, and uses thereof, Patent N° US2002086898 A1.

KASIM S. M., NEELAKANTAN S., RAMAN P. V., NAIR A. G. R., 1974 – Structure of the myricetin glucoside from the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Current Science*, 43 (15): 476-477.

KAWAZU K., NITODA T., KANZAKI H., 1998 – An analytical method of inophyllums A, B, C, D, E, and P, anti-HIV constituents of *Calophyllum inophyllum* by HPLC. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University*, (87): 13-16.

MCKEE T. C., COVINGTON C. D., FULLER R. W., BOKESCH H. R., YOUNG S., CARDELLINA J. H., KADUSHIN M. R., SOEJARTO D., STEVENS P. F., CRAGG G. M., BOYD M. R., 1998 – Pyranocoumarins from tropical species of the genus *Calophyllum*: a chemotaxonomic study of extracts in the National Cancer Institute collection. *Journal of Natural Products*, 61 (10): 1252-1256.

MURTI V. V. S., KUMAR P. S. S., SESHADRI T. R., SAMPATH KUMAR P. S., 1972 – Structure of ponnalide. *Indian Journal of Chemistry*, 10 (3): 255-257.

NADKARNI K. M., NADKARNI A. K., 1999 – *Indian Materia Medica with Ayurvedic, Unani-Tibbi, Siddha, allopathic, homeopathic, naturopathic and home remedies*. Vol. 2/, Popular Prakashan Private Ltd., Bombay (India).

NAIR A. G. R., SUBRAMANIAN S. S., 1964 – Eucocyanidin from the seed coat of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Current Science*, 33: 336-337.

PATIL A. D., FREYER A. J., EGGLESTON D. S., HALTIWANGER R. C., BEAN M. F., TAYLOR P. B., CARANFA M. J., BREEN A. L., BARTUS H. R., JOHNSON R. K., *et al.*, 1993 – The inophyllums, novel inhibitors of HIV-1 reverse transcriptase isolated from the Malaysian tree, *Calophyllum inophyllum* Linn. *Journal of medicinal chemistry*, 36 (26): 4131-4138.

QUISUMBING E., 1951 – *Medicinal Plants of the Philippines*. Manila, Philippine Islands, Manila Bureau of Printing, Technical Bulletin 16, 1234 p.

SAMPATHKUMAR P. S., MURTI V. V. S., SESHADRI T. R., 1970 – Occurrence of erythrodiol-3-acetate in the sapwood of *Calophyllum inophyllum*. *Indian Journal of Chemistry*, 8: 105.

SAXENA R.C., NATH R., PALIT, NIGAM S.K., BHARGAVA K.P., 1982 – Effect of calophyllolide, a nonsteroidal anti-inflammatory agent, on capillary permeability. *Planta Medica*, 44 (4): 246-248.

SCHULTES R. E., RAFFAUF R. F., 1990 – *The Healing Forest - Medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. Dioscorides Press, Portland, Oregon (USA), 484 p.

SPINO C., DODIER M., SOTHEESWARAN S., 1999 – Anti-HIV coumarins from *calophyllum* seed oil. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 8 (24): 3475-3478.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1965 – Flavonoids of the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Bull. Natl. Inst. Sci. India*, 31: 39.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1971 – Myricetin-7-glucoside from the andracium of the flower of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 10: 1679-1680.

**Author: F. DEMARNE**

# Gardenia taitensis DC. (RUBIACEAE)

## IUCN STATUS

Cultivated in French Polynesia. No IUCN status.

## ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE

Bush to small tree; widespread in all South Pacific islands; no accessibility problem owing to its status.

## USES

Perfumery, cosmetics.

The sap is reported to be used in traditional medicine (WILKINSON and ELEVITCH, 2000).

## CHEMICAL COMPOSITION

The main oxygenated compounds in concrete of *Gardenia taitensis* are as follows: linalol (4.4%), methyl salicylate (2.5%), (Z)-3-hexenyl benzoate (2.2%), dihydroconiferyl alcohol (1.1%), (Z)-3-hexenyl salicylate (0.7%), benzyl benzoate (6.2%), dihydroconiferyl acetate (12.2%), 2-phenylethyl benzoate (6.2%), benzyl salicylate (2.5%), geranyl benzoate (2.1%) and 2-phenylethyl salicylate (2.2%). The identification of many dihydroconiferyl esters seems to be unique to this species (CLAUDE-LAFONTAINE *et al.*, 1992).

Triterpenoids (DAVIES *et al.*, 1992).

## PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES

Non-toxic (PÉTARD, 1986).

### *INDUSTRIAL INTEREST*

Perfumery.

### *HOW OBTAINED*

Gathered from the wild; small garden plantations; hedges.

|| *Shortlisted.*

### *BIBLIOGRAPHY*

CLAUDE-LAFONTAINE A., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J. P., SCHIPPA C., AZZARO M., CAMBON A., 1992 – Volatile Constituents of the Flower Concrete of *Gardenia taitensis* DC. *Journal of Essential Oil Research*, 4 (4): 335-343.

DAVIES N. W., MILLER J. M., NAIDU R., SOTHEESWARAN S., 1992 – Triterpenoids in bud exudates of Fijian *Gardenia* species. *Phytochemistry*, 31 (1): 159-162.

PÉTARD P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

WILKINSON K. M., ELEVITCH C. R., 2000 – *Nontimber Forest Products for Pacific Islands. An introductory guide for producers.* 30 p.

**Author: F. DEMARNE**

# *Ilex anomala* Hook. & Arnott [AQUIFOLIACEAE]

## SYNONYMS

*Ilex marquensensis* F. Br.

*Ilex taitensis* (A. Gray) J. W. Moore

## IUCN STATUS

Not endangered.

## ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE

Indigenous tree characteristic of valleys and ridges in upland cloud forest.

Geographical distribution: Marquesas, Society and Hawaii.

## USES

Traditionally chewed by Tahitians to combat fatigue (comparable to yerba mate, *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.).

## CHEMICAL COMPOSITION

Little known: old research.

The research can be compared to that on *Ilex paraguariensis* from which South America's famous yerba mate is made (there are numerous studies on this plant).

Caffeine: 4% (dry product).

Essential oil.

Tannin.

Gum resin.

## *PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES*

### **Pharmacological properties**

Caffeine acts on the central nervous and cardiovascular systems.

■ Central nervous system: caffeine is a cortical stimulant that maintains the awakened state, facilitates ideation and reduces fatigue. High doses may induce nervousness, trembling and insomnia. It stimulates the bulbar respiratory centre and increases the sensitivity of this centre to the action of carbon dioxide.

■ Cardiovascular system: caffeine has a positive inotropic action, causes tachycardia, increased cardiac flow and slight peripheral vasodilation. It is mildly diuretic.

### **Toxicology**

No research to my knowledge.

## *INDUSTRIAL INTEREST*

### **In the medical field**

Listed in the pharmacopoeia as a medicinal plant owing to its stimulant properties, as are other caffeine drugs such as coffee, tea, cola, guarana and yerba mate.

Listed in the *Cahier de l'agence n° 3* with indications 47, 83, 85, 86, 151, oral administration; 30, 86, local application.

“Traditionally used”:

- 47: for mild diarrhoea
- 83: for occasional fatigue
- 85: to facilitate weight loss in addition to dietary measures
- 151: to promote renal elimination of water
- 30: applied locally, to sooth and calm itching from skin ailments, grazed, cracked or chapped skin and insect bites and stings.
- 86: applied locally, to facilitate weight loss in addition to dietary measures.

## Food industry

Owing to its caffeine content, could be used in stimulant drinks (as per Coca-Cola, guarana, tea) or “energy” drinks.

## REGULATORY RESTRICTIONS

To comply with French legislation, stimulant drinks and energy drinks must not contain more than 150 mg/l of caffeine (legislation is not harmonised within the European Union; some countries accept up to 300 mg/l).

**Comment.** Caffeine is among the drugs on the list of those banned for sports (decree of 7.10.94). Urine tests are considered positive if they reveal concentrations higher than 12 mm/l.

## PRODUCTION PROTOCOL

How obtained: gathered from the wild

Quality control.

It would seem fairly easy to develop quality control for *Ilex anomala* using techniques and protocols employed for other caffeine drugs (monographs of the *European Pharmacopoeia* and *French Pharmacopoeia*).

|| *Shortlisted.*

## ORIENTATIONS

The toxicological test results are encouraging, but much work remains to be done to reach production stage.

## BIBLIOGRAPHY

AGENCE DU MÉDICAMENT, 1997 – *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les cahiers de l’agence n° 3, 81 p.

**Author: I. FOURASTÉ**

## Morinda citrifolia L. (RUBIACEAE)

### *ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE*

Bush to small tree, naturalised.

Abundant and widespread. Open coastal vegetation and low-altitude mesic habitats on all rock types.

Geographical distribution: Austral, Gambier, Marquesas, Society and Tuamotu islands.

### *USES*

#### **Fruit**

Gingivitis

Tuberculosis

Antihelminthic (humans and animals)

Purgative

More or less regular consumption as food; on certain islands eaten only in case of famine.

#### **Flowers**

Eye problems.

#### **Leaves**

Treatment of tinea, boils

Rheumatism and rheumatic pain

Inflammatory ailments (external application)

Chills and facial neuralgia (external application)

Chills on the chest, coughs (external application)



Inflammation in the mouth (by chewing)

Treatment of internal bleeding, swelling and liver ailments (external application)

Treatment of ulcers

Treatment of gout

More or less regular consumption as food.

### **Bark**

Astringent in treatment of malaria.

### **Root**

Treatment of high blood pressure.

## **CHEMICAL COMPOSITION**

### **Leaf**

Diterpenes: E-phytol.

Triterpenes: cycloartenol.

Steroids: stigmasta-4-en-3-one, stigmasta-4-22-dien-3-one,  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, campesta-5,7,22-trien-3 $\beta$ -ol.

Iridoids: citrifolinin A, citrifolinin A-1, citrifolinoside.

### **Fruit**

Iridoids: asperulosidic acid, 6-O-( $\beta$ -D-glucopyranosyl)-1-O-octanoyl- $\beta$ -D-glucopyranose, aucubin.

Free and bound fatty acids (trisaccharides).

Avonoids: rutin.

Coumarins: scopoletin.

Activity has been attributed to xeronine and prexeronine, but these compounds have never been identified. In the present state of research it seems highly unlikely that they exist.

**Root**

Anthraquinones: damnacanthal, morindone, rubiadin, rubiadin methyl ether, anthraquinone glucoside, methoxy-formyl-hydroxyanthraquinone.

**PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES****Leaf**

Active against tuberculosis *in vitro* (lipophilic compounds).

Inhibits UVB-induced activator protein-1 (iridoids).

Cox-1 inhibitor (weak).

Nematicidal activity.

**Fruit**

Inhibition of AP-1 transactivation and cellular transformation in tumorigenesis (iridoids).

Anti-inflammatory activity by inhibition of Cox-1 (weak) and Cox-2 (strong).

Anti-cancer activity on implanted Lewis lung carcinoma in mice (*via* stimulation of immune system, by IP injection), reduced by administration of immunosuppressors.

No cytotoxicity on KB or LLC cells *in vitro*.

Stimulates mediator production (TNF- $\alpha$ , interferon- $\gamma$ , interleukins, nitric oxide).

Prevents DMBA adduct formation on DNA *in vitro* probably by antioxidant activity, breast cancer in mice. This action is produced in the first stages of cancerogenesis.

Antibacterial activity (weak) on various strains.

Hepato-protective activity after CC14 intoxication in the rat.

**Root**

Cox-1 inhibition (strong).

Inhibition of tyrosine-kinase, increased fragmentation of UV-irradiated DNA and resulting apoptosis (damnacanthal).

Antiviral activity (on HIV).

Hypotensive.

## Stem

Antimalarial activity *in vitro*.

## Pharmacokinetics

Study conducted on the rat, using scopoletin to trace absorption of the juice. As this is probably not a significant active principle the study is of virtually no interest.

## Clinical research

A Phase I study in treatment of neoplasms and metastasised neoplasms is in preparation at the University of Hawaii, organised by the National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM).

Capsules of 500 mg of dry juice extract are being used. The main aims are to discover the maximum tolerated dose, define the toxicity and gather preliminary data on efficacy.

A clinical study on smokers, with placebo (38 and 30 cases), was conducted to study the antioxidant effects of morinda juice on the antioxidant capacity of plasma (superoxide radicals and peroxide lipids).

Absorption of morinda juice considerably increases the antioxidant capacity of plasma.

A placebo-controlled study on high blood pressure has apparently been conducted at the Mount Sinai School of Medicine. The results are reported to be positive, but we have no account of the study and the conclusions are hazardous in view of the small number of patients involved (9).

## INDUSTRIAL INTEREST

### Fruit

Marketed on a large scale as a food supplement, mainly in the United States, in the form of pasteurised fruit juice but also dried juice or dry extract.

## *POTENTIAL UTILISATION*

Fruit production should continue, especially with the opening of the European market. Marketing as an antioxidant drink or food should be developed.

The therapeutic aspect, depending on ongoing research, seems less certain, for regulatory reasons and scientific reasons. Almost all the observed effects can be linked to the product's antioxidant or immuno-stimulant properties. These are non-specific biological properties and not specific therapeutic properties.

## *REGULATORY RESTRICTIONS*

The European Commission's Scientific Committee on Food (SCF) authorised marketing of one product, Tahitian noni juice by Morinda Inc., in December 2002.

This authorisation was granted after submission of a mainly toxicological report and justifies the conclusion that the product is non-toxic.

This first authorisation should pave the way for further authorisations using the simplified "substantial equivalence" procedure.

The company US Neways International applied for a marketing authorisation for noni juice in Great Britain in 2003.

### **Patents relating to morinda**

We have identified 63 patents at least partly relating to morinda. They cover all fields: manufacturing, formulation, biological activity, cosmetology, human and animal nutrition, etc.

Most of the patents originated in the United States, Japan or China. The great majority were filed in 2000 and 2001.

A full analysis of their technical and legal validity would be required before any work is undertaken to develop this product.

A study of patents filed for morinda would also be useful with a view to long-term utilisation.

*Morinda citrifolia is not covered by regulations on plant-based medicinal products. However, the Netherlands having accepted a food supplement based on morinda, it would seem possible to introduce the product into this category.*

## PRODUCTION PROTOCOL

How obtained: gathered from the wild. Cultivation trials.

|| Shortlisted.

## BIBLIOGRAPHY

AALBERSBERG W. G. L., HUSSEIN S., SOTHEESWARAN S., PARKINSON S., 1993 – Carotenoids in the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2 (1): 51-54.

ANCOLIO C., AZAS N., MAHIOU V., OLLIVIER E., DI GIORGIO C., KEITA A., TIMON DAVID P., BALANSARD G., 2002 – Antimalarial activity of extracts and alkaloids isolated from six plants used in traditional medicine in Mali and Sao Tome. *Phytotherapy Research*, 16 (7): 646-649.

BRENDLER T., GRUENWALD J., JAENICKE C., 2001 – *Herb-CD<sub>4</sub> Herbal remedies*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart, Germany.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 2003 – Décision de la Commission du 5 juin 2003 relative à l'autorisation de mise sur le marché de "jus de noni" (jus du fruit de *Morinda citrifolia* L.) en tant que nouvel ingrédient alimentaire, en application du règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil (2003/426/CE). *Journal officiel* n° L 144 du 12 juin 2003.

DAULATABAD C. D., MULLA G. M., MIRAJKAR A. M., 1989 – Ricinoleic acid in *Morinda citrifolia* seed oil. *Journal of the Oil Technologists' Association of India*, 21 (2): 26-27.

DITTMAR A., 1993 – *Morinda citrifolia* L.- Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1 (3): 77-92.

DIXON A. R., McMILLEN H., ETKIN N. L., 1999 – Ferment This: The Transformation of Noni, a Traditional Polynesian Medicine (*Morinda Citrifolia*, Rubiaceae). *Economic Botany*, 53 (1): 51-68.

EUROPEAN COMMISSION, HEALTH AND CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, DIRECTORATE C – *Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni<sup>®</sup> Juice (expressed on 4 December 2002)*. Scientific Committee on Food, SCF/CS/NF/DOS/18 ADD 2 Final, 11 December 2002.

FARINE J. P., LEGAL L., MORETEAU B., LE QUERE J. L., 1996 – Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. *Phytochemistry*, 41 (2): 433-438.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., 1999 - An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with antitumour activity. *Phytotherapy Research*, 13(5): 380-387.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., CHOU S. C., HOKAMA Y., 1994 – Anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngeneic mice. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 37: 145-6.

HIWASA T., ARASE Y., CHEN Z., KITA K., UMEZAWA K., ITO H., SUZUKI N., 1999 – Stimulation of ultraviolet-induced apoptosis of human fibroblast UVR-1 cells by tyrosine kinase inhibitors. *FEBS Letters*, 444 (2-3): 173-176.

INOUE K., NAYESHIRO H., INOUYET H., ZENK M., 1981 – Anthraquinones in cell suspension cultures of *Morinda citrifolia*. *Phytochemistry*, 20 (7): 1693-1700.

LEACH A. J., LEACH D. N., LEACH G. J., 1988 – Antibacterial activity of some medicinal plants of Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, 14 (1): 1-7.

LEVAND O., LARSON H. O., 1979 – Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 36 (2): 186-187.

LI R.W., MYERS S.P., LEACH D.N., LIN G.D., LEACH G., 2003 – A cross-cultural study: anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 85 (1): 25-32.

LI Y. F., GONG Z. H., YANG M., ZHAO Y. M., LUO Z. P., 2003 – Inhibition of the oligosaccharides extracted from *Morinda officinalis*, a Chinese traditional herbal medicine, on the corticosterone induced apoptosis in PC12 cells. *Life Science*, 72 (8): 933-942.

LIU G., BODE A., MA W.Y., SANG S., HO C.T., DONG Z., 2001 – Two novel glycosides from the fruits of *Morinda citrifolia* (noni) inhibit AP-1 transactivation and cell transformation in the mouse epidermal JB6 cell line. *Cancer Research*, 61 (15): 5749-5756.

MACKEEN M.M., ALI A.M., ABDULLAH M.A., NASIR R.M., MAT N.B., RAZAK A.R., KAWAZU K., 1997 – Antinematodal activity of some Malaysian plant extracts against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Pesticide Science*, 51 (2): 165-170.

MALA S., SINGH J., SRIVASTAVA M., 1993 – A new anthraquinone glycoside from *Morinda citrifolia*. *International Journal of Pharmacognosy*, 31 (3): 182-184.

MANSOR P., 1988 – Traditional salad vegetables of Malaysia. *Teknologi Sayur Sayuran*, 4: 1-5.

MCCLATCHEY W., 2002 – From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integrative Cancer Therapies*, 1 (2): 110-120.

MCKOY M.L., THOMAS E.A., SIMON O.R., 2002 – Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 45: 76-78.

MORÓN RODRIGUEZ F.J., MORÓN PINEDO D., 2004 – Mito y realidad de *Morinda citrifolia* L. (noni). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9 (3).

MUELLER B.A., SCOTT M.K., SOWINSKI K.M., PRAG K.A., 2000 – Noni juice (*Morinda citrifolia*): hidden potential for hyperkalemia? *American journal of kidney diseases: the official journal of the National Kidney Foundation*, 35 (2): 310-312.

RUSIA K., SRIVASTAVA S.K., 1989 – A new anthraquinone from the roots of *Morinda citrifolia* Linn. *Current Science*, 58 (5): 249.

SALUDES J.P., GARSON M.J., FRANZBLAU S.G., AGUINALDO A.M., 2002 – Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae). *Phytotherapy Research*, 16 (7): 683-685.

SANG S., HE K., LIU G., ZHU N., CHENG X., WANG M., ZHENG Q., DONG Z., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – A new unusual iridoid with inhibition of activator protein-1 (AP-1) from the leaves of *Morinda citrifolia* L. *Organic Letters*, 3 (9): 1307-1309.

SANG S., LIU G., HE K., ZHU N., DONG Z., ZHENG Q., ROSEN R.T., HO C.T., 2003 – New unusual iridoids from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.) show inhibitory effect on ultraviolet B-induced transcriptional activator protein-1 (AP-1) activity. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 11 (12): 2499-2502.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Flavonol glycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (9): 4478-4481.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Natural Products*, 64 (6): 799-800.

SANG S.M., HE K., LIU G.M., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., ZHENG Q.Y., DONG Z.G., GHAI G.T., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Citrifolinin A, a new unusual iridoid with inhibition of Activator Protein-1 (AP-1) from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.). *Tetrahedron Letters*, 42 (10): 1823-1825.

VICKERS A., 2002 – Botanical medicines for the treatment of cancer: Rationale, overview of current data, and methodological considerations for phase I and II trials. *Cancer Investigation*, 20 (7-8): 1069-1079.

WANG M., KIKUZAKI H., CSISZAR K., BOYD C.D., MAUNAKEA A., FONG S.F.T., GHAI G., ROSEN R.T., NAKATANI N., HO C., 1999 – Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (12): 4880-4882.

WANG M., KIKUZAKI H., JIN Y., NAKATANI N., ZHU N., CSISZAR K., BOYD C., ROSEN R.T., GHAI G., HO C.T., 2000 – Novel glycosides from noni (*Morinda citrifolia*). *Journal of Natural Products*, 63 (8): 1182-1183.

WANG M.Y., SU C., 2001 – Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 952: 161-168.

WANG M.Y., WEST B.J., JENSEN C.J., NOWICKI D., SU C., PALU A.K., ANDERSON G., 2002 – *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23 (12): 1127-1141.

YAMAGUCHI S., OHNISHI J., SOGAWA M., MARU I., OHTA Y., TSUKADA Y., 2002 – Inhibition of angiotensin I converting enzyme by noni (*Morinda citrifolia*) juice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 49 (9): 624-627.

YOUNOS C., ROLLAND A., FLEURENTIN J., LANHERS, M. C., MISSLIN, R., MORTIER, F., 1990 – Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 56 (5): 430-434.

**Author: Y. BARBIN**



# Piper methysticum G. Forst. [PIPERACEAE]

## SYNONYM

*Piper wichmanni* C. DC.

Other, older synonyms (LEBOT and CABALION, 1986).

## IUCN STATUS

Cultivated or naturalised, no IUCN status.

## ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE

Varieties in French Polynesia:

- 14 varieties formerly known in Tahiti but already virtually extinct at the time (CUZENT, 1983 [1860]).
- 19 cultivars still used in the Marquesas in 1935 (BROWN, 1935).

## USES

Ritual and medicinal uses, traditionally consumed as a drink (LEBOT and CABALION, 1986; LEBOT *et al.*, 1992).

Neo-traditional consumption in New Caledonia and in urban areas of Vanuatu (ANDRÉ, 1999; CHANTERAUD, 1994, 1999, 2001).

## CHEMICAL COMPOSITION

French Polynesia:

- 4 cultivars studied by LEBOT and LEVESQUE (1989).
- Studies by Isabelle Lechat-Vahirua in Papeete (Malardé Institute).

## *PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES*

### **Main use**

Anxiolytic based on kava extract (synergy between the active principles, kavalactones or kavapyrones, which justifies use of natural extracts), or D,L-kavain (no synergy in this case).

### **Main reproach**

Kava is said to entail a risk of hepatic toxicity.

Possible causes would be:

- the presence of pipermethysticine (hepatotoxic *in vitro*) in medicines made from batches of stem peelings imported from the Fiji islands;
- absence or much reduced levels in kava extracts made using alcohol or acetone of the glutathione present in the traditional drink (in which it is thought to have a protective role due to its antioxidant effects and the combination of p-OH-kavaquinones formed during metabolism);
- hepatic defences of vulnerable or weakened patients can be overcome (same reasons as above and/or idiosyncratic reasons due to condition of liver or cytochromes);
- recent research on this subject in New Caledonia and Futuna funded by Secretariat of State for overseas territories (CABALION *et al.*, 2003; WARTER, 2003).

## *INDUSTRIAL INTEREST*

Production of kava extracts for use as anxiolytic.

### **Patents**

L'Oréal: cosmetic uses of kava.

Pernod-Ricard: value of kava in alcohol withdrawal programmes.

## *REGULATORY RESTRICTIONS*

In French Polynesia: decree of 1927 forbade the cultivation, preparation, possession, circulation, consumption, donation, trade or sale of Kava in the

Marquesas. This was repealed by a decree of the Council of Ministers in 2001 (662 CM of 16 May) on the initiative of the Rural Development Department (SDR).

Pharmacopoeias of industrialised countries: pharmaceutical use banned in 2002 in many industrialised countries (Germany, France, Japan, etc.) but still authorised in the United States. Completely banned in some countries, e.g. Canada.

Changes under way: recent lifting of the ban on food uses of kava (Welsh parliament, 2003).

No ban on traditional or neo-traditional consumption (except in Marquesas, see above-mentioned decree).

#### ***Comments by Mrs FOURASTÉ***

*Two health policy decisions have been taken in France:*

*a) Official Journal of the French Republic, 12 January 2002: Decision of 8 January 2002 on suspension of marketing and supply, free of charge or for payment, and use of kava (kava-kava, Piper methysticum) and products containing kava for therapeutic purposes, in all forms, except homeopathic medicines at dilutions equal to or greater than the fifth Hahneman centesimal.*

*b) Official Journal of the French Republic: Decision of 13 March 2003 on prohibition of the marketing and supply, free of charge or for payment, and use of kava (kava-kava, Piper methysticum) and products containing kava for therapeutic purposes, in all forms, except homeopathic medicines at dilutions equal to or greater than the fifth Hahneman centesimal.*

*These two decisions were taken following the evaluation by the European pharmacovigilance group of an unfavourable risk-benefit relation. Analogous decisions were taken in Spain, Portugal, Ireland, Germany, the United Kingdom, Canada and Australia. In the USA the FDA has not so far taken any restrictive measures on this plant, but has informed consumers of the risks entailed.*

*As a result, the use of kava as a medicinal product or food supplement seems to be compromised for many years to come.*

*Under these conditions it does not seem reasonable to encourage kava production for any other use than a CONVIVIAL LOCAL BEVERAGE.*

## *PRODUCTION PROTOCOL*

Propagation only by cuttings.

## *ORIENTATIONS*

Kava is currently of interest mainly for two uses: in pharmacy as a natural anxiolytic, and in the food industry as a convivial beverage in the Pacific.

After the discovery of cases of hepatic toxicity attributed to kava in Germany and Switzerland, many studies were conducted to learn more about the question and the possible causes of the problems. Lobbying in Brussels by Pacific countries also enabled a group of expert consultants to give an opinion in favour of the use of the plant (GRUENWALD *et al.*, 2003). The ban on kava in 2001 and the following years may have been at least partly or indirectly the result of lobbying against it, but was also an application of the precautionary principle.

No case of fulminating hepatitis has been found in the Pacific and it is reasonable to think that the traditionally made drink is not under threat and will retain its market in the Pacific and perhaps elsewhere. As regards the pharmaceutical market, further research is needed (e.g. role of glutathion, perhaps role of selenium, p-OH-kavaquinones, exploration of hepatic cytochromes linked to metabolism of kava ) to establish a new risk-benefit report on kava in pharmacy (WARTER, 2003), or more generally in health, including the effects of use as food (CABALION *et al.*, 2003). Doses could be revised upwards.

**Conclusion.** It seems wise to advise French Polynesia not to abandon its agronomic and chemical research into local varieties of kava, to produce an original, high-quality raw material for the local convivial beverage market, the American market (which is still open) and prepare for kava's likely return to the pharmaceuticals market [perhaps in different forms from those currently known, and which remain to be described (CABALION *et al.*, 2003; WARTER, 2003)].

|| *Shortlisted.*

## *BIBLIOGRAPHY*

ANDRÉ M., 1999 – *Le phénomène Kava en Nouvelle-Calédonie*. Maîtrise de sciences sanitaires et sociales, faculté de médecine de Brest, 100 p.

BROWN F.B.H., 1935 – Flora of South Eastern Polynesia. III. Dicotyledons. Bernice P. *Bishop Museum Bulletin*, 130: 1-386.

CABALION P., BARGUIL Y., DUHET D., MANDEAU A., WARTER S., RUSSMANN S., TARBAN F., DALDRUP TH., 2003 – « Kava in modern therapeutic uses: to a better evaluation of the benefit/risk relation. Researches in New Caledonia and in Futuna ». 5<sup>th</sup> European Symposium of Ethnopharmacology, Valencia, Spain, 8<sup>th</sup>-10<sup>th</sup> May 2003.

CABALION P., LAROCHE S., EDO L. – Enquêtes auprès des consommateurs de kava en Nouvelle-Calédonie (données non publiées).

CHANTERAUD A., 1994 – *L'émergence du kava en Nouvelle-Calédonie : du fait social au phénomène culturel*. DEA d'Anthropologie Temps, Espace et Sociétés dans le Pacifique insulaire, Université française du Pacifique, 1114 p.

CHANTERAUD A., 1999 – *La saga du kava du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie, essai de géographie culturelle*. Doctorat en géographie culturelle, université de Paris IV-Sorbonne, 331 p.

CHANTERAUD A., 2001 – *La saga du kava, du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie*. CRET & DyMSET (U. Bordeaux 3, CNRS), coll. Îles et archipels n° 29, 288 p.

CUZENT G., 1983 [1860] – *Archipel de Tahiti ; recherches sur les productions végétales*. Édition revue, augmentée et illustrée, Eds Haere po no Tahiti, 208 p.

GRUENWALD J., MUELLER C., SKRABAL S., 2003 – In-depth Investigation into EU Member States Market Restrictions on Kava Products.

LEBOT V., CABALION P., 1986 – Les kavas du Vanuatu, *Piper methysticum* Forst. *Travaux & Documents de l'Orstom*, 205: 234.

LEBOT V., LEVESQUE J., 1989 – The origin and distribution of Kava (*Piper methysticum* Forster, Piperaceae): a phytochemical approach. *Allertonia*, 5: 223-280

LEBOT V., MERLIN M., LINDSTROM L., 1992 – *Kava, the Pacific Drug*. Yale Univ. Press, New Haven & London, 255 p.

WARTER S., 2003 – *Étude de populations exposées au kava en Nouvelle-Calédonie et à Futuna ; contribution à la connaissance de la toxicité du kava*. Thèse d'exercice Médecine générale, université de Strasbourg I, 267 p.

**Author: P. Cabalion**

**Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti)**  
**Santalum insulare var. marchionense (Skotts.)**  
**Skotts. (Marquises)**  
**Santalum insulare var. margaretae (F. Br.)**  
**Skotts. (Rapa)**  
**Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore)**  
**Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea)**  
**Santalum insulare var. raivavense F. Br.**  
**(Raivavae, Australes)**

These varieties represent the polymorphism of this species in French Polynesia. J.-F. Butaud (Rural Development Department (SDR), Tahiti) is currently preparing a thesis on the distribution and taxonomy of the complex in French Polynesia.

### *IUCN STATUS*

Critically endangered to vulnerable.

### *ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE*

All varieties other than those in the Marquesas are relicts, their statuses ranging from CR to VU. In the Marquesas, there are locally fairly large populations which are varyingly accessible and available, at least for a preliminary chemical study.

These varieties occupy open areas on ridges and crests at medium to high altitudes.

## USES

Massage: sandalwood powder in coconut oil.

### Other species in the same genus

■ *Santalum spicatum*:

seeds as food (Australia).

■ *Santalum album*:

inflammation of urinary system (Kom E), sunstroke, abdominal pain.

## CHEMICAL COMPOSITION

For all varieties: essential oil in the wood,  $\alpha$ - and  $\beta$ -santalol (60%).

*Var. marchionense*: sesquiterpenes,  $\alpha$ - and  $\beta$ -santalol.

### Other species of *Santalum*

■ *Santalum spicatum*:

Fatty oil (grain): ximenynic acid (# 50%), oleic acid, stearic acid, linolenic acid.

■ *Santalum album*:

Essential oil (3 to 5% in the wood):  $\alpha$ -santalol (50%) and  $\beta$ -santalol (20%), epi- $\beta$ -santalol,  $\alpha$ -bergamotol,  $\alpha$ -bergamotal.

## PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES

### Other species of *Santalum*

■ *Santalum acuminatum*:

inhibition of 5-hydroxytryptamine release by platelets.

■ *Santalum album*:

the essential oil is thought to act on the cardiovascular system.

### *INDUSTRIAL INTEREST*

Essential oil of all varieties of *Santalum insulare* is reported as an acceptable substitute for essential oil of white sandalwood.

### *POTENTIAL UTILISATION*

Essential oil of South Asian white sandalwood is becoming scarce on the international market for policy reasons (India has restricted production and exports) and crop health reasons (spike disease). Although no other sandalwood oil can be a direct substitute (e.g. Australian or New Caledonian), there is an undeniable possibility of introducing this oil into the market in new formulae.

A long-term study of Polynesian sandalwood is under way (UPF/SDR/CIRAD).

Points studied:

- Propagation from seed
- Inventory of populations
- Chemical and genetic studies in the Marquesas.

Points currently being studied:

- Chemical and genetic studies.

Points still to be studied:

- Vegetative propagation
- Determine composition of essential oil
- Cultivation methods
- Progeny studies
- Acceptability to users (substitution, new raw material, etc.).

This is a long-term research and utilisation programme that will require several decades of sustained effort, but the potential outlets would doubtless be stable ones, unaffected by fashion fads.

Because of the length of this programme, the main focus will have to be on biotechnology, particularly for propagation.



*It is also advisable to consider why production is falling in India. This is a species that prefers poor soils, and its growth might rapidly slow down in these environments (Geneviève Michon, IRD ecologist, personal communication).*

## REGULATORY RESTRICTIONS

Check for the absence of allergenic molecules listed in the 7<sup>th</sup> amendment to the European Directive on cosmetic products.

▮ *There is no place for sandalwood either as a medicine or a food additive.*

## PRODUCTION PROTOCOL

### How obtained

Distillation of essential oil in French Polynesia.

### Marketing method

Sales to aromatic raw materials manufacturers working with perfume industry.

### Quality control

Have the quality of the essential oil recognised by a specific AFNOR/ISO standard.

▮ *Shortlisted.*

## BIBLIOGRAPHY

ALPHA T., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.P., FAURE R., CAMBON A., JONCHERAY L., 1996 –  $\alpha$ -santaladiol and  $\beta$ -santaladiol, two santalane sesquiterpenes from *Santalum insulare*. *Phytochemistry*, 41 (3): 829-831.

BANERJEE S., ECAVADE A., RAO A.R., 1993 – Modulatory influence of sandalwood oil on mouse hepatic glutathione S-transferase activity and acid soluble sulphhydryl level. *Cancer Letters*, 68 (2-3): 105-9.

BENENCIA F., COURREGES M.C., 1999 – Antiviral activity of sandalwood oil against herpes simplex viruses-1 and -2. *Phytomedicine*, 6 (2): 119-123.

BIANCHINI J.-P., BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., VERHAEGEN D., BARON V., 2003 – *Caractérisation du santal des Marquises*. Projet de recherche du ministère de l'Outre-Mer, UPF-SDR-Cirad.

BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., CARDI C., NASI R., TASSIN J., VERHAEGEN D., 2002 – « Molecular and morphometric diversity in *Santalum insulare* and *Santalum austrocaledonicum*. Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». In: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 a – « Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». In: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 b – « Conservation et valorisation de la biodiversité des santals de Polynésie française par l'étude de leurs métabolites secondaires ». In: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., TETUANUI W., 2002 – « Le santal en Polynésie française ». In: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2002 – « Marquesas Islands sandalwood concrete and biodiversity conservation of a forest species ». 33<sup>rd</sup> International Symposium on Essential Oils, 4-7 September 2002, Lisboa, Portugal.

BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2003 – A new chemotype of Sandalwood (*Santalum insulare* Bertero ex A. DC.) from Marquesas Islands. *Journal of Essential Oil Research*, 15 (5): 323-326.

JONES G. P., BIRKETT A., SANIGORSKI A., SINCLAIR A. J., HOOPER P. T., WATSON T., RIEGER V., 1994 – Effect of feeding quandong (*Santalum acuminatum*) oil to rats on tissue lipids, hepatic cytochrome P-450 and tissue histology. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (6): 521-525.

LIU Y., LONGMORE R.B., 1997 – Dietary sandalwood seed oil modifies fatty acid composition of mouse adipose tissue, brain, and liver. *Lipids*, 32 (9): 965-969.

ROGERS K.L., GRICE I.D., GRIFFITHS L.R., 2001 – Modulation of *in vitro* platelet 5-HT release by species of *Erythrina* and *Cymbopogon*. *Life Sciences*, 69 (15): 1817-1829.

SCARTEZZINI P., SPERONI E., 2000 – Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 71 (1-2): 23-43.

SYKES W.R., 1981 – Sandalwood in the Cook Islands. *Pacific science*, 1980 publ 1981, 34 (1): 77-82.

**Author: Y. BARBIN**

# **Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg [FABACEAE]**

## **SYNONYMS**

*T. purpurea sensu* Zepernick

*T. piscatoria* Aiton.

## **ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE**

Species cultivated and naturalised in several Polynesian islands where it is locally abundant; more generally, scattered in dry environments at low and medium altitude in the Marquesas and Society islands.

Geographical distribution: Austral, Gambier, Marquesas and Society islands.

## **USES**

Used as fish poison in many parts of the Pacific (NISHIMOTO, 1969; PÉTARD, 1986).

## **CHEMICAL COMPOSITION**

Rotenoids, especially in roots.

### **Seeds**

Flavonoids pongamol, karanjin and lanceolatin B, prenylated flavonoids (purpuritenin and purpureamethide).

### **Roots**

Purpurenone, bêta-hydroxychalcone; (+)-purpurin; dehydroisoderricin, and (-)-maackiain. Pseudosemiglabrin and (-)-semiglabrin (SINHA *et al.*, 1982; VENTAKATA RAO and RANGA RAJU, 1984).

## Flowers and fruit

7,4'-dihydroxy-3',5'-dimethoxyisoflavone; (+)-tephropurpurin ((+)-purpurin, pongamol, lanceolatin B, (-)-maackiain, (-)-3-hydroxy-4-méthoxy-8,9-methylenedioxypterocarpan and (-)-medicarpin, all active on quinone reductase; inactive compounds: 3'-methoxy daidzein, desmoxyphyllin B and 3,9-dihydroxy-8-meéhoxycoumestan (CHANG *et al.*, 1997).

## PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES

### Ichthyotoxic and insecticidal properties

Rotenone and its derivative, the rotenoids, asphyxiate fish. In fact they act on all animals by blocking respiration within the cell mitochondria, but warm-blooded animals are protected by their skins which prevent absorption of the poison, whereas cold-blooded animals (insects, fish, snakes, etc.) are particularly sensitive to it.

### Nematicidal activity (BANSODE and KURUNDKAR, 1989)

The aerial parts constitute an excellent green manure (JOSHI *et al.*, 2000).

### Allelopathic activity of aqueous extracts of leaves on parthenium

Significant inhibition of germination and growth rates in seedlings suggests that the simple extract could be used as a cheap, biodegradable herbicide for weed control (DAMME *et al.*, 1994).

Anti-ulcer activity of aqueous extracts of the root demonstrated in the rat, owing to its cytoprotective properties (DESHPANDE *et al.*, 2003).

Marked antitumoral properties shown by *in vitro* induction of quinone reductase of isoflavonic compounds isolated from fruit and flowers (CHANG *et al.*, 1997).

## INDUSTRIAL INTEREST

Could be exploited as an insecticide and fish poison.

Rotenone-based products are used in quite large quantities as insecticides in phytopharmacy, as a plant-based powder used against caterpillars,

aphids, Colorado beetle, etc., with the major advantage of being harmless to humans. The tendency is to associate them with pyrethrins, another group of insecticides found in plants, to combine their actions, as pyrethrins act more quickly but more transiently.

Rotenone degrades quickly in the environment (3 to 6 days). As a result, interest in this compound as a biological pesticide is reviving. Some countries authorise its use in organic farming under strictly controlled and regulated conditions. This is not an enormous market but is consistent with the scale of the market for medicinal plants and should increase as organic farming spreads (TAMM *et al.*, 2000). This applies even though rotenones (along with other pesticides) have been associated with Parkinson's disease. Recent studies have shown that injecting high doses of rotenone (1-12 mg/kg) into rats causes Parkinson-like symptoms, which has aroused some reservations regarding its use. The doses used in the experiment were far higher than any dose likely to be found in humans eating treated foods. The question remains open, and regulations are likely to change (GIASSON and LEE, 2000).

|| *Shortlisted.*

The species' chemical composition is well known (most studies conducted on samples harvested in India). As is usually the case with *Tephrosia* species, presence of deguelin and derivatives in place of rotenone.

It would be useful to measure the rotenoid content of the French Polynesian variety.

Its allelopathic and nematicidal properties and value as green manure make it an excellent crop health product in agriculture and for vector control, etc.

Biological (and therefore biodegradable) insecticides are of special interest for farming in island environments such as the Loyalties in New Caledonia, to prevent polluting the underlying fresh-water lens which has been jeopardised by highly persistent crop protection chemicals.

|| *Shortlisted.*

## **BIBLIOGRAPHY**

BANSODE P.T., KURUNDKAR B.P., 1989 – Efficacy of organic amendments and plant extracts in management of root-knot of brinjal. *Indian Journal of Plant Pathology*, 7 (2): 160-163.

CHANG L.C., GERHAUSER C., SONG L., FARNSWORTH N.R., PEZZUTO J.M., KINGHORN A.D., 1997 – Activity-guided isolation of constituents of *Tephrosia purpurea* with the potential to induce the phase II enzyme, quinone reductase. *Journal of Natural Products*, 60 (9): 869-873.

DAMME V. VAN, MEYLEMANS B., DAMME P. VAN, 1994 – Survey on weed management practices in upland crops in the dry zone of Sri Lanka. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 59 (3b): 1345-1350.

DESHPANDE S.S., SHAH G.B., PARMAR N.S., 2003 – Antiulcer activity of *Tephrosia purpurea* in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 35 (3): 168-172.

GIASSON B.I., LEE V.M.-Y., 2000 – A new link between pesticides and Parkinson's disease. *Nature Neuroscience*, 3 (12): 1227-1228.

JOSHI S.D., JADHAV A.S., PATIL M.B., KURUNDKAR B.P., 2000 – Effect of organic amendment and fly ash on root-knot disease of tomato. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 25 (1): 84-85.

NISHIMOTO S. K., 1969 – Plants used as fish poisons. *Newsletter of the Hawaiian Botanical Society*, 3: 20-28.

PÉTARD P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

SINHA B., NATU A.A., NANAVATI D.D., 1982 – Prenylated flavonoids from *Tephrosia purpurea* seeds. *Phytochemistry*, 21 (6): 1468-1470.

TAMM L., SPEISER B., WYSS E., NIGGLI U., 2000 – *Use of Rotenon in Organic Agriculture: FiBL Statement.* 2 p.

VENTAKATA RAO E., RANGA RAJU N., 1984 – Two flavonoids from *Tephrosia purpurea*. *Phytochemistry*, 23 (10): 2339-2342.

**Author: C. MORETTI**

# Vanilla tahitensis J. W. Moore [ORCHIDACEAE]

## SYNONYM

Synonym for *V. planifolia* Andr., probably a particular cultivar or a hybrid of this species with another. It would appear that several groups of botanists and geneticists are working on the question, but we have no bibliographical references.

## IUCN STATUS

No status; cultivated plant.

## ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE

*Vanilla tahitensis* is cultivated only in French Polynesia. Several cultivars are recorded and a live collection is being made and maintained by the French Polynesian agriculture services (DRON, 2002).

A fleshy herbaceous twining vine, naturalised at low and medium altitude (old plantations or secondary stations).

## USES

Pod; food; spice.

Sap: Comoros; medicinal; haemostatic; wound-healing.

## CHEMICAL COMPOSITION

Pod: glucosides, vanillin, p-hydroxybenzoic aldehyde, p-anisaldehyde, p-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, anisic acid, anisic alcohol (RIVES, 2000).

Alkaloids, polyphenols and traces of leucoanthocyanins.



## PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES

Toxicity: vanillism (BÙI-XUÂN-NHÙAN, 1954).

## INDUSTRIAL INTEREST

Food and drink industry as standard flavouring, on a targeted market.

## PRODUCTION PROTOCOL

Cultivation already established in Tahiti and Leeward Islands (Huahine, Raiatea, Tahaa, etc.).

## HOW OBTAINED

Vegetative propagation from cuttings. Attention must be paid to the problem of virus disease transmission.

| *Shortlisted.*

## BIBLIOGRAPHY

BÙI-XUÂN-NHÙAN, 1954 – « Le vanillisme ». In Bouriquet G. (ed.): *Le vanillier et la vanille dans le monde*, Paul Lechevalie: 647-661.

DRON M., 2002 – *Rapport d'évaluation de la composante scientifique du projet vanille du Service de développement rural à Raiatea (période 1998-2002)*, 31 p.

RIVES M.J., 2000 – *Étude des profils aromatiques des différentes variétés de Vanilla tahitensis*. École nationale supérieure d'agronomie de Toulouse, 51 p.

**Author: F. DEMARNE**

# The cosmetics industry

## OVERVIEW

The cosmetics industry is probably among the most promising for utilisation of natural substances.

The dermocosmetics market is booming and, as the use of animal-based substances declines, natural marine or plant-based substances are increasingly sought after.

### Scientific approach

“The cosmetics industry bases a lot of its communication on natural substances. But there is genuine scientific work going on behind the fashion for environmentalism”, says Patrice André, Director of the Dior laboratory for biology, cosmetics and active ingredients in Orléans, France.

The cosmetics industry mainly uses plant substances that have been in use for a long time. They therefore actively seek out traditional uses. According to Jean Guézennec of IFREMER, they are also keenly interested in molecules extracted or synthesised from micro-organisms (in the broad sense of the term), but one obstacle is the problem of producing these molecules cheaply.

Ethno-pharmacologists make a key contribution to this work, studying traditional communities’ use of plants, especially in tropical forests. Bioprospecting starts with inventorying the plants used for body care: wound-healing substances, balms, anti-inflammatories, etc. A preliminary selection includes only botanical families new to industry, as this increases the chance of finding new molecules. Chemists then prepare increasingly pure extracts, isolating the plant’s active molecules.

They then assess the biological properties by biological tests on cell cultures or biochemical tests (protein inhibition or activation, specific biochemical processes).

## Strategy largely market-driven

Cosmetics advertising paints in glowing colours the extraordinary virtues of natural substances, for health and for the development of Southern countries. This marketing style should be kept in perspective.

## Product chain organisation

As with functional foodstuffs, there is a promising place in this sector for small local businesses supplying raw plant materials, either for the cosmetics industry, or formulating or producing cosmetic eco-products with a strong Polynesian connotation.

## Prospects for French Polynesia

Is it worth organising an *ad hoc* structure to conduct biological tests geared to the cosmetics market, so that French Polynesia can supply active ingredients with high value added? Given the diversity of substances the islands possess, the question is worth considering. To answer it, all aspects must be taken into account, as outlined below.

### **Technical aspects**

The appropriate biological tests will depend on the target, of which there are many. Many laboratories have their own approaches to these tests: in France they are out-sourced to numerous specialist structures.

As there is strong demand for new active principles, product chains mainly develop from the supply side (according to M. Hansel, Chairman of Cosmetic Valley).

### **Economic aspects**

Although demand is high for raw plant materials and new active principles, it involves small quantities (rarely more than a tonne). These products are also short-lived (on average, four to ten years on the consumer market: ten years is an exceptional lifespan for a common cosmetic product).

Selling a number of different products may compensate for small demand and short life. Firms are constantly looking for new active ingredients to formulate their products.

**Regulatory aspects**

One definite factor for success would be to keep informed of upcoming regulations.

European regulations define a cosmetic product as “any substance or preparation intended to be placed in contact with the various external parts of the human body (...) with a view exclusively or mainly to cleaning them, perfuming them, changing their appearance, correcting body odours, protecting them or keeping them in good condition”.

All products so defined must comply with the legislation provided for in European Directive 76/768/EEC. Cosmetic product labels must include a full list of ingredients.

**Conclusion**

In the light of these factors, the experts consider that there is no justification for the authorities to intervene very actively in this sector or seek to structure it; given the volatility of products in the sector, there is no guarantee that the Polynesian economy can develop sustainably on this basis. However, synergy between local research laboratories and project initiators could be strengthened.

***ON THE DIFFICULTY OF DRAWING FIRM CONCLUSIONS  
ABOUT THE SELECTED PLANTS' POTENTIAL FOR THE COSMETICS INDUSTRY:  
AN EXPERT'S IDEAS FOR DISCUSSION***

It is difficult to predict that a substance will have a use in cosmetics before a number of biochemical tests have been made for objectivization and toxicological assessment. Individually, these tests are only valid for one type of extract and one claim (e.g. slimming, anti-wrinkle or lightening properties). The tests are always very costly and are paid for by the cosmetics company developing the product. They are never published, and if the results are of interest a patent is applied for immediately. If a plant extract is too highly active, it is likely to be prohibited for cosmetic use and reclassified as a medicinal product. The active cosmetic ingredient must have a low-level activity, and it is difficult, and costly, to demonstrate its efficacy, espe-

cially on a health organ, the skin, which has its own powerful mechanisms for regulating homeostasis.

In brief, one cannot predict that a plant will be useful in cosmetics on the basis of information on chemical composition or traditional use given in the literature. Costly, case-by-case toxicity and objectivization studies are essential.

The whole plant is never used, even if traditional practice attributes more or less well attested virtues to it.

- For the sake of the appearance and quality of the finished cosmetic product, plant extracts are used – very rarely the whole plant.

- The efficacy of the extract depends on the solvents used.

- The active compounds must be identified and their non-toxicity at the intended doses must be verified.

- Tests must be conducted to verify that the molecule is active, but not too active, in local application.

- The mechanisms by which the compound acts must be identified.

- The usefulness of the extract must be verified by increasingly sophisticated and costly biochemical tests, and return on this investment is only possible by means of patents and exclusive rights agreements.

Because an active ingredient has a life of only five to seven years in the cosmetics industry (owing to fashion trends and the need for marketing focus to change constantly), a product must be very useful indeed if one is to risk developing an official, medium-term production chain from scratch. This is no less true in French Polynesia than elsewhere, and in fact it is very rarely done. When a cosmetics manufacturer, raw materials supplier or end formulator finds an interesting product, they organise their own supply chain, generally under a private, bilateral commercial agreement. Usually only a few tonnes of plants are required, and there is no point putting public money into this kind of trade.

It would be perfectly possible to establish a small local cosmetics industry based on an exotic marketing image, but using imported “industrial blanks”. To attract a tourist customer base, European quality standards would be required; in this case local plants would have a marginal place in the industry as development costs would be far too high for the size of market.

# Specifications for the expert group review

## *NATURAL SUBSTANCES IN FRENCH POLYNESIA: A PROMISING SECTOR, BUT STILL VULNERABLE*

French Polynesia has good potential for exploiting its natural substances, because the remoteness of the islands has resulted in a high rate of endemism and many specific chemotypes. Little use has been made of this biodiversity so far; a few plants are used for particular products – monoi, vanilla, sandalwood, noni and tamanu – and a bare ten utilisation projects are under way for other substances.

French Polynesia also has State-funded research laboratories that are sufficiently well-equipped to perform initial analyses of new substances. On the industrial side, a small number of established firms and project initiators are looking to diversify or boost their business.

But despite these assets and relatively lively interest, the sector has its weaknesses. The substances already utilised could be exploited more intensively by organising the product chains, establishing quality management and also by processing locally as far as possible, which would bring more of the profits to French Polynesia. In the near future, some natural substances could generate new markets, boosting French Polynesia's development; but this will require some effort to define directions for research and organise the transfer of competencies from researchers to developers.

## *AIMS OF THE REVIEW*

The expert group review has two inseparable strands: a prospective strand to identify useful new natural substances in French Polynesia and suggest new avenues of research and development, and an operational strand to suggest industrial and commercial strategies for natural substances that are already utilised or could be in the future.

The aims of the review can be summed up as follows:

- Starting from existing knowledge of French Polynesian biodiversity and taking a sector-by-sector approach, discover which natural substances have the greatest economic potential for pharmaceutical purposes, cosmetics, herbal medicine, the food and drink industry, perfumery, crafts, etc., and specify what stage research each substance is at or in what form it is currently marketed. Profiles of project initiators may be identified – either local operators or, if the product cannot be developed locally, international operators.

- Alongside this, practical suggestions will be made for implementing quality management, introducing market protection measures, improving production chains, linking research with industry and helping operators to organise. This work would be aimed at improving the productivity of “natural substances” product chains in the short term.

The work of IRD will consist of a review by a panel of experts, using the method already developed by the IRD for such “expert group reviews”, and the following additional tasks:

- production of a set of data sheets analysing available knowledge on each of the substances identified;
- a study of local economic and technical potential for developing new business activities.

Both these additional tasks will be essential aids for the multidisciplinary panel of experts, since there are gaps in the currently available data. The experts will thus be able to produce a broad synthesis and some policy guidelines for utilising French Polynesia’s natural substances.

### ***QUESTIONS ASKED FOR THE PRELIMINARY STUDIES AND ADDITIONAL RESEARCH (NATURAL SUBSTANCE DATA SHEETS AND ANALYSIS OF LOCAL TECHNICAL AND ECONOMIC POTENTIAL)***

#### **What natural substances are already exploited in French Polynesia and the Pacific?**

As a preliminary step to the expert group review, as much information as possible about natural substances in French Polynesia must be put together. The output from this work will be a set of data sheets on individual substances.

One of the experts will be responsible for drawing up the data sheets with the help of outside contributors. Data on the utilisation of some substances will be added once the local socio-economic survey has provided additional information. The data sheets will mainly address the following questions:

- How is the resource for this substance obtained?
- How high is the risk of resource exhaustion?
- What are the properties highlighted for marketing the product? Is there a scientific basis for these claims?
- If utilisation of this resource produces waste, is there a way to make use of the waste?
- Is exploitation of this resource harmful to the environment (e.g. more traditional crops abandoned, landscape impact, ecosystem destruction)?
- Does the substance have heritage value for French Polynesia?
- How long might it take to get the substance to market? (short, medium or long-term prospect?)

A preliminary estimate suggests that there would be about a hundred data sheets.

### **How is the natural substances sector (trade and industry) organised in French Polynesia?**

To propose a utilisation strategy, thorough, up-to-date knowledge of this sector in French Polynesia and the socio-economic background is essential. Possible development scenarios for the companies and organisations involved should also be identified in some detail. This requires an investigation, partly conducted on site in direct liaison with local stakeholders, to answer the following questions:

- What are the characteristics of the companies in this sector? How are they structured? How do they operate (size, business activity, exports, turnover, etc.)?
- What jobs are created by the natural substances utilisation sector?
- What funding does the sector receive?
- What financial flows does it generate?
- Is it possible for a solid network of small firms to develop? How can large companies be attracted to French Polynesia?



- What are the strong and weak points of the natural substances sector?
- What guidelines should be adopted to encourage development in this sector?
  - Are local research centres (i.e. the university, national, Polynesian and foreign research institutes on French Polynesia's territory, etc.) working on natural substances with a view to their utilisation? Would it be useful or possible to give them extra encouragement? Could their activities be better co-ordinated?

### *THE QUESTIONS ASKED OF THE PANEL*

Based on their own work and on the two additional investigations described above, the panel of experts, as a group, will answer the following questions.

#### **What is the potential usefulness of French Polynesia's marine, terrestrial, plant and animal biodiversity compared to neighbouring intertropical countries?**

- How much is known about the country's marine and terrestrial biodiversity?
- Has a scientific inventory been made of French Polynesia's traditional knowledge?
  - To what extent does the French Polynesian population self-medicate with local herbs?
  - Do traditional healers play an important role in French Polynesia? Has this been studied?
  - Are there areas where bioprospecting (biodiversity and related knowledge) has been insufficient? Can priorities be established for bioprospecting?

#### **Based on the analysis of French Polynesian biodiversity, what are the exploited or exploitable natural substances in the Territory?**

From the initial set of data sheets, a shorter list of substances of interest for French Polynesia will be drawn up (about twenty at most). This list will include both indigenous species<sup>26</sup> which French Polynesia could consider producing and/or processing (e.g. *Calophyllum inophyllum* as an anti-HIV agent), and endemic species, for which the panel's work will generally lead

| <sup>26</sup> i.e. indigenous plants also found elsewhere in the tropics.

to suggestions for R&D strategies. A specific study of this group of substances should assess their potential and answer the following questions:

- What are the trends in the market? For substances not yet commercialised, what markets are opening up for which substances?

- For each substance considered, what regulations are expected to affect penetration of the European market (processed products)?

- What kinds of contract are used between stakeholders in the product chain, from producer to processor?

- For each market, what value-added and what resulting economic impact can be expected for French Polynesia? How far is the product processed in French Polynesia? If the product is not processed within the territory, where does the processing take place?

- Are there market protection methods that could be introduced?

- For each substance not yet exploited, what type of R&D is required and how long will it take? When might these substances reach the market?

### **Are the local technical and scientific facilities sufficient for conducting additional R&D?**

The panel will first assess existing R&D capacity in French Polynesia (the team will conduct part of this analysis *in situ*). Taking the list of substances worth developing and considering the resources required to do this, the team could make suggestions for collaboration or partnerships. The experts will review possible R&D strategies open to French Polynesia, focusing on the following points:

- How can the linkage between research and industry be improved?

- What public-private partnerships or collaborations with laboratories in Metropolitan France could be considered to optimise progress in R&D on natural substances?

### **What advice can be given for public policy on the utilisation of natural substances in French Polynesia?**

This will mean summarising the results of the review and discussing with the Monitoring Committee to see what courses of action would be sustainable locally.

# The panel of experts

**YVES BARBIN**

Veille technologique, prospection filière PAM (Plantes aromatiques et médicinales)  
Pierre Fabre Médicament – Plantes et Industries  
16, rue Jean Rostand, BP92 – 81603 Gaillac  
Yves.barbin@pierre-fabre.com

**VALÉRIE BOISVERT**

Économiste de l'environnement  
IRD – Centre d'Orléans  
5, rue du Carbone – Technoparc – 45000 Orléans  
Valerie.boisvert@orleans.ird.fr

**PIERRE CABALION**

Pharmacien, ethnopharmacologiste  
IRD – Centre de Nouvelle-Calédonie  
Laboratoire des Substances naturelles terrestres et Savoirs traditionnels  
BP A5 – 98848 Nouméa Cedex – Nouvelle-Calédonie  
cabalion@noumea.ird.nc

**CÉCILE DÉBITUS**

Chimiste des substances naturelles marines  
IRD – UMR152  
ISTMT  
3, rue des Satellites – 31400 Toulouse  
debitus@ird.fr

**FRÉDÉRIC DEMARNE**

Directeur scientifique et du Développement technologique  
Groupe Gattefossé  
36, Chemin de Genas – BP 603 – 69 804 Saint-Priest  
fdemarne@gattefosse.com

**JACQUES FLORENCE**

Botaniste

IRD US 084 Biodiversité végétale tropicale : connaissance et valorisation  
Antenne IRD – Laboratoire de Phanérogamie – 16, rue Buffon – 75005 Paris  
jflo@mnhn.fr

**ISABELLE FOURASTÉ**

Professeur de Pharmacognosie

Université Paul Sabatier – Toulouse III

Faculté de Pharmacie – 35 chemin des maraîchers – 31062 Toulouse Cedex 4  
ifourast@cict.fr

**JEAN GUÉZENNEC**

Responsable Programme Biotechnologies marines

IFREMER

Centre de Brest – Resp. DRV/VP/BMM – BP 70 – 29280 Plouzané  
jguezenn@ifremer.fr

**MARIE-LUCE HAZEBROUCQ**

Chargée de mission

IRD

213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex  
hazeroy@noos.fr

**CHRISTIAN MORETTI**

Chimiste-ethnopharmacologue

IRD – Orléans

Technoparc – 5, rue du Carbone – 45000 Orléans  
christian.moretti@orleans.ird.fr

**CHRISTINE NOVILLE**

Juriste

CNRS – Université Paris 1 – Centre de recherche en droit des sciences  
et techniques

16 rue de l'abbé Carton – 75014 Paris  
noville@univ-paris1.fr

**JEAN-CHRISTOPHE SIMON**

Économiste

IRD – DEV

213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex

simon@paris.ird.fr

**BERNARD WENIGER**

Pharmacien chimiste spécialiste des substances naturelles d'intérêt thérapeutique

UMR CNRS/ULP N° 7081

Faculté de pharmacie, Univ. Louis Pasteur Strasbourg – BP 60024 –

67401 Illkirch cedex

Weniger@pharma.u-strasbg.fr

# Monitoring committee

Head of monitoring committee: the Research Commission of the government of French Polynesia.

## **Panel members**

Representatives of the following organisations:

IRD centre in Papeete

Oceanologic Center of the Pacific/Ifremer

Investment Promotion Authority

Environment Division

EPIC Vanille

Institut Louis-Malardé

Gepsun "Natural Substances process engineering" technology platform  
(cf. Abbreviations)

Fisheries Division

Economic Affairs Division

External Trade Division

Development of Industry and the Trades Division

Rural Development Department

Plan and Forecast Economic Division

University of French Polynesia, natural substance research laboratory

# Tables

<b>Table 1 –</b>	189
Importance of exports of fishery and pearl farming products	
<b>Table 2 –</b>	191
Quantified data on a few products	
<b>Table 3 –</b>	193
Noni exports	
<b>Table 4 –</b>	197
Characteristics of the main “plan product” sectors	
<b>Table 5 –</b>	201
Criteria for exclusion or selection of plant species	
<b>Table 6 –</b>	230
Summary of Group 1 Plant products	
<b>Table 7 –</b>	235
Brief survey of potential sectors for utilisation of marine organisms	



59, Av. Émile Didier  
05003 Gap Cedex  
Tél. 04 92 53 17 00  
Dépôt légal : 135  
Février 2006  
Imprimé en France



# Substances naturelles en Polynésie française

STRATÉGIES DE VALORISATION

*Coordination scientifique*

JEAN GUEZENNEC, CHRISTIAN MORETTI, JEAN-CHRISTOPHE SIMON

## Seconde partie *Chapitres analytiques*

*Cette expertise collégiale a été réalisée à la demande  
de la Délégation à la recherche du gouvernement de la Polynésie française*

**IRD Éditions**












INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Expertise collégiale  
Paris, 2006

©IRD, 2006  
ISSN 1633-9924  
ISBN 2-7099-1587-1

# SOMMAIRE

## SECONDE PARTIE

-  **1 – Les ressources végétales polynésiennes**  
CHRISTIAN MORETTI, JACQUES FLORENCE
-  **2 – Les ressources marines de la Polynésie française : applications en matière de biotechnologie**  
JEAN GUEZENNEC, CÉCILE DEBITUS
-  **3 – Recherche d’indices dans la littérature spécialisée, en vue de valoriser la biodiversité polynésienne**  
PIERRE CABALION
-  **4 – Potentialités de la recherche innovante en chimie-biologie des substances naturelles**  
BERNARD WENIGER
-  **5 – Le contexte de la valorisation des substances naturelles : dimensions économiques, sociales et institutionnelles**  
JEAN-CHRISTOPHE SIMON
-  **6 – Développement des filières de production adaptées aux substances naturelles en Polynésie française**  
YVES BARBIN
-  **7 – Règlement des produits à base de plantes**  
ISABELLE FOURASTE
-  **8 – Étude économique : modes de valorisation et de protection des substances naturelles**  
VALÉRIE BOISVERT
-  **9 – Aspect juridique : droits d’accès aux ressources biologiques et partage des avantages**  
CHRISTINE NOIVILLE
-  – **Annexes : Fiches végétales du groupe 1, du groupe 2, du groupe 3**
-  – **Carte de polynésie**

*Signalement bibliographique recommandé pour ces chapitres :*

- C. MORETTI, J. FLORENCE , 2005 - « Les ressources végétales polynésiennes », cédérom : 3-28, in J. GUEZENNEC, C. MORETTI, J.-C. SIMON : *Substances naturelles en Polynésie française. Stratégies de valorisation*, Paris, IRD Éditions, 304 p.+ cédérom.

---

## Les ressources végétales polynésiennes

---

Jacques FLORENCE, Christian MORETTI

### 1. Les données de base sur la flore de la Polynésie française\*

#### 1.1 *Émiettement, diversité et fragilité*

Les îles océaniques nées d'un volcanisme de point chaud, comme c'est le cas pour la Polynésie française, présentent une originalité certaine en matière de biodiversité animale et végétale – endémisme biogéographique –, mais aussi une pauvreté relative par rapport aux masses continentales d'où sont issus les organismes colonisateurs. Une des conséquences en est la fragilité de ces milieux par rapport aux espèces apportées par les hommes, période brève devant les mécanismes de l'évolution, qui agissent sur une échelle de temps bien différente, les îles les plus anciennes étant âgées ici de 6-7 millions d'années.

Ce territoire constitue, à l'intérieur du Pacifique, la sous-province de la Polynésie du Sud-Est proposée par van Balgooy en 1971. Avec 120 îles couvrant environ 3 500 km<sup>2</sup> de terres émergées et s'étendant entre 134° et 155° de longitude ouest et 8° et 28° de latitude sud, il comprend cinq archipels, les Australes, les Gambier, les Marquises, la Société et les Tuamotu, couvrant plus de 5 millions de km<sup>2</sup> d'océan. La distance les séparant des continents – les Marquises sont l'archipel océanique le plus isolé, puisque l'Amérique centrale est à plus de 5 000 km –, l'âge, la surface, l'altitude, le climat, le substrat, roches éruptives ou calcaire bioconstruit, ainsi que la durée et les modalités de l'occupation humaine, sont les principaux facteurs agissant sur le peuplement et la flore insulaires.

Comme les autres îles du Pacifique, la Polynésie française possède une flore indigène établie avant l'arrivée de l'homme, grâce aux agents de dispersion « naturels »

---

\* Section rédigée par Jacques FLORENCE.

que sont les courants aériens et marins et les animaux. La composition de la flore primaire résulte donc des apports d'espèces pionnières *via* ces agents de dispersion, courants marins (hydrochorie), courants aériens (anémochorie), certains animaux – oiseaux ou insectes (zoochorie active ou passive) – ou encore la dispersion sur place (autochorie). Ces agents vont ainsi agir comme filtre évolutif où seuls les groupes de plantes ayant les moyens les plus performants de transport à grande distance guideront l'évolution sur place, par la spéciation, et *in fine* la composition et le peuplement de la flore actuelle.

Le tableau suivant donne la distribution des plantes indigènes selon le type de dispersion :

**Tableau 1. Distribution par archipel de la flore vasculaire en fonction des types de dispersion**

Type de dispersion	Anémochorie		Hydrochorie		Zoochorie active		Zoochorie passive		Autochorie		Indéterminé	
<b>Australes</b>	101	<i>47</i>	35	<i>16</i>	55	<i>25</i>	19	<i>9</i>	2	<i>1</i>	5	<i>2</i>
<b>Rapa</b>	105	<i>55</i>	11	<i>6</i>	48	<i>25</i>	21	<i>11</i>	2	<i>1</i>	5	<i>2</i>
<b>Gambier</b>	28	<i>37</i>	22	<i>29</i>	16	<i>21</i>	8	<i>10</i>	–		2	<i>3</i>
<b>Marquises</b>	137	<i>44</i>	27	<i>9</i>	104	<i>33</i>	38	<i>12</i>	3	<i>&lt;1</i>	5	<i>2</i>
<b>Société</b>	269	<i>49</i>	37	<i>7</i>	183	<i>34</i>	43	<i>8</i>	7	<i>1</i>	6	<i>1</i>
<b>Tuamotu</b>	23	<i>24</i>	25	<i>26</i>	29	<i>31</i>	15	<i>16</i>	–		3	<i>3</i>
<b>Polynésie</b>	377	<i>43</i>	52	<i>6</i>	329	<i>37</i>	97	<i>11</i>	12	<i>1</i>	13	<i>1</i>

Les chiffres en *italique* indiquent les pourcentages ; le total des archipels est supérieur à celui de la Polynésie, puisque de nombreuses espèces sont communes à deux archipels au moins (les données sont tirées de la base de données botaniques « Nadeaud »).

On remarquera que l'anémochorie, c'est-à-dire la dispersion par les courants aériens, les *jet streams* à haute altitude étant orientés d'ouest en est, en sens contraire des *alizés* qui déterminent le mésoclimat des îles (avec l'opposition bien connue des côtes et versants *au vent* et *sous le vent*), concerne un peu moins de la moitié des espèces, soit 43 %, les fougères y sont prépondérantes, avec 233 espèces. La zoochorie (où domine la dispersion active) est au total un peu supérieure, avec 47 % des espèces. L'hydrochorie dépasse à peine 5 % et prend une part plus significative uniquement dans les îles basses des Gambier et Tuamotu, là où la flore strictement littorale est dominante. Les Australes ont une position intermédiaire entre ces îles et les archipels majeurs des Marquises et de la Société. La zoochorie active, où les diaspores sont ingérées directement par les animaux, et la zoochorie passive, où les diaspores sont transportées par les phanères des animaux, représentent la fraction la plus élevée ou équivalente à l'anémochorie. L'autochorie apparaît marginale, elle représente des taxons à « faible rayon d'action » de dispersabilité.

De telles différences vont induire en particulier le phénomène de dysharmonie de la flore insulaire : bien connu ailleurs dans le Pacifique, la Polynésie n'en est pas à l'écart, puisque la composition floristique par taxons supérieurs (familles) n'est pas comparable à celles des continents dont elle est issue ; avec la baisse de la dispersabilité et la lignification, elle constitue quelques-uns des facteurs du syndrome insulaire que nous exposons ci-après.

## 1.2 Le syndrome insulaire

Avec Darwin, embarqué sur le *Beagle*, commence l'ère moderne de la biologie. Ses observations des pinsons des Galápagos ou sa théorie de la formation des atolls restent des éléments qui allaient non seulement irriguer sa propre œuvre (Darwin, 1859), mais aussi jeter les bases de nombreux travaux contemporains de biologie évolutive des écosystèmes insulaires. Carlquist (1974) réalisa la première synthèse des mécanismes évolutifs à l'œuvre en milieu insulaire, en particulier dans les îles océaniques ; on y trouve un ensemble de facteurs propres à ces milieux si particuliers – le syndrome insulaire. Nous en examinerons quelques-uns : il s'agit du déséquilibre taxonomique, l'acquisition de la lignification et la diminution des capacités des moyens de dispersion.

### Le déséquilibre taxonomique

La distance des îles volcaniques aux masses continentales ou aux archipels les plus proches, réservoirs des diaspores, aura comme première conséquence une sélection des organismes vivants en fonction de leurs moyens de dispersion : ainsi parmi les plantes, les familles ou genres à fruits ou graines trop volumineuses, incapables d'être transportés par un agent de dispersion naturel, seront absentes des familles entières. *Meliaceae*, *Annonaceae* ou *Ebenaceae* manquent à la Polynésie orientale, alors qu'elles sont encore présentes dans les îles Fidji, Samoa ou Tonga. À l'inverse, certaines familles ont largement bénéficié de cet effet de filtrage et sont sur-représentées par rapport aux continents. Les fougères, aux spores facilement dispersées par le vent, en sont l'illustration la plus éclatante : les îles de la Société ont ainsi l'index de fougères le plus élevé des îles océaniques (Florence et Ollier, 1993). Le tableau 2 donne la situation dans les familles d'angiospermes comptant au moins 20 taxons spécifiques ou infraspécifiques, indigènes ou endémiques en Polynésie française.

**Tableau 2. Comparaison des familles les plus abondantes en Polynésie française et dans le monde**

Famille	Monde	Polynésie	Excès/déficit
Rubiaceae (4)	10 200 4,2	80 9,1	2,2
Euphorbiaceae (6)	8100 3,4	48 5,5	1,6
Asteraceae (1)	22 750 9,5	43 4,9	0,5
Orchidaceae (2)	18 500 7,7	30 3,4	0,4
Gesneriaceae	2900 1,2	28 3,2	2,7
Fabaceae s.l. (3)	18 000 7,5	27 3,1	0,4
Myrsinaceae	1225 0,5	24 2,7	5,4
Urticaceae	1050 0,4	24 2,7	6,7
Total	240 000	880	

Les pourcentages sont en *italique*. L'excès ou le déficit est le rapport des % respectifs. Pour les familles, les chiffres mondiaux proviennent de Mabberley (1997) et le rang mondial, s'il est inférieur à 10, est indiqué entre parenthèses. Les données relatives à la Polynésie française sont tirées de la base de données botaniques « Nadeaud » sous <sup>TM</sup>Foxpro 2.6.

Les *Rubiaceae* et les *Euphorbiaceae*, première et deuxième famille en Polynésie, sont sur-représentées d'un facteur d'environ deux, mais les *Urticaceae* et les *Myrsinaceae* le sont encore davantage, avec un facteur supérieur à cinq. Il s'agit de familles dont les moyens de dispersion à grande distance ont été particulièrement performants, par l'endozoochorie, ingestion de fruits et de graines grâce à un transport assuré par les oiseaux. À l'inverse, les plus grandes à l'échelle mondiale, *Asteraceae*,

*Orchidaceae* et *Fabaceae*, sont sous-représentées d'environ un facteur deux. Les *Orchidaceae* par exemple, avec des graines extrêmement légères, donc facilement dispersées par le vent ; elles ont besoin pour leur germination d'un champignon symbiote, dont la survie dans des conditions extrêmes de basses températures et de rayonnement UV intense régnant dans les *jet streams* de haute altitude, est aléatoire, ce qui limite l'établissement de nombreuses espèces. Les *Fabaceae* restent mal adaptées à un transport à grande distance, en raison de la grosseur de leurs fruits ou graines ; la plus grande partie des espèces indigènes sont des espèces banales en végétation littorale, dispersées par les courants marins. On peut enfin signaler l'absence des *Poaceae*, quatrième au niveau mondial, n'apparaissant pas dans ce classement, en raison de l'absence des formations végétales ouvertes qui leurs sont propices.

### L'acquisition de la lignification

Darwin (*op. cit.*) avait déjà noté l'importance des ligneux dans les flores des îles océaniques pour des familles comprenant une majorité de plantes herbacées dans les flores continentales tempérées. En Polynésie française, 65 % des angiospermes endémiques sont ligneuses : depuis des sous-arbrisseaux prostrés à des arbres de première grandeur. Les *Asteraceae* et les *Gesneriaceae*, presque exclusivement herbacées sur les continents, y sont entièrement ligneuses ; dans la première, *Oparanthus teikiteetini*, endémique de Nuku Hiva, dépasse 12 m de hauteur et il s'agit de la plus grande *Asteraceae* dans le Pacifique. Le genre *Cyrtandra* (*Gesneriaceae*) s'étendant de la Malaisie à travers le Pacifique jusqu'en Polynésie compte dans cette dernière 26 espèces formées d'arbrisseaux ou d'arbustes atteignant 4 m de hauteur. Un tel phénomène s'explique par une relative uniformité des conditions de milieu, mais la tendance évolutive qui fait passer des ancêtres herbacés – à diaspores généralement plus aptes à la dispersion à grande distance que les ligneux – à des formes ligneuses de forêt dense humide, et la possibilité pour des groupes non concurrencés par les grands arbres (le plus souvent à grandes diaspores) d'occuper des niches vacantes, ont également joué leur rôle.

### La diminution de la dispersabilité

La déficience marquée des potentialités de dispersion des diaspores – équivalente à la tendance de la perte du vol chez les oiseaux et les insectes –, est un caractère répandu dans les flores insulaires. En Polynésie orientale, le genre *Bidens* (*Asteraceae*) en est un bon exemple, avec 29 espèces endémiques insulaires, présentes dans divers milieux. Le fruit est un akène typique de la famille, portant deux arêtes et une pilosité diversement répartie, favorisant une dispersion par zoochorie passive. On y trouve ainsi l'éventail complet des variations de l'intensité de la pilosité sur les arêtes et le corps du fruit, ou la taille des arêtes jusqu'à leur disparition. *Bidens st.johniana*, espèce littorale propre à Rapa et Marotiri, possède un akène pileux tout comme les deux arêtes. À l'opposé, *B. raiateensis*, limitée aux plateaux de Temehani à Raiatea, est dépourvue de pilosité et d'arêtes. L'hypothèse de la disparition du lien entre l'ancêtre fondateur et l'agent dispersant peut être retenue pour les formes extrêmes dépourvues d'arêtes. Les espèces d'îles basses, où les contacts avec les oiseaux marins sont maintenus, ont les morphologies les moins défavorables (Marotiri, Oeno, Henderson) par comparaison avec celles des espèces de milieux fermés de l'intérieur des terres, notamment en raison d'une déficience plus grande dans la pilosité ou la taille des arêtes (Marquises, Société).

### 1.3 La flore primaire

Principale conséquence, nous allons trouver une flore appauvrie dans cette région du Pacifique. Ainsi, la Polynésie française compte environ 900 espèces, alors qu'en Nouvelle-Calédonie, on en recense plus de 3 500, dans les îles Fidji 1 800, dans les îles Hawaï quelque 1 400, qui la dépassent donc largement. Mais cette pauvreté masque une diversité réelle dans la flore endémique, puisque 546 sur 880 espèces, soit environ 62 %, sont propres à la Polynésie française. Le moteur principal de cette originalité passe par au moins trois processus : la radiation adaptative où une espèce colonisatrice occupe progressivement toutes les niches disponibles par différenciation immédiate ou progressive ; la spéciation sympatrique où l'espèce nouvelle se différencie sur place à partir d'une espèce mère et la spéciation allopatrique où l'espèce nouvelle se différencie à la périphérie du territoire de l'espèce mère. L'ensemble de ces facteurs favorise ainsi une spéciation active grâce à l'éparpillement des îles, favorisant le morcellement des populations par les barrières géographiques ou phénologiques.

Le tableau suivant donne les chiffres de la flore indigène et endémique de la Polynésie française dans sa globalité et par archipels, en y incluant les fougères.

**Tableau 3. Répartition de la flore vasculaire indigène et endémique de la Polynésie française**

Taxons	Indigènes	Endémiques insulaires	Endémiques archipélaires	Endémiques polynésiennes	Total endémiques
<b>Australes</b>	169 (63)	12 (2)	14 (3)	22 (5)	48 (10) 22
<b>Rapa</b>	111 (51)	63 (13)	3 (1)	15 (7)	81 (21) 43
<b>Gambier</b>	65 (17)	7	1	3 (1)	11 (1) 14
<b>Marquises</b>	140 (67)	81 (4)	72 (14)	21 (11)	174 (28) 55
<b>Société</b>	273 (129)	157 (17)	75 (16)	40 (16)	272 (49) 50
<b>Tuamotu</b>	77 (12)	4	3	11	18 19
<b>Polynésie</b>	<b>334 (145)</b>	326 (36)	165 (33)	55 (19)	<b>546 (88) 62</b>

Répartition de la flore vasculaire indigène (I) et endémique (E) de la Polynésie française. Les chiffres entre ( ) renvoient à la part des fougères. Les pourcentages d'endémisme en *italique* sont rapportés au total de la flore vasculaire d'un archipel ou de la Polynésie :  $\text{taux} = E/E + I$ . Les totaux par archipel sont supérieurs au chiffre de la Polynésie, en raison de taxons communs.

En raison de la position excentrée de Rapa et de certaines de ses caractéristiques floristiques comme l'abondance de genres endémiques, souvent monotypiques (*Apostates*, *Pacifigeron*, *Metatrophis*), nous l'avons séparée du traitement des autres îles Australes. À l'échelle des archipels, les Marquises présentent le taux d'endémisme le plus élevé, environ 55 %. L'isolement, puisqu'il s'agit de l'archipel le plus isolé des masses continentales, à plus de 5 000 km de l'Amérique centrale, l'âge et l'altitude moyenne des îles les plus étendues (Hiva Oa et Nuku Hiva) ont permis une diversification qui se traduit en particulier par un nombre d'endémiques insulaires ou archipélaires comparables à ceux de la Société, compte tenu de leur superficie : la moitié pour les premières, la même pour les secondes, pour une superficie quatre fois plus faible. D'une manière générale, on pourra regrouper les trois archipels majeurs d'îles volcaniques, Australes, Marquises et Société, dont les disparités sont plus faibles qu'avec les Tuamotu, entièrement calcaires, ou les Gambier, calcaires et volcaniques, mais dont l'étude de la flore fortement appauvrie par l'occupation humaine sort du

cadre d'une explication strictement phytogéographique. Le clivage en fonction du substrat et de la physiographie trouve son illustration avec la Société avec 272 endémiques et les Tuamotu avec moins de 100 espèces dont 18 seulement leur sont propres.

Le taux d'endémisme de la Polynésie dans son ensemble est supérieur, puisque la flore indigène est largement partagée entre au moins deux archipels, constituée en grande partie d'espèces strictement littorales largement distribuées.

Le tableau suivant donne ainsi les cinq premières îles par le nombre d'endémiques insulaires :

Tableau 4. Endémisme par île

Taxons	Indigènes	Endémiques insulaires	Endémiques archipélares	Endémiques polynésiennes
Tahiti	254	106	63	37
Rapa	111	63	3	15
Raiatea	127	48	45	43
Nuku Hiva	124	43	56	17
Hiva Oa	103	22	61	12

La plus grande île avec 1 050 km<sup>2</sup>, Tahiti qui est aussi la plus élevée, 2 240 m d'altitude au mont Orohena, avec 106 endémiques, en héberge près du tiers, soit 32 %. À l'autre extrémité, Rapa, environ 30 km<sup>2</sup>, qui culmine au mont Perau à 650 m, géographiquement isolée du reste des Australes, faiblement extratropicale, par 27° 30' S, en compte 63. La taille, l'altitude et la diversité des groupements végétaux sont à mettre en regard de l'isolement d'une île de taille modeste, mais plus âgée, qui a développé des taxons d'ordre supérieur à l'espèce, avec trois genres propres, *Apostates* et *Pacificigeron* (Asteraceae) et *Metatrophis* (Moraceae). L'endémisme de Raiatea (environ 200 km<sup>2</sup>) s'explique par la présence de phonolites au plateau de Temehani qui compte une flore originale de 22 espèces insulaires sur 48, soit 46 % de toute l'île. Nuku Hiva et Hiva Oa placent les Marquises à la suite. De superficie comparable 330 km<sup>2</sup> pour la première, 310 km<sup>2</sup> pour la seconde, à Raiatea, elles possèdent une physiographie favorable au développement d'une riche forêt de nuages au-dessus de 1 000 m, mais qui n'a pas réussi à contrebalancer l'isolement géographique de cet archipel, dont l'impact principal est l'effet drastique de « filtrage » des diaspores.



## **2. Comment appréhender l'évaluation des ressources végétales exploitables de Polynésie française ?\***

Il n'existe pas de méthode éprouvée et unanimement reconnue pour déterminer quelles sont les ressources végétales exploitables d'une région donnée.

De la même façon, il n'existe pas à notre connaissance de tableau synthétique ou de base de données réunissant l'information pertinente concernant les ressources végétales exploitables de Polynésie française, en dehors d'ouvrages sur les usages locaux des plantes.

Le travail réalisé par le groupe d'experts tend à combler cette lacune.

Pour y parvenir, nous avons opté pour une approche par « ressource biologique », cette approche étant possible dans la mesure où nous disposons pour la Polynésie française de données botaniques relativement fiables. Cependant, bien que le nombre d'espèces végétales soit relativement bien circonscrit, il était impossible d'analyser la documentation scientifique disponible sur toutes les espèces de cette région. Nous avons donc élaboré pour cette expertise une méthode de présélection des substances végétales exploitables au moyen d'une analyse critique des connaissances scientifiques actuelles disponibles.

Nous présenterons donc les sources des données utilisées, les critères de sélection appliqués et les espèces végétales ainsi retenues, ayant un intérêt réel pour les experts.

### *2.1 Sources des données sur la flore utilisées pour préparer le travail des experts*

#### **La base de données Nadeaud**

Élaborée à partir de 1987 sur un PC avec le logiciel <sup>TM</sup>Foxpro 2.6, cette base s'est enrichie au fur et à mesure de nos travaux sur la flore de la Polynésie française. Elle comprend aussi bien les données sur les échantillons déposés à l'herbier territorial du musée de Tahiti et des Îles (MTI) que celles relatives à la bibliographie botanique, au référentiel taxonomique de la région, intéressant les stations, les collecteurs, ainsi que les milieux. Une telle base nous a permis de traiter les informations concernant la répartition, les statuts biogéographiques et de conservation des taxons indigènes. A été ainsi rendue possible l'extraction des statuts biogéographiques ou de conservation des taxons présents dans la région, avec des traitements hiérarchisés géographiquement (archipels → îles), croisés par exemple avec le type biologique : ligneux-herbacé.

---

\* Section rédigée par Christian Moretti et Jacques Florence, ainsi que les suivantes.

On trouvera dans le tableau suivant les principales tables de cette base :

**Tableau 5. Tables de la base Nadeud**

Table	Enregistrements
Référentiel taxonomique	10 600
Localités	13 800
Références bibliographiques	570
Citations bibliographiques des taxons	10 500
Collecteurs	860
Distribution des taxons/îles	2 300
Distribution des taxons endémiques/îles	546
Statut IUCN des taxons endémiques/îles	546
Échantillons d'herbier (PAP)	13 500
Échantillons cités dans la flore (volumes 1 & 2)	22 000

Régulièrement mise à jour, en particulier dans les aspects concernant le référentiel taxonomique, la bibliographie et les statuts, la base est en cours de finalisation de façon qu'elle puisse être consultée sur le Net.

## 2.2 Réalisation d'un fichier « flore médicinale » de Polynésie française

Plusieurs ouvrages bien documentés traitent des plantes médicinales ou plus généralement « utiles » de Polynésie française, avec une mention particulière pour le « Pétard ».

Pour les besoins de l'expertise, les plantes médicinales citées dans ces ouvrages ont été réunies dans un seul fichier, après avoir vérifié et actualisé leur statut taxonomique.

Les principaux ouvrages consultés sont ainsi référencés :

- 1 : Pétard, 1986
- 2 : Zepernick, 1972
- 3 = cité dans 1 + 2

D'autres sources ont été utilisées :

- Malet et Barrau, 1959
- Dittmar, A. (OMS), 1998

Il existe quelques autres publications sur les pratiques médicales traditionnelles de Polynésie, mais elles sont généralement peu fiables au plan botanique.

Un premier travail a consisté à établir les correspondances entre les noms cités dans ces ouvrages et leur statut taxonomique actuel (BD floristique Nadeud). Il s'agissait de repérer les sources d'erreurs concernant les noms d'espèces cités, qui ne seraient pas sans conséquence sur la recherche documentaire effectuée pour l'expertise sur ces espèces. Plusieurs types d'erreurs sont décelables : noms scientifiques cités illégitimes, mises en synonymies, voire doute sur l'identification de la drogue, et donc du nom scientifique attribué dans les ouvrages. Nous détaillerons les principales erreurs ainsi repérées.

Au-delà de la révision de leur statut taxonomique, ce fichier apporte aussi les données actualisées sur la distribution géographique de ces espèces et leur disponibilité, cette dernière notion permettant de préciser l'accessibilité, l'abondance et la structuration des peuplements actuels. Les rubriques correspondantes ont été rédigées par J. Florence, enrichies par ses propres observations personnelles.

Ce fichier (voir Annexe) recense 194 « espèces médicinales de Polynésie française ».

### 2.3 Critères de sélection des ressources

Ces critères sont précisés plus loin dans le tableau 7.

#### Critères d'exclusion

##### *La vulnérabilité des espèces*

Le pilotage scientifique de la mise en valeur des espèces intéressantes repose en premier lieu sur l'évaluation comparative des peuplements et des volumes requis sur un plan économique : soit extraction à partir de la biomasse naturelle, soit mise au point de cultures nouvelles, soit encore production au laboratoire.

S'agissant d'une flore insulaire fragile et présentant un fort taux d'endémisme, nous proposons une approche différente selon qu'il s'agit d'espèces vulnérables ou non.

Pour les espèces endémiques, nous disposons, pour apprécier leur vulnérabilité, d'un indice IUCN, précisé dans la BD Nadeud :

**Tableau 6. Indice IUCN (BD Nadeud)**

NUMÉRO	STATUT	Code IUCN
1	Éteint	EX
2	Éteint à l'état sauvage	EW
3	Gravement menacé d'extinction	CR
4	Menacé d'extinction	EN
5	Vulnérable	VU
6	Faible risque	LR
7	Dépendant de mesures de conservation	LRcd
8	Quasi menacé	LRnt
9	Préoccupation mineure	LRlc
10	Insuffisamment documenté	DD
11	Non évalué	NE

Statut IUCN de la flore de Polynésie française (<http://www.mnhn.fr/mnhn/bimm/protection/fr/ListeRouge.htm>)

*Espèces non vulnérables.* Leurs peuplements et leur accessibilité permettent une extraction à partir de la biomasse naturelle.

*Espèces vulnérables (indices 1 à 5 : CR et VU).* Les espèces gravement menacées d'extinction et vulnérables sont à protéger, et ne peuvent pas faire l'objet de prélèvements. Elles sont donc en principe à exclure des projets de valorisation.

Ce critère d'exclusion a réduit le nombre d'espèces à prendre en compte à 430.

#### *Critère d'exclusion chimio-taxonomique*

Plusieurs familles ne présentant pas *a priori* d'intérêt pharmacobotanique (hors espèces d'usage médicinal) ont été exclues de l'expertise.

Nous nous sommes inspirés des méthodes élaborées et suivies par les grands programmes de bioprospection du National Cancer Institute, portant sur plusieurs milliers d'échantillons végétaux testés, venant du monde entier :

- Le *genre* est le niveau taxonomique le mieux corrélé à la distribution des métabolites secondaires, le cas le plus fréquent étant qu'un même principe actif se trouve dans les espèces du même genre ou des genres affines.
- Il est alors possible d'établir des *listes de taxons de faible priorité* : SLOP, pour Species Low On Priority (Spjut, 1985), comprenant en particulier les genres relativement bien étudiés (plus de 50 % des espèces du même genre testées sans résultats chimiques ou biologiques exploitables).

En application des principes venant d'être énoncés, les familles et genres suivants ont été exclus :

- Gesneriaceae
- Melastomataceae (exception : espèce envahissante de *Miconia*)
- Myrtaceae (hors espèces d'usage médicinal)
- Orchidaceae
- Urticaceae
- Poaceae, Cyperaceae (la plupart sont des espèces cosmopolites)
- Asteraceae, genre *Bidens*
- Rubiaceae, genre *Psychotria* (nombreuses études réalisées sans résultat significatif)
- Araceae

Les fougères (à l'exception des usages médicaux) en font également partie.

#### *Critère d'exclusion ethnobotanique (usages locaux)*

Les plantes médicinales largement répandues dans le monde, bien étudiées et souvent exploitées ainsi que les plantes alimentaires communes, les épices et les condiments majeurs, sans spécificité polynésienne, ont aussi été exclues.

## **2.4 Critères de sélection**

### **Critères chimio-taxonomiques**

Sont retenus les genres bien représentés en espèces endémiques et renfermant des espèces présentant un grand intérêt au plan pharmacobotanique.

### **Critères ethnobotaniques**

Selon les critères de sélection retenus pour l'expertise (cf. plus bas tabl. 7, « originalité botanique »), la plupart des plantes utilisées localement sont introduites, souvent naturalisées et se trouvent exclues du champ de l'expertise.

C'est le cas des Arecaceae ; tous les palmiers polynésiens sont introduits, sauf *Pritchardia* avec deux espèces dans les Tuamotu et *Pelagodoxa henryanum* considéré comme endémique de Nuku Hiva.

Certains usages locaux peuvent cependant être intéressants, mais toute la difficulté pour l'expert est d'avoir accès à ces informations.

Il n'était pas possible dans le cadre de cette expertise d'examiner l'ensemble de la littérature ethnobotanique disponible. Cependant, quelques plantes ont été retenues pour leurs usages locaux intéressants ; elles sont indiquées par la lettre R dans la dernière colonne du fichier « Flore médicinale » disponible en Annexe. Par ailleurs, Pierre Cabalion dans sa contribution attire l'attention sur plusieurs autres plantes médicinales pour lesquelles les informations recueillies fournissent des pistes intéressantes.

**Tableau 7. Critères d'exclusion vs sélection des espèces végétales**

Critères de sélection	Critères d'exclusion
<b>Originalité botanique</b> Plantes endémiques	<b>Botanique</b> Plantes naturalisées largement répandues
<b>Usages locaux</b> Plantes médicinales locales	<b>Usages locaux</b> Plantes médicinales largement répandues dans le monde, bien étudiées et souvent exploitées. Pas de spécificité polynésienne Plantes alimentaires communes, épices et condiments majeurs
<b>Chimiotaxonomiques</b> Le genre : niveau taxonomique le mieux corrélé à la distribution des métabolites secondaires (Suffness et Doulos, 1982)	<b>Chimiotaxonomiques</b> Espèces/ genre de faible intérêt : (SLOP ou SLOT, pour Species Low On Priority – Spjut, 1985 ) Familles et genres exclus : Gesneriaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Urticaceae, Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae genre <i>Bidens</i> , Araceae, Arecaceae Les fougères (exception faite des usages médicaux)
<b>Bio-écologiques ou biogéographiques</b> Espèces non vulnérables (indice IUCN>5)	<b>Bio-écologiques ou biogéographiques</b> Espèces vulnérables Plantes naturalisées et largement répandues Espèces peu accessibles (peuplements dispersés, éloignés)

### 3. Plantes examinées par les experts

#### *Réalisation de fiches produits*

L'ensemble des critères d'exclusion/sélection conduit à retenir 163 espèces pour l'expertise.

Chacune de ces espèces a fait l'objet d'une « fiche produit ».

Les fiches produits réunissent les caractéristiques des produits et ont été élaborées sur le modèle des RCP des monographies des pharmacopées.

Les fiches produits comprennent les informations suivantes :

- Nom scientifique.
- Synonymes (avec précisions éventuelles sur les possibilités de confusion botanique).
- L'accessibilité : cette notion regroupe les notions de vulnérabilité, d'abondance et de structuration des peuplements, en d'autres termes l'écologie de la ressource.
- Composition chimique et propriétés biologiques ou pharmaceutiques.
- Orientations (= avis de l'expert rédacteur).
- Commentaires éventuels des autres experts.

Ces fiches produits ont été réparties entre les experts « ressources végétales » en tenant compte dans la mesure du possible de leur domaine de compétence.

Les données botaniques (taxonomie, distribution, écologie) ont été revues par Jacques Florence.

Les autres rubriques ont été rédigées par les experts rédacteurs des fiches produits.

Les espèces d'un même genre, supposées présenter le même profil pharmacochimique, sont regroupées dans une même fiche produit.

#### **Classement des espèces examinées en trois groupes**

Pour chaque fiche produit dont ils avaient en charge la rédaction, les experts ont proposé son classement dans l'une des trois grandes catégories définies collectivement, accompagné d'un diagnostic sur les orientations possibles en matière de recherche et de valorisation.

Les critères qui ont présidé au classement des espèces sont les suivants :

- l'état des connaissances sur leurs propriétés chimiques et pharmacologiques ;
- l'originalité botanique (les espèces endémiques non vulnérables privilégiées...);
- la disponibilité de la ressource ;
- l'usage médicinal local intéressant.

Ces classements ont ensuite été validés de manière collégiale.

Les espèces examinées pour lesquelles les experts ont constaté l'absence totale de données bibliographiques ont été déclassées dans le groupe des espèces non examinées.

Cette analyse critique de la littérature conduit à un classement en 3 groupes de N fiches produits (tabl. 8 en fin de document).

*Groupe 1. Sélection restreinte : produits à vrai potentiel de valorisation*

Comme pour les autres groupes, les fiches produits résument les caractéristiques du produit justifiant leur classement. Lorsqu'il s'agit de produits exploités, des précisions sont données sur les modes d'obtention, de protection, et leur intérêt industriel. Ces produits sont par ailleurs traités dans les contributions des experts selon leur domaine de compétence.

*Groupe 2. Possibilité de valorisation à moyen terme*

Pour chacune de ces ressources ou produits, les experts ont proposé des orientations de recherche ou d'expertise réalisables à moyen terme.

Parmi les espèces ou groupes d'espèces retenues en groupe 2 figurent en bonne place celles appartenant à des genres bien représentés en espèces endémiques et connus pour leur intérêt pharmacobotanique. Leur parenté avec des ressources de grande valeur devrait leur conférer un certain intérêt.

La plupart d'entre elles relèvent cependant des catégories IUCN sensibles.

Pour ces espèces rares ou vulnérables, leurs probables propriétés biologiques justifieraient des campagnes de récolte strictement contrôlées, accompagnées de mesure de sauvegarde : mise en culture, conservation *in vitro*.

C'est le cas de :

- *Melicope* spp. : plantes à alcaloïdes, acétophénones et à huiles essentielles, avec des activités insecticides démontrées pour plusieurs espèces du genre.
- *Myrsine* spp. : nombreuses activités biologiques démontrées dans le genre, constituants chimiques originaux et *a priori* intéressants.
- *Pittosporum* spp. : données significatives en chimie et biologie. Plusieurs espèces endémiques, mais avec des statuts IUCN sensibles.

Enfin, les échanges entre experts durant les séances de travail ont conduit à nuancer le classement des espèces dans le groupe 2. Pour certains experts, les espèces polynésiennes des genres *Maytenus* et *Melicope* présentent *a priori* un intérêt moindre. En effet, les macrolides de type maytansine présents dans le genre *Maytenus*, s'ils suscitent encore un grand intérêt, n'ont toujours pas conduit aux produits anticancéreux attendus, et les métabolites secondaires isolés du genre *Melicope*, tout intéressants qu'ils soient par leur structure chimique, se sont montrés jusqu'ici très décevants d'un point de vue pharmacologique.

Ont aussi été intégrées à ce groupe 2 *Premna serratifolia*, *Terminalia glabrata*, sélectionnées par Pierre Cabalion à l'issue de l'examen le plus exhaustif possible des usages et des propriétés issus de la littérature.

### *Groupe 3. Produits intéressants mais non prioritaires*

Ce sont des produits qui répondent aux critères de sélection pris en compte dans l'expertise mais pour lesquels, en l'absence de données bibliographiques significatives, il n'est pas possible de proposer des orientations en matière de recherche et développement.

Figurent dans ce groupe plusieurs espèces appartenant à un groupe taxonomique intéressant mais dont la composition chimique n'est pas étudiée. Selon les experts, leur intérêt semble plus théorique que pratique.

*Exemple des Rauvolfia et Ochrosia endémiques.* Les genres *Rauvolfia* et *Ochrosia* fournissent des alcaloïdes de premier plan en cancérologie. Cependant, selon l'un des experts, l'étude des *Rauvolfia* ou *Ochrosia* endémiques présente surtout un intérêt académique. La possibilité de trouver des molécules très originales semble faible et les espèces de ces genres ont donc été classées dans le groupe 3.

On trouve donc, dans ce groupe 3, pour l'essentiel des espèces exploitées dans d'autres régions du monde, pour lesquelles la Polynésie française semble mal positionnée, s'agissant de leur valorisation à moyen ou long terme.

## **4. Perspectives**

Si la plupart des produits étudiés demeurent encore, à quelques exceptions près, faiblement identifiés en termes de valorisation, les ressources végétales retenues dans les groupes 1 et 2 offrent selon les experts des opportunités de développement réelles ou potentielles. La Polynésie française dispose ainsi d'un premier tableau de bord rassemblant des informations pertinentes sur les ressources exploitables.

On doit aussi garder à l'esprit que le succès d'une opération de valorisation économique des ressources végétales locales ne dépend pas seulement de leur originalité botanique (endémisme) ou pharmacochimique (molécules intéressantes de



par leurs propriétés), mais aussi de savoir-faire locaux liés à des ressources *a priori* banales ou non encore étudiées (cas des ressources classées dans le groupe 3) intelligemment mis en valeur par des technologies adaptées et une promotion réussie (voir à ce propos dans cette partie analytique la contribution de V. Boisvert).

L'ensemble de ces fiches produits fournit la matrice d'une veille technologique destinée à suivre les avancées scientifiques et techniques dans le secteur des substances naturelles, activité de veille qui pourrait être mise en place en Polynésie de manière à saisir les opportunités de développement d'activités.

Tout en admettant le caractère arbitraire des critères d'exclusion retenus, ces derniers ont été validés collectivement par l'ensemble des experts, considérant que le risque d'exclusion d'espèces intéressantes est jugé mineur par rapport aux objectifs de valorisation à court et moyen terme.

Cependant, il convient ici d'attirer l'attention sur un biais important induit par la méthode utilisée. En effet, la biodiversité végétale locale est sous-étudiée, et elle est donc par voie de conséquence sous-exploitée.

L'absence de référence bibliographique concernant le genre *Coprosma* (appartenant à la famille des Rubiacées, la plus représentée en Polynésie française) avec une aire de répartition géographique limitée, illustre bien cette situation. On pourrait citer d'autres exemples issus de la flore locale, comme le genre *Trimenia* (famille des Trimeniacées) non étudié à notre connaissance.

Prépondérantes dans la flore avec 233 espèces, les fougères mériteraient une attention particulière. Si les références bibliographiques sont nombreuses, au moins au niveau du genre, il n'est pas possible dans le cadre de l'expertise de dégager des orientations fortes en matière de propriétés biologiques valorisables, en dehors de quelques espèces utilisées localement, qui font l'objet de fiches produits. Une étude particulière est à mener sur ce groupe, bien représenté en espèces endémiques, en croisant l'originalité botanique, les usages et les propriétés établies ou suggérées par ces usages.

#### 4.1 Intérêt des plantes médicinales locales

Parmi les 194 espèces médicinales recensées, une centaine sont des herbacées. Pour 87 qui sont des ligneuses, 5 espèces seulement sont strictement endémiques. Dans leur majorité, elles sont indigènes et/ou acclimatées.

La plupart des espèces sont obtenues par cueillette dans le milieu naturel ; 65 espèces sont indiqués comme étant cultivées. Leur obtention à une plus large échelle, à des fins de production de matière première, nécessite leur mise en culture, ou, si l'on s'en tient à la cueillette, à la mise en place de plans de gestion assurant la pérennité de la ressource, une démarche qui ne semble pas encore entrée dans la pratique en Polynésie française.

Si on peut considérer que la flore de Polynésie française est relativement bien connue et inventoriée, l'examen du statut taxonomique des plantes médicinales

mentionnées dans les ouvrages de références cités a mis en lumière plusieurs sources d'erreurs possibles :

- Problèmes de synonymies : ils sont nombreux et sont signalés dans les fiches produits aussi bien que dans le tableau récapitulant les plantes utiles de Polynésie.
- Noms scientifiques cités illégitimes : par exemple, *Wikstroemia foetida* (Thymeleaceae).

Des usages locaux intéressants et des activités biologiques sont démontrées dans le genre, mais, selon J. Florence, il y a eu un réel problème nomenclatural sur ce nom : le type représente une Rubiaceae !! Le premier nom disponible pour la région est donc *W. coriacea* Seem. En conséquence, il est bien difficile de relier avec certitude les nombreux usages et propriétés signalés à un taxon précis.

- Doute sur le nom scientifique attribué dans les ouvrages : Par exemple, *Zanthoxylum pinnatum* – Rutaceae n'est apparemment pas présent en Polynésie française. Par ailleurs, ce qui est considéré comme tel à Rapa paraît être différent et serait proche du taxon des îles de la Société : *Z. nadeaudii*, endémique de Moorea, Raiatea, Tahaa et Tahiti.

Autre exemple, *Derris trifoliata* – Fabaceae. L'usage comme ichtyotoxique et les propriétés insecticides mentionnés par Pétard suscitent en première lecture un grand intérêt. *D. trifoliata* est cependant très rare en Polynésie, avec une seule récolte récente à Rurutu (Australes), et il pourrait s'agir d'une confusion avec *D. malaccensis*, récemment introduite en Polynésie, déjà largement naturalisée dans les îles de la Société, Moorea, Raiatea, Tahaa et Tahiti, et largement exploitée ailleurs dans le monde pour sa teneur élevée en roténoïdes insecticides.

Avant de s'intéresser à cette ressource et en l'absence de données actualisées sur sa taxonomie, sa bio-écologie et son abondance, il nous semble souhaitable de la reléguer dans le groupe des « espèces non prioritaires » et de lui préférer *Tephrosia purpurea*, une autre source de roténoïdes classée dans le groupe 1.

Une analyse détaillée du statut taxonomique de la ressource est donc un préalable indispensable à tout projet de valorisation d'une ressource végétale locale. Plusieurs projets sur les plantes ichtyotoxiques ou insecticides ont été envisagés et sont restés sans suite, en raison probablement des confusions botaniques que nous venons d'évoquer.

Le cas de *boerhavia diffusa* L., classée dans le groupe 3, est aussi significatif.

Il paraît actuellement difficile de pouvoir retenir les nombreux usages signalés dans la littérature, associé à un nom qualifié par J. Florence de « dépotoir », pour lequel il est impossible de lier de manière non ambivalente des propriétés particulières à des plantes non clairement déterminées.

#### **4.2 Quelques pistes de recherches sur les plantes médicinales locales**

##### **Exploitation des données sur les usages médicaux dans les collections d'herbiers, notamment les collections historiques du Muséum national d'histoire naturelle**

L'Herbier du MNHN renferme des collections historiques, recueillies lors des grandes missions d'inventaires. Ces herbiers comportent souvent des observations sur les usages des plantes qui présentent un grand intérêt pour les raisons suivantes :

- Informations relevées « à la source », donc aucune ambiguïté sur l'espèce à laquelle se rapporte l'usage, alors que c'est souvent l'une des difficultés rencontrées dans les études ethnobotaniques classiques.
- Les données botaniques et ethnobotaniques peuvent être géo-référencées.
- Les usages sont souvent originaux, jamais reportés auparavant, voire disparus de la mémoire collective des populations.

L'informatisation des herbiers en cours offrira de nouvelles possibilités d'exploitation de ces données originales.

##### **Exploitation de la littérature ancienne, notamment celle des voyageurs et naturalistes**

Ces ouvrages sont riches en informations originales voire disparues de la mémoire collective des populations. Une relecture de ces ouvrages avec actualisation des données botaniques des espèces citées pourrait se révéler une source importante d'informations (voir à ce propos la contribution de Pierre Cabalion).

#### **4.3 Évaluer le niveau de l'automédication par les plantes dans la population et son impact sur l'accès aux soins**

S'il est vrai que cette question est quelque peu en marge de l'expertise car elle relève plus de préoccupations de santé publique que d'une valorisation économique, elle mérite cependant que l'on y prête attention pour les raisons suivantes :

- La consommation de phytomédicaments traditionnels génère dans certains pays une activité non négligeable : marché des plantes, activité des herboristes, par exemple, plus ou moins tolérés ou encadrés.
- Les pratiques médicales et thérapeutiques chinoises connaissent actuellement un regain d'intérêt évident. Qu'en est-il en Polynésie où la communauté chinoise est importante?

Nous n'avons pas trouvé dans la documentation consultée d'évaluation des pratiques d'automédication. Des études précisant sa place actuelle et celle des guérisseurs dans l'itinéraire thérapeutique des Polynésiens pourraient être menées, sur le modèle du programme TRAMIL dans la Caraïbe (Robineau et Soejarto, 1996 ; Germosèn-Robineau *et al.*, 1999).

#### 4.4 De belles échappées

La flore de Polynésie s'est trouvée enrichie par l'introduction de nombreuses espèces au cours de différentes migrations (Maclet et Barrau, 1959).

Dans leur très grande majorité, les plantes alimentaires furent introduites par les migrations qui peuplèrent les terres de cette partie du Pacifique Sud. La plupart de ces plantes vinrent de l'Asie, ou de la Malaisie ou des terres du Pacifique occidental. Avant l'arrivée des Européens, certaines plantes furent considérablement améliorées en Polynésie. Ce fut notamment le cas de l'arbre à pain, *Artocarpus altilis*, et du bananier fehi, *Musa troglodytarum*, mais aussi de *Musa x paradisiaca* (banane plantain, à un degré moindre que la fehi), de *Colocasia esculenta* (taro).

Les introductions de plantes par les Européens commencent très tôt, dès la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, mais elles sont véritablement organisées et favorisées au XIX<sup>e</sup> siècle par la création de jardins et de stations : le jardin Raoul à Mamo, Papeete en 1880 ; la Station d'altitude de Fautaua, pour les cultures et acclimatation des quinquinas, le jardin d'essais de Taravao et de Pirae, plusieurs initiatives de particulier (Harrison Smith à Papeari).

Dans ces jardins, furent introduits et multipliés à fin de distribution de très nombreuses plantes, manguiers, letchis, et bien d'autres arbres fruitiers, plantes utiles et ornementales.

Un autre facteur assez important de cet enrichissement fut l'immigration de travailleurs chinois qui, par la suite, se fixèrent à Tahiti, y devinrent artisans, commerçants, maraîchers, etc. On leur doit l'introduction et la multiplication de plusieurs espèces utiles, notamment de plantes légumineuses.

Plusieurs espèces sont échappées des cultures, d'un grand intérêt économique. Parmi des dernières, il faut signaler les *Cinchona*, avec deux espèces introduites en 1938, testées et multipliées par MM. Pétard et Boubée, selon Maclet et Barrau (1959) :

- *Cinchona ledgeriana* Moens,
- *Cinchona succiruba* Pavon.

Les peuplements sauvages actuels sont suffisamment importants (une espèce de *Cinchona* est même envahissante dans la presqu'île de Taravao depuis quelques années\*) pour que l'on s'intéresse à ces ressources d'un grand intérêt économique, pour lesquels il y a un marché local et international et une réglementation clairement établie et applicable.

---

\* J.-Y. Meyer, comm. pers.

## **5. La bioprospection des ressources végétales polynésiennes peut-elle susciter une activité économiquement viable ?**

### *5.1 Enjeux actuels de la bioprospection*

La bioprospection consiste en l'exploitation, l'extraction et le criblage ou tri de la diversité biologique et des connaissances indigènes pour découvrir des ressources génétiques ou biochimiques ayant une valeur commerciale.

Les premiers acteurs concernés sont les scientifiques qui apportent l'expertise scientifique nécessaire.

Les spécialistes en systématique et taxonomie sont de plus en plus courtisés par l'industrie du vivant. Monsanto, une des plus puissantes multinationales américaines, supporte financièrement le Missouri Botanical Garden à Saint Louis, l'herbier le plus dynamique au niveau mondial actuellement, selon les spécialistes.

Sont aussi concernées les équipes de recherche étudiant les propriétés biologiques des plantes médicinales (ethno-pharmacologie, pharmacognosie, chimie des substances naturelles).

Ce type d'activité est relancé avec le développement des techniques de criblage automatisé à haut débit (HTS, pour *high throughout screening*).

Au début des années 1990, l'introduction de la robotique dans les techniques de criblages pharmaceutiques a provoqué une véritable révolution dans la recherche industrielle (secteurs concernés : santé, cosmétologie, agronomie, environnement). Les grandes firmes pharmaceutiques s'équipent de robots permettant le traitement automatique de milliers d'extraits ou produits purs, qui sont testés sur des batteries de « cibles biologiques » maintenant miniaturisées grâce aux progrès des biotechnologies.

Les firmes achètent des bibliothèques entières de produits ou extraits pour alimenter les criblages à haut débit, et leurs besoins suscitent la mise en œuvre de programmes de bioprospection, objets de conventions entre les firmes pharmaceutiques et les États détenteurs des ressources, ou leurs institutions mandatées pour cela, qui cherchent à valoriser leurs « gisements » de biodiversité.

La fourniture d'extraits végétaux ou animaux pour alimenter les besoins des entreprises, en particulier celles pratiquant le nouveau triage à haut débit, peut, en diversifiant les partenariats industriels, devenir une activité lucrative pour une institution locale, une communauté associée à cette institution ou une entreprise.

L'expérience menée par l'INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad) au Costa Rica est à ce titre intéressante et plusieurs pays semblent vouloir suivre cet exemple. Des ONG comme Pro-Natura proposent leurs services comme intermédiaire entre les

instituts des pays sources et les entreprises. L'ONG négocie avec les entreprises intéressées les modalités de fourniture des extraits. Elle veille à ce que les bénéfices obtenus de leurs exploitations aillent vers des actions de développement local. On peut cependant se demander si ce genre d'association n'est pas un écran de plus entre les pays détenteurs de la ressource et les utilisateurs. Les nombreuses ONG qui interviennent au nom des communautés locales ont une durée d'action variable et peuvent disparaître bien avant l'obtention des premiers bénéfices espérés, après les longues années de recherche et de développement.

#### **Nature des revenus attendus**

- vente d'échantillons botaniques ou d'extraits selon un prix de marché, entre 50 et 1 000 euros l'échantillon, selon qu'il s'agit de plantes en vrac ou d'extraits certifiés ;
- royalties versées par les sociétés sur les brevets liés à l'exploitation de principes actifs dérivés des échantillons (obtention par synthèse, hémisynthèse ou produits d'extraction).

Ce type d'activité peut aussi avoir des retombées autres que financières.

#### **Impact socio-environnemental**

- création d'emplois locaux (récolteurs, activités de services),
- prises de conscience des acteurs locaux sur la valeur du patrimoine naturel et sur la nécessité de le conserver.

#### **Impacts scientifiques**

- participation à l'innovation industrielle,
- acquisition des connaissances sur la biodiversité,
- transferts technologiques et/ou renforcement des capacités scientifiques d'expertise.

Il conviendrait donc de mener une étude de faisabilité pour la mise en place en Polynésie française, l'un des « Hot spots » de biodiversité de l'outre-mer tropical français, d'une structure assumant la gestion des collections et la fourniture d'échantillons certifiés. Ce type de structure pourrait fonctionner selon un modèle proche de celui des « Centres de ressources biologiques ».

### ***Les conditions d'une activité de bioprospection en Polynésie française***

#### **Richesse du gisement à explorer**

Pour 80 à 90 % des plantes endémiques, il n'existe aucune référence bibliographique témoignant d'études scientifiques.

De ce fait, la majorité des plantes endémiques n'a pas été retenue par l'expertise. Leur situation en termes de connaissance de la ressource est tout à fait comparable à celle des substances marines.

Pour les plantes endémiques vulnérables non étudiées, nous proposons *la création de collections, ou extractothèques, qui seront traitées de la même manière que les organismes marins.*

La collecte d'échantillons, organisée et encadrée scientifiquement et réglementairement, contribuant à l'enrichissement des collections, peut devenir un moyen de gestion durable des ressources naturelles (objectifs de l'ONG Pro-Natura).

Le nombre d'échantillons potentiel dépend :

- du type biologique, en moyenne 2 à 4 pour un arbre (feuilles, écorces de tronc, racines, fruits...), 2 pour les herbacées (parties aériennes et souterraines), 2 pour les lianes, etc. ;
- de la quantité récoltable (au minimum 50 grammes pour un criblage primaire) ;
- et de la gamme des solvants d'extractions utilisés : entre 2 et 4 généralement.

Cette structure aurait pour vocation la création et la gestion de :

- souchothèques [cela concerne les micro-organismes marins, voir contribution sur les organismes marins (J. Guézennec, C. Débitus)] ;
- extractothèques (herbiers, échantillons et extraits végétaux) ;
- chimiothèques (collections de molécules isolées en laboratoire).

Dans cette perspective, il serait judicieux de se rapprocher des responsables du programme « Chimiothèque nationale » mené par le CNRS.

### **Dispositif et équipements de base nécessaires**

#### *Plate-forme d'échantillonnage*

Il convient en premier lieu de constituer un herbier correctement géré et intégrant les révisions botaniques récentes. En second, il faut prévoir un dispositif permettant la conservation *ex situ* des échantillons : chambre froide, congélateurs et séchoir de grande capacité.

En raison de la dispersion géographique et de l'endémisme insulaire élevé, un tel projet suppose l'organisation de campagnes de récoltes strictement contrôlées, accompagnées de mesure de sauvegarde, avec mise en culture et conservation *in vitro* des espèces les plus menacées.

#### *Plate-forme d'extraction et de formatage des extraits*

Le fractionnement et la mise en plaques standards dites « plaques mères », prêtes à être testées, permettent de constituer un stock d'échantillons disponibles pour les essais pharmacologiques ultérieurs.

Les étapes d'isolement et de déréplication (repérage rapide des composés ubiquistes peu intéressants) peuvent être réalisées en Polynésie où plusieurs équipes performantes de chimie sont à même de le faire. Quant aux techniques de déréplications, devenues indispensables dans le criblage à haut débit, elles pourront être acquises auprès des partenaires intéressés (Harvey, 2000).

L'équipement de base est constitué d'un appareillage du type robot diluteur adapté au moyen ou haut débit, le moyen débit paraissant *a priori* suffisant. De

nouvelles méthodes ont été développées permettant d'optimiser les bibliothèques de produits pour le criblage à haut débit (Cordell, 2000 ; Abel *et al.*, 2002).

*Criblage pharmacologique*

- Tests biologiques au laboratoire : la sélection des extraits actifs au moyen de tests biologiques est devenue la règle en pharmacochimie des substances naturelles. Des tests de laboratoires fiables et facilement réalisables peuvent être développés et utilisés par les équipes locales, en collaboration avec les équipes de recherche en biologie médicale, comme celles existant à l'institut Mallardé.
- Criblages pharmacologiques robotisés : il faut cependant faire la distinction entre les tests biologiques nécessaires au laboratoire pour la détection et le suivi du fractionnement ultérieurs des extraits actifs et la mise en place de tests pharmacologiques robotisés. Ces derniers nécessitent des spécialistes en pharmacologie et en ingénierie (miniaturisation des tests, leur robotisation, puis tests de confirmation) que l'on trouve rarement réunis en un même lieu.

La maîtrise de la production des plaques de tests permet en revanche de diversifier les partenaires dans différents domaines. La diversification nécessaire des partenariats industriels nationaux et internationaux implique le respect des termes de la Convention sur la biodiversité biologique (CDB), concernant notamment les règles d'accès aux ressources biologiques (cf. dans cette partie analytique la contribution de C. Noiville).



**Tableau 8. Liste des fiches produits, répartis en 3 groupes**

<b>Groupe 1</b>	<i>Callophyllum inophyllum</i> L. (CLUSIACEAE)
	<i>Gardenia taitensis</i> DC. (RUBIACEAE)
	<i>Ilex anomala</i> Hook. & Arnott (AQUIFOLIACEAE)
	<i>Morinda citrifolia</i> L. (RUBIACEAE)
	<i>Piper methysticum</i> G. Forst. (PIPERACEAE)
	<i>Santalum insulare</i> DC. var. <i>insulare</i> (TAHITI) <i>Santalum insulare</i> var. <i>marchionense</i> (Skotts.) Skotts. (Marquises) <i>Santalum insulare</i> var. <i>margaretae</i> (F. Br.) Skotts. (Rapa) <i>Santalum insulare</i> var. <i>raiateense</i> (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea) <i>Santalum insulare</i> var. <i>raivavense</i> F. Br. (Raivavae, Australes) <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. var. <i>piscatoria</i> (Ait.) Fosberg (FABACEAE)
	<i>Vanilla tahitensis</i> J. W. Moore (ORCHIDACEAE)

<b>Groupe 2</b>	<i>Astelia nadeaudii</i> Drake (ASTELIACEAE)
	<i>Maytenus vitiensis</i> (A. Gray) Ding Hou (CELASTRACEAE)
	<i>Melicope</i> spp. (RUTACEAE)
	<i>Myrsine collina</i> Nadeaud (MYRSINACEAE)
	<i>Neonauclea forsteri</i> (Seemann) Merrill (RUBIACEAE)
	<i>Pittosporum orohenense</i> J. W. Moore (PITTOSPORACEAE)
	<i>Premna serratifolia</i> L. (LAMIACEAE, anciennement VERBENACEAE)
	<i>Premna taitensis</i> Schauer
	<i>Sigesbeckia orientalis</i> L. (ASTERACEAE)
	<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze (TACCACEAE)
	<i>Terminalia glabrata</i> G. Forst. f. var. <i>brownii</i> F. R. Fosberg & M. H. Sachet (COMBRETACEAE)
	<i>Wikstroemia coriacea</i> Seemann (THYMELAEACEAE)

<b>Groupe 3</b>	<i>Allophylus rhomboidalis</i> (SAPINDACEAE)
	<i>Alstonia costata</i> (APOCYNACEAE)
	<i>Alyxia stellata</i> var. <i>stellata</i> (APOCYNACEAE)
	<i>Argusia argentea</i> (L.f.) Heine (BORAGINACEAE)
	<i>Asplenium gibberosum</i> (ASPLENIACEAE)
	<i>Asplenium nidus</i> L. (ASPLENIACEAE)
	<i>Boerhavia diffusa</i> L. (NYCTAGINACEAE)
	<i>Cassytha filiformis</i> L. (LAURACEAE)
	<i>Cerbera manghas</i> L. (APOCYNACEAE)
	<i>Chamaesyce fosbergii</i> J. Florence (EUPHORBIACEAE)
	<i>Claoxylon collenettei</i> Riley (EUPHORBIACEAE)
	<i>Cocculus orbiculatus</i> (L.) DC. (MENISPERMACEAE)
	<i>Coprosma</i> spp. (RUBIACEAE)
	<i>Cymbopogon refractus</i> (R. Br.) Camus (POACEAE)
	<i>Davallia solida</i> (G. Forst.) Sw. (DAVALLIACEAE)
	<i>Dryopteris hirtipes</i> (Blume) O. Kuntze (DRYOPTERIDACEAE)
	<i>Erythrina variegata</i> L. (FABACEAE)
	<i>Fagraea berteriana</i> A. Gray ex Benth. var. <i>berteriana</i> (LOGANIACEAE)
	<i>Ficus prolixa</i> G. Forst. var. <i>prolixa</i> (MORACEAE)
	<i>Geniostoma quadrangulare</i> Fosberg (LOGANIACEAE)
	<i>Glochidion emarginatum</i> J.W. Moore (EUPHORBIACEAE)

<b>Groupe 3 (suite)</b>	<i>Guettarda speciosa</i> L. (RUBIACEAE)
	<i>Heliotropium anomalum</i> Hook. et Arn. var. <i>anomalum</i> (BORAGINACEAE)
	HERNANDIACEAE
	<i>Homalanthus nutans</i> (G. Forst.) Guill. (EUPHORBIACEAE)
	<i>Homalium mouo</i> H. St John (FLACOURTIACEAE)
	<i>Lepidium bidentatum</i> Montin (BRASSICACEAE)
	<i>Macaranga attenuata</i> J. W. Moore/ <i>Macaranga venosa</i> J. W. Moore (EUPHORBIACEAE)
	<i>Meryta choristantha</i> Harms (ARALIACEAE)
	<i>Miconia calvescens</i> DC. (MELASTOMATACEAE)
	<i>Moringa oleifera</i> Lamarck (MORINGACEAE)
	<i>Phyllanthus pacificus</i> Muell. Arg. (EUPHORBIACEAE)
	<i>Pisonia grandis</i> R. Br. (NYCTAGINACEAE)
	<i>Psyrax odorata</i> (G. Forst.) N. Hallé et J. Florence (RUBIACEAE)
	<i>Rauvolfia sachetiae</i>
	<i>Reynoldsia marchionensis</i> F. Br. (Araliaceae) <i>Reynoldsia verrucosa</i> Seem. (ARALIACEAE)
	<i>Rhus taitensis</i> Guill. (ANACARDIACEAE)
	<i>Streblus anthropophagorum</i> (Seem.) Corner (MORACEAE)
	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Solander ex Correa (MALVACEAE)
	<i>Vaccinium cereum</i> (L. f.) G. Forst. (ERICACEAE)
	<i>Zanthoxylum pinnatum</i> (J.R. Forst.& G. Forst.) W.R.B. Oliv. (Rutaceae)

## Bibliographie

- ABEL U., KOCH C., SPEITLING M., HANSSKE F.G., 2002 - Modern methods to produce natural-product libraries. *Current Opinion in Chemical Biology*, 6 (4): 453-458.
- BIRNBAUM P., 1995 - Histoire de l'invasion d'une plante introduite, *Miconia calvescens*, dans une île polynésienne, Tahiti. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 26: 283-295.
- BRADLEY D., 1998 - Natural extracts - a new perspective on assessing diversity. *Drug Discovery Today*, 3(11) : 489-490.
- CARLQUIST S., 1974 - *Island Biology*. New York, Columbia University Press, 660 p.
- CORDELL G.A., 2000 - Biodiversity and drug discovery : a symbiotic relationship. *Phytochemistry*, 55(6) : 463-480.
- DARWIN C., 1859 - *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favored races in the struggle for life*. London, J. Murray, 502 p.
- DITTMAR A., 1998 - *Zur traditionellen Heilkunde Samoas. Charakteristika und Strukturierungen des Heilpflanzenuniversums*. Egelsbach, Frankfurt, München: Verlag Dr. Hänsel-Hohenhausen. Diss. Univ. Frankfurt 1998. (Deutsche Hochschulschriften 1153)).
- FLORENCE J., 1997 - *Flore de la Polynésie française : 1. Cannabaceae – Cecropiaceae – Euphorbiaceae – Moraceae – Piperaceae - Ulmaceae – Urticaceae*. Orstom, Paris, Faune et Flore Tropicales, No 34, 393 p.
- FLORENCE J., 2004 - *Flore de la Polynésie française : 2. Actinidiaceae, Aizoaceae, Amaranthaceae, Annonaceae, Aristolochiaceae, Basellaceae, Berberidaceae*. Paris, IRD, MNHN, 503 p.
- FLORENCE J., OLLIER C. (dessin.), 1993 – « La végétation de quelques îles de Polynésie française : : planches 54-55 ». In *Atlas de la Polynésie française*. Orstom, Paris : 6 p., bibl., cart. : 2:1/150.000, tabl.
- GERMOSÈN-ROBINEAU L. (ed.), WENIGER B. (collab.), MORETTI C. (collab.), SAUVAIN M. (collab.), 1999 - *Pharmacopée végétale caribéenne*. Fort de France, Emile Désormeaux, 493 p.
- HARVEY A., 2000 - Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. *Drug Discovery Today*, 5(7): 294-300.
- MABBERLEY D.J., 1997 - *The plant book : a portable dictionary of the vascular plants (...)*. Royaume-Uni, Etats-Unis, Cambridge University Press, 858 p.
- MACLET J.N., BARRAU J., 1959 - Catalogue des Plantes utiles aujourd'hui présentes en Polynésie française. *Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée*, 6: 145 p.
- MORETTI C., 1998 - Possibilités actuelles de valorisation des Plantes aromatiques et médicinales de la Guyane : le point de vue d'un phytochimiste. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 40(1-2) : 279-297.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- ROBINEAU L., SOEJARTO D., 1996 – « TRAMIL: A research project on the medicinal plant resources of the Caribbean ». In Balick M.J., Elisabetsky E., Laird S.A. : *Medicinal resources of the tropical forest : biodiversity and its importance to human health*. New York, Columbia University Press :317-325.

- SPJUT R.W., 1985 - Limitations of a random screen: Search for new anticancer drugs in higher plants. *Economic Botany*, 39(3): 266-288
- Suffness et Doulos, 1982) p. 10
- UICN, 1994 - *Catégories de l'UICN pour les listes rouges. Préparées par la Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN telles qu'approuvées par la 40e réunion du Conseil de l'UICN, Gland, Suisse.*  
<http://www.mnhn.fr/mnhn/bimm/protection/fr/ListeRouge.htm>
- VAN BALGOOY M.M.J., 1971 - *Plant Geography of the Pacific : as based on a census of Phanerogam genera.* Leyden, Rijksherbarium, 222 p.
- ZEPERNICK B., 1972 - *Arzneipflanzen des Polynesier (plantes médicinales des Polynésiens).* Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 307 p.

**Annexe**  
**Fichier „Flore utile de Polynésie française ;**  
**espèces médicinales retenues**  
**pour l’expertise collégiale”**

---

Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel <sup>2</sup>	Orig. données
<i>Acrostichum aureum</i>	Adiantaceae	herbacée	indigène, fougère		Aus, Soc	localisé, mais toujours abondant	caractéristique des vasières littorales ou de la pseudomangrove, <i>Hibiscus tiliaceus</i>	?	3
<i>Cordyline fruticosa</i>	Agavaceae	arbrisseau	cultivée / naturalisée	<i>C. terminalis</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	communément cultivée	jardins ; vallées ou collines (marque points remarquables)	N	3
<i>Achyranthes aspera</i>	Amaranthaceae	sous-frutex	naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare	végétation rudéale	N	3
<i>Achyranthes aspera</i> var. <i>velutina</i>		sous-frutex, arbuste	indigène	<i>A. velutina</i>	Aus, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	sous-bois de forêt littorale et de motu sur substrat calcaire	R	2
<i>Amaranthus tricolor</i>		herbacée	adventice		Soc	ornementale rare	jardins	N	1
<i>Cyathula prostrata</i>		herbacée	adventice		Aus, Mar, Soc	abondante, par grandes taches	sous-bois des forêts de basse et moyenne vallée, anciennement occupées par les Polynésiens	N	3
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, abondante	cultivée en jardin ou vergers, ± largement naturalisée sur les reliefs de basse altitude	N	3
<i>Rhus taitensis</i>		arbre	indigène		Soc	abondante	caractéristique de la forêt mésophile de basse altitude, dans les grandes vallées, particulièrement Tahiti	R	1
<i>Spondias dulcis</i>		arbre	cultivée / subspontanée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	localisée, rare à abondante	jardin, ± persistant dans les basses vallées occupées autrefois par les Polynésiens	N	3
<i>Spondias mombin</i>		arbre	cultivée		Mar, Soc	localisée	jardins, aux Marquises commence à se naturaliser dans les vallées	N	1
<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	arbuste, petit arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Marq, Soc, Tua	localisée	jardin, se naturalise localement dans les Marquises, basse altitude dans les premiers reliefs	N	1
<i>Annona reticulata</i>		arbuste, petit arbre	cultivée / naturalisée		Gam, Soc, Tua	localisée	jardin, se naturalise à Makatea	N	1
<i>Annona squamosa</i>		arbuste, petit arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Marq, Soc, Tua	localisée	jardin, se naturalise lentement aux Marquises à basse altitude et à Makatea	N	1
<i>Cananga odorata</i>		arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Mar, Soc, Tua	localisée et rare	jardins, se naturalise en forêts humides de basse vallée	R	2
<i>Alyxia stellata</i> var. <i>stellata</i>	Apocynaceae	arbrisseau, arbuste	indigène	3 variétés au statut non définitif, seule la variété-type prise en compte ici	Soc	localisée, rare à abondante	sur les crêtes de moyenne et haute altitude, Tahiti et Moorea, plateau de Temehani, Raiatea	R	3
<i>Catharanthus roseus</i>		sous-arbrisseau	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Marq, Soc, Tua	localisée	jardin, naturalisée en végétation rudéale mésique de basse altitude	N	1
<i>Cerbera manghas</i>		arbre	indigène		Aus, Gam, Marq, Soc	localisée, répandue	en végétation de basse et moyenne altitude : vallées et reliefs	R	1
<i>Nerium oleander</i>		arbrisseau, arbuste	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, abondante	jardins, se naturalise en forêts humides de basse vallée	N	2
<i>Plumeria obtusa</i>		arbre	cultivée		Aus, Gam, Marq, Soc, Tua	localisée	jardin	N	1
<i>Plumeria obtusa</i> , <i>Plumeria rubra</i>		arbre			Aus, Gam, Marq, Soc, Tua	localisée	jardin	N	1
<i>Thevetia peruviana</i>		arbre	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	localisée	jardin, en voie de naturalisation aux Marquises et Makatea	N	1
<i>Ilex anomala</i>	Aquifoliaceae	arbre	indigène	<i>I. taitensis</i>	Mar, Soc	répandue et abondante	caractéristique des vallons et crêtes d'altitude en forêt de nuages	R	1
<i>Alocasia macrorrhizos</i>	Araceae	herbacée	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	localisée, répandue, souvent abondante	jardin, en sous-bois de forêt de basse altitude, dans les anciens sites Polynésiens	N	3
<i>Amorphophallus paeoniifolius</i> var. <i>campanulatus</i>		herbacée	naturalisée	<i>A. paeoniifolius</i> , <i>A. campanulatus</i>	Aus, Mar, Soc	localisée et très rare (? phénologie)	jardin, en sous-bois de forêt de basse vallée à <i>Hibiscus tiliaceus</i>	N	3
<i>Colocasia esculenta</i>		herbacée	cultivée / subspontanée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	répandue et abondante	culture irriguée ou non de basse altitude	N	3
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>		herbacée	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, localement abondante	culture	N	1
<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	cocoteraies et largement naturalisée, basse altitude	N	2

Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel <sup>2</sup>	Orig. données
<i>Asclepias curassavica</i>	Asclepiadaceae	sous-frutex	ornementale / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc	localisée à répandue, souvent abondante	jardin (Australes), ailleurs végétation rudérale humide ouverte, pâtures	N	3
<i>Calotropis gigantea</i>		arbrisseau, arbuste	ornementale / subspontanée		Aus, Soc, Tua	localisée	jardin, rarement subspontanée	N	1
<i>Asplenium gibberosum</i>	Aspleniaceae	herbacée	indigène, fougère		Aus, Gam, Mar, Soc	localisée à répandue, rare à peu abondante	en sous-bois de forêt de basse, haute altitude, souvent saxicole	R	1
<i>Asplenium nidus</i>		herbacée	indigène, fougère	<i>Neoptopteris nidus</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à répandue, abondante	sous-bois de forêt littorale et forêts de vallées mésiques ou humides de basse altitude	N	2
<i>Asplenium polyodon</i>		herbacée	indigène, fougère	<i>A. falcatum</i>	Aus, Gam, Soc, Tua	rare et localisée	sous-bois de forêt mésique, humide de basse, moyenne altitude	R	2
<i>Adenostemma viscosum</i>	Asteraceae	herbacée	adventice	<i>A. javenia sensu Zepernick</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	localisée	rarement cultivée, stations humides et ± ombragées de basse vallée	R	3
<i>Ageratum conyzoides</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	répandue et abondante	végétation rudérale ouverte, stations sèches, fraîches	N	3
<i>Bidens pilosa</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation rudérale de basse altitude	N	2
<i>Dicrocephala integrifolia</i>		herbacée	cultivée / naturalisée	<i>D. bicolor sensu Zepernick</i>	Aus, Soc	très rare, cultivée, rarement adventice	jardin	r	3
<i>Fitchia tahitensis</i>		arbuste, petit arbre	endémique		Soc	très rare et localisée	forêts ombrophiles de haute altitude	N	2
<i>Sigesbeckia orientalis</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc	localisé, rare à abondante	végétation rudérale de basse, moyenne altitude, en station ouverte, mésique, humide	R	3
<i>Sonchus oleraceus</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc	peu abondante et localisée	végétation rudérale de basse altitude	N	2
<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	arbuste, petit arbre	cultivée / naturalisée		Mar, Soc	rare, localement abondante	jardin, parfois naturalisée aux Marquises, en forêt de vallée, basse altitude	N	3
<i>Blechnum orientale</i>	Blechnaceae	herbacée	indigène, fougère		Aus, Gam, Soc	commune	basse altitude, station ouverte en vallées et sur premiers reliefs	N	3
<i>Argusia argentea</i>	Boraginaceae	arbre	indigène	<i>Messerschmidia argentea</i> , <i>Tournefortia argentea</i>	Aus, Gam, Soc, Tua	abondante et répandue	sur substrat calcaire ± grossier, fin, groupements littoraux ou motu	R	3
<i>Cordia subcordata</i>		arbre	indigène		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	sur substrat calcaire ± grossier, fin, groupements littoraux ou motu	N	3
<i>Heliotropium anomalum</i>		herbacée, sous-frutex	indigène		Aus, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	stations ouvertes de végétation littorale et de motu	N	2
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Brassicaceae	herbacée	cultivée	<i>Nasturtium officinale</i>	Aus, Gam, Mar, Soc	rare et localisée	culture	N	2
<i>Rorippa sarmentosa</i>		herbacée	cultivée / naturalisée	<i>Nasturtium sarmentosum</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	localisée, répandue	jardin (cultivée), végétation rudérale de basse altitude, station humide	N	3
<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	herbacée	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante, localisée à répandue	jardins et cultures	N	2
<i>Caesalpinia bonduc</i>	Caesalpinaceae	liane ligneuse	indigène	Doute sur l'identification exacte, est-ce <i>C. major</i> ??	Aus, Mar	rare à abondante, localisée	végétation littorale et mésique de basse altitude	N	2
<i>Caesalpinia crista</i>		liane ligneuse	indigène ?		??			N	2
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>		arbrisseau, arbuste	cultivée		Aus, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	jardins	N	2
<i>Senna alata</i>		arbrisseau, arbuste	naturalisée	<i>Cassia alata</i>	Aus, Mar, Soc, Tua	rare	jardin, parfois subspontanée en végétation rudérale	N	1
<i>Tamarindus indica</i>		arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, ± abondante, localisée	jardin, naturalisée aux Marquises, basse altitude en végétation ouverte	N	1
<i>Canna indica</i>	Cannaceae	herbacée	cultivée / naturalisée		Aus, Mar, Soc	rare et localisée	jardins, stations humides et ouvertes de végétation rudérale	N	2
<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	arbuste, petit arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	jardin, naturalisée en végétation ± anthropisée mésique de basse altitude	N	3
<i>Casuarina equisetifolia</i> <i>subsp. equisetifolia</i>	Casuarinaceae	arbre	indigène / naturalisée	<i>C. equisetifolia</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	plantée, végétation mésique de basse et moyenne altitude	R	3
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	jardins, végétation littorale ± anthropisée	N	2
<i>Terminalia glabrata</i> var. <i>brownii</i>		arbre	endémique		Mar	rare et dispersée	forêt mésique de basse altitude	R	3

Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel <sup>a</sup>	Orig. données
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	herbacée	adventice	<i>C. nudiflora</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	station ouverte et humide de végétation rudérale de basse altitude	N	2
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	liane herbacée	cultivée / subspontanée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et localisée	culture	N	2
<i>Ipomoea indica</i> var. <i>indica</i>		liane herbacée	indigène	<i>I. congesta</i>	Aus, Gam, Soc (?)	peu abondante et localisée	station ouverte de végétation rudérale de basse altitude	N	2
<i>Ipomoea pes-caprae</i> subsp. <i>brasiliensis</i>		liane herbacée	indigène	<i>I. pes-caprae sensu Zepernick</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	végétation pionnière herbacée littorale	N	3
<i>Operculina turpethum</i>		liane herbacée	indigène		Mar, Soc, Tua	rare et localisée	végétation ouverte de basse altitude	N	1
<i>Benincasa hispida</i>	Cucurbitaceae	liane herbacée	cultivée		Mar, Soc	rare et localisée	jardins	N	2
<i>Cucumis anguria</i>		liane herbacée	naturalisée		Mar	rare à peu abondante, localisée	jardins, stations ouvertes de végétation rudérale	N	2
<i>Cucumis melo</i> subsp. <i>agrestis</i>		liane herbacée	introduite / naturalisée	<i>C. pubescens</i>	Mar, Soc	rare et localisée	végétation ouverte de basse altitude	N	1
<i>Lagenaria siceraria</i>		liane herbacée	cultivée		Aus, Mar, Soc	rare et localisée	jardins	N	2
<i>Momordica charantia</i>		liane herbacée	cultivée / naturalisée		Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	jardin, végétation rudérale ouverte de basse altitude	N	1
<i>Kyllinga nemoralis</i>	Cyperaceae	herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation rudérale de basse et moyenne altitude, stations ouvertes et humides	N	1
<i>Mariscus javanicus</i>		herbacée	adventice	<i>Cyperus pennatus</i> , <i>C. javanicus</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation rudérale de basse et moyenne altitude, stations ouvertes et humides	N	3
<i>Davallia solida</i>	Davalliaceae	liane herbacée	indigène, fougère		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	végétation primaire de basse, haute altitude, le plus souvent en forêt	?	1
<i>Dioscorea alata</i>	Dioscoreaceae	liane herbacée	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	jardins, lisières de forêts de basse altitude	N	2
<i>Dioscorea pentaphylla</i>		liane herbacée	naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, localisée	forêts mésiques et humides de basses vallées, anciennement occupées par les Polynésiens	N	2
<i>Dioscorea bulbifera</i>		liane herbacée	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à peu abondante, localisée	sous-bois ou lisière de forêt de vallée de basse altitude	N	3
<i>Styphelia tameiameia</i>	Epacridaceae	arbrisseau, arbuste	indigène		Mar, Soc	rare, peu abondante, localisée	crêtes de haute altitude	N-1	2
<i>Aleurites moluccana</i>	Euphorbiaceae	arbre	naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	forêt de basse et moyenne altitude, anciens sites Polynésiens	N	3
<i>Chamaesyce hirta</i>		herbacée	adventice	<i>Euphorbia hirta</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation rudérale de basse et moyenne altitude, stations ouvertes, mésiques, xériques	N	1
<i>Homalanthus nutans</i>		arbuste, petit arbre	indigène		Aus, Soc, Tua	rare, abondante, localisée	forêts mésiques, humides de basse, moyenne altitude	R	2
<i>Manihot esculenta</i>		herbacée, arbrisseau	cultivée / subspontanée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	cultures	N	2
<i>Phyllanthus pacificus</i>		sous-arbrisseau, arbuste	endémique	<i>P. pacificus</i> var. <i>uahukensis</i>	Mar	rare à abondante, localisée	végétation ouverte de crêtes et croupes de moyenne et haute altitude	?	2
<i>Phyllanthus urinaria</i>		herbacée	adventice		Aus, Mar, Soc	rare, peu abondante, localisée	station humide de végétation rudérale ou de forêt de vallée de basse altitude anthropisée	N	1
<i>Phyllanthus virgatus</i>		sous-frutex, arbrisseau	indigène		Aus, Soc	rare et localisée	végétation mésique, xérique de basse altitude, souvent saxicole	N-1	2
<i>Ricinus communis</i>		herbacée	naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	végétation rudérale de basse altitude	N	2



Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel°	Orig. données
<i>Albizia lebbek</i>	Fabaceae	arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Mar, Soc	rare à abondante, localisée	plantée, végétation secondaire mésique, xérique de basse altitude	N	
<i>Derris trifoliata</i>		liane ligneuse	introduite / naturalisée	Probablement <i>D. malaccensis</i> , introduite et commune	Soc	statut inconnu	basse altitude	R	1
<i>Erythrina variegata</i>		arbre	naturalisée	<i>indica</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à peu abondante, localisée à répandue	plantée, forêt ± anthropisée de basse altitude	N	3
<i>Indigofera suffruticosa</i>		herbacée, sous-frutex	adventice		Aus, Mar, Soc	rare à abondante et répandue	végétation rudérale de basse altitude	N	2
<i>Inocarpus fagifer</i>		arbre	naturalisée	<i>I. edulis</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante à répandue (sauf Tuamotu = plantée)	forêt ± inondable de vallée de basse altitude	N	3
<i>Lens culinare</i>		herbacée	cultivée		Aus	rare et localisée	jardins	N	2
<i>Mucuna gigantea</i>		liane ligneuse	cultivée		Aus, Mar, Soc	rare et localisée	forêts mésiques et humides de basse, moyenne altitude	N	2
<i>Rhynchosia minima</i>		liane herbacée	naturalisée	<i>Rhynchosia minima</i> var. <i>ortho.</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue (sauf Tuamotu)	station ouverte et mésique, xérique de végétation rudérale ou de forêt secondarisée de basse altitude	N	1
<i>Sophora tomentosa</i>		arbuste, petit arbre	indigène		Aus, Gam, Soc	rare à ± abondante, localisée	végétation littorale ouverte sur substrat calcaire	N	3
<i>Tephrosia piscatoria</i>		sous-frutex	naturalisée / indigène		Aus, Gam, Mar, Soc	abondante et répandue	stations ouvertes, végétation secondarisée littorale et de basse altitude	R	3
<i>Vigna adenantha</i>	arbrisseau	naturalisée / indigène	<i>T. purpurea</i> sensu Zepernick	Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante, localisée	basse altitude	R	3	
<i>Vigna marina</i>	liane herbacée	adventice	<i>Phaseolus adenanthus</i>	Aus, Mar, Soc	rare et localisée	végétation rudérale de basse altitude	N-1	2	
		liane herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation littorale ouverte ± secondarisée	N	3
<i>Fagraea berteroa</i> var. <i>berteroa</i>	Gentianaceae	arbre	indigène	<i>F. berteroa</i> Il existe une variété endémique aux Marquises, <i>F. berteroa</i> var. <i>marquesensis</i> de statut taxonomique douteux	Aus, Mar, Soc	peu abondante, localisée	croupes mésiques de basse et moyenne altitude	R	3
<i>Scaevola taccada</i>	Goodeniaceae	arbrisseau	indigène	<i>Scaevola sericea</i>	Aus, Gam, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation littorale sur substrat calcaire	R	3
<i>Calophyllum inophyllum</i>	Guttiferae / Clusiaceae	arbre	naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à peu abondant, localisée	parfois plantée, forêt littorale sur substrat calcaire ou basaltique	R	3
<i>Hernandia nymphaeifolia</i>	Hernandiaceae	arbre	indigène		Aus, Gam, Soc, Tua	rare, peu abondante, le plus souvent localisée	forêt littorale sur substrat basaltique et calcaire	R	3
<i>Leucas decemdentata</i>	Lamiaceae	herbacée	adventice		Aus, Soc	rare et localisée, parfois seulement cultivée (Makatea)	jardins, station mésiques et xériques de végétation de basse altitude, généralement saxicole	N	3
<i>Ocimum basilicum</i>		sous-arbrisseau	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation rudérale de basse altitude et formations xériques ouvertes de basse altitude	N	2
<i>Cassytha filiformis</i>	Lauraceae	liane herbacée	indigène		Aus, Gam, Soc, Tua	abondante et répandue	station ouverte de végétation littorale, parfois croupes de basse altitude	N	3
<i>Barringtonia asiatica</i>	Lecythidaceae	arbre	indigène / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée, répandue	forêt littorale sur substrat basaltique et calcaire, parfois vallées anciennement occupée par les Polynésiens	N	1
<i>Lycopodiella cernua</i> (L) Pich.-Ser.	Lycopodiaceae	herbacée	indigène	<i>Lycopodium cernuum</i>	Aus, Gam, Mar, Soc	abondante et répandue	stations ouvertes de végétation mésique de basse, haute altitude	N	2
<i>Abelmoschus moschatus</i> subsp. <i>moschatus</i>		herbacée, arbuste	naturalisée	<i>Hibiscus abelmoschus</i>	Aus, Gam, Soc	rare et localisée	stations ouvertes et mésiques de végétation ± anthropisée de basse, moyenne altitude	N	2
<i>Gossypium barbadense</i>		herbacée, arbuste	naturalisée	<i>G. brasiliense</i>	Aus, Mar, Soc	rare à abondante, localisée	stations ouvertes de végétation ± anthropisée de basse altitude	N	2
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Malvaceae	arbrisseau, arbuste	cultivée / subsponnée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à peu abondante, localisée, répandue	jardins, pistes, points remarquables	N	2
<i>Hibiscus rouge</i>			cultivée	plante obscure, revoir la description dans Pétard				N	1
<i>Hibiscus tiliaceus</i>		arbre	indigène		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	des forêts littorales aux forêts de vallées de moyenne altitude	N	3
<i>Sida rhombifolia</i>		herbacée, arbrisseau	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	stations ouvertes mésiques de végétation rudérale de basse altitude	N	2
<i>Thespesia populnea</i>		arbre	indigène		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	forêts littorales et de basse altitude	R	3
<i>Urena lobata</i> subsp. <i>lobata</i>		herbacée, arbrisseau	naturalisée	<i>Urena lobata</i>	Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante	stations ouvertes mésiques, humides de végétation rudérale de basse altitude	N	2

Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel <sup>2</sup>	Orig. données
<i>Angiopteris evecta</i>	Marattiaceae	herbacée	indigène		Aus, Mar, Soc	rare, abondante et répandue	forêts de vallées humides, mésiques de basse, moyenne altitude	N - 1	1
<i>Marattia salicina</i>		herbacée	indigène	<i>M. fraxinea sensu Zepernick</i>	Aus, Mar, Soc	rare, abondante, localisée, répandue	stations ombragées de forêt humides de moyenne, haute altitude	N	2
<i>Melastoma denticulatum</i>	Melastomataceae	arbrisseau, petit arbre	indigène / naturalisée		Soc	abondante et répandue	stations ouvertes de forêt de croupes et crêtes de basse, moyenne altitude	N - 2	2
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Mar, Soc	localisée et peu abondante	plantée, naturalisée en forêt mésique de basse altitude	N	3
<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	arbre	cultivée / subspontanée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	largement cultivée, se maintient dans les sites d'ancienne occupation Polynésienne	N	3
<i>Broussonetia papyrifera</i>		arbuste, petit arbre	cultivée		Aus, Mar, Soc	rare et localisée	jardins	N	2
<i>Ficus prolixa</i> var. <i>prolixa</i>		arbre étangleur	indigène	<i>F. marquesensis</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	forêts mésiques et humides de basse, moyenne altitude	R	3
<i>Ficus tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i>		arbre	naturalisée	<i>F. tinctoria</i>	Aus, Gam, Soc, Tua	rare à abondante, et répandue	forêts mésiques et humides de basse, moyenne altitude	R	3
<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	arbre	cultivée		Soc	rare et localisée	jardins	R	1
<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	herbacée	cultivée / subspontanée	<i>M. paradisiaca</i> , <i>M. paradisiaca</i> subsp. <i>sapientum</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	jardins, cultures	N	2
<i>Musa troglodytarum</i>		herbacée	cultivée / naturalisée		Aus, Mar, Soc	rare à abondante, localisée, répandue	jardins, forêts de vallées humide de basse, moyenne altitude	N	3
<i>Eugenia reinwardtiana</i>	Myrtaceae	arbrisseau, petit arbre	indigène	<i>Eugenia rariflora</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante et localisée, répandue	formations ouvertes mésiques ou forêts de vallées humides de basse altitude	N - 2	2
<i>Metrosideros collina</i>		arbrisseau, arbre	indigène	<i>M. collina</i> subsp. <i>polymorpha sensu Zepernick</i>	Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante et localisée, répandue	formations mésiques, ombrophiles de basse, haute altitude	N - 2	2
<i>Psidium guajava</i>		arbuste, petit arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante et répandue	jardins, naturalisée en végétation mésique, xérique, ± ouverte de basse altitude	N	1
<i>Syzygium jambos</i>		arbre	cultivée / naturalisée	<i>Eugenia jambos</i>	Aus, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée, répandue	jardins, naturalisée en forêts humides de basse, moyenne altitude	N	1
<i>Syzygium malaccense</i>		arbrisseau, arbuste	naturalisée	<i>Eugenia malaccensis</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée	forêts de vallées humides de basse altitude	N	3
<i>Nephrolepis acutifolia</i>	Nephrolepidaceae	herbacée	indigène, fougère	<i>Diellia brownii</i> désigne en Polynésie deux espèces : <i>N. biserrata</i> et <i>N. hirsutula</i> , la seconde correspond davantage, Pétard	Mar, Tua	rare et localisée	formations ouvertes mésiques sublittorales ou forêt de vallées humides de basse altitude	R	2
<i>Nephrolepis exaltata</i>		herbacée	indigène, fougère		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	végétation ouverte mésique, xérique de basse altitude	R	3
<i>Nephrolepis hirsutula</i>		herbacée	indigène, fougère	<i>N. exaltata sensu Zepernick</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	formations ouvertes mésiques de basse altitude	?	2
<i>Boerhavia acutifolia</i>	Nyctaginaceae	liane herbacée	indigène	doute taxonomique : <i>Boerhavia diffusa</i> sensu Pétard	Aus, Gam, Mar, Soc	rare à peu abondante, localisée	végétation ouverte mésique de basse altitude	N	1
<i>Boerhavia tetrandra</i>		liane herbacée	indigène	doute taxonomique : <i>Boerhavia diffusa</i> sensu Pétard	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante, répandue	végétation ouverte mésique, sur substrat littoral calcaire	N	1
<i>Boerhavia diffusa</i>		liane herbacée	naturalisée	doute taxonomique, pourrait aussi bien désigner <i>B. tetrandra</i> que <i>B. acutifolia</i>				N	1
<i>Pisonia grandis</i>		arbre	indigène	<i>Ceodes umbellifera</i> sensu Zepernick	Aus, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	forêt littorale sur substrat calcaire, rarement, basse altitude (Marquises)	R	3
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	herbacée	adventice	<i>L. octovalvis</i> subsp. <i>octovalvis</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante et localisée, répandue	stations humides et ouvertes de végétation rudérale	N	2
<i>Ophioglossum reticulatum</i>	Ophioglossaceae	herbacée	indigène, fougère		Mar, Soc	rare et localisée	stations humides, mésiques de basse altitude	R	1

Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel <sup>e</sup>	Orig. données
<i>Malaxis resupinata</i>	Orchidaceae	herbacée	indigène		Aus, Soc	rare et localisée	sous-bois de forêts dhumides de vallées de basse altitude	N -1	2
<i>Vanilla planifolia</i>		liane herbacée	subspontanée		Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante, répandue	cultures et forêts humides de basse altitude	R	1
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae	herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante, répandue	végétation rudérale	N	3
<i>Freycinetia arborea</i>	Pandanaceae	liane ligneuse	indigène		Aus, Mar, Soc	rare à abondante, localisée	crêtes ouvertes de moyenne, haute altitude	N	1
<i>Freycinetia impavida</i>		liane ligneuse	indigène		Mar, Soc	abondante et répandue	forêts et maquis de basse, haute altitude	N	1
<i>Pandanus tectorius</i>		arbre	indigène	<i>P. inermis sensu Zepernick</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	forêts littorales, de basse, moyenne altitude, mésiques, humides	N	3
<i>Passiflora foetida</i>	Passifloraceae	liane herbacée	adventice		Aus, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	stations ouvertes de végétation rudérale de basse altitude	N	1
<i>Macropiper latifolium</i>	Piperaceae	herbacée	indigène	<i>P. latifolium, P. tristachyon, P. excelsum sensu Zepernick</i>	Aus, Mar, Soc	rare à abondante, localisée à répandue	sous-bois de forêts humides, ombrophiles de basse, haute altitude	N	2
<i>Peperomia blanda var floribunda</i>		herbacée	indigène	<i>P. leptostachya</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, répandue	station ouverte ou non en végétation mésique, xérique de basse, moyenne altitude, le plus souvent saxicole	N	3
<i>Piper methysticum</i>		herbacée	subspontanée		Mar, Soc	rare et localisée	stations reliques ± entretenues dans les vallées anciennement occupées par les Polynésiens	R	3
<i>Plumbago zeylanica</i>	Plumbaginaceae	herbacée, arbuste lianescent	indigène		Aus, Mar, Soc	rare et localisée	en forêt de basse altitude, souvent saxicole	N	3
<i>Bambusa sp.</i>	Poaceae	herbacée ligneuse	?			abondante et répandue, sauf		N	2
<i>Centosteca lappacea</i>		herbacée	adventice	<i>Centosteca lappacea var. ortho.</i>	Aus, Mar, Soc, Tua	Tua (Makatea)	sous-bois de forêt humide anthropisée de basse altitude	N	3
<i>Cymbopogon refractus</i>		herbacée	adventice	<i>Andropogon tahitensis</i>	Aus, Soc	rare et localisée	stations ouvertes de croupes mésiques de basse altitude	N	1
<i>Cynodon dactylon</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	stations ouvertes de végétation rudérale	N	2
<i>Digitaria setigera</i>		herbacée	adventice	<i>D. pruriens</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	stations ouvertes de végétation rudérale	N	2
<i>Miscanthus floridulus</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Soc, Tua	abondante et répandue	stations ouvertes de croupes mésiques, xériques de basse altitude ou sur karst exploité (Makatea)	N	3
<i>Paspalum orbiculare</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam, Soc	rare à peu abondante, localisée	stations ouvertes de croupes mésiques, xériques de basse altitude ou sur karst exploité (Makatea)	N	1
<i>Saccharum officinarum</i>		herbacée	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	jardins	N	2
<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	arbre	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	jardins, parfois naturalisée en végétation littorale	N	1
<i>Persicaria glabra</i>		herbacée	adventice	<i>Polygonum glabrum</i> in Pétard & Zep.	Aus, Soc	rare à peu abondante, localisée	stations subaquatiques, fossés, mares de basse altitude	N	3
<i>Microsorium</i>	Polypodiaceae	herbacée	indigène, fougère	<i>Phymatosorus, Polypodium.</i> 3 espèces distinctes dans Zepernick, <i>Microsorium alternifolium, M. scolopendria</i> et <i>M. sylvaticum</i>				?	
<i>Microsorium alternifolium</i>		herbacée	indigène, fougère						2
<i>Portulaca lutea</i>	Portulacaceae	herbacée	indigène		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à peu abondante, localisée	végétation littorale sur substrat mixte	N	1
<i>Portulaca oleracea</i>	herbacée	adventice			Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante et répandue	stations ouvertes de végétation rudérale	N	2
<i>Alphitonia zizyphoides</i>	Rhamnaceae	arbre	indigène		Mar (?), Soc	rare et localisée	forêt mésique de basse altitude	R	1
<i>Colubrina asiatica var. asiatica</i>		arbrisseau, arbuste lianescent	indigène		Aus, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée	stations ouvertes de végétation (supra)littorale, souvent saxicole	N	3

Espèce	Famille	Type biol.	Statut biogéo	Synonyme Commentaire taxonomique	Distribution géographique <sup>1</sup>	Abondance	Ecologie	Crit. sel <sup>2</sup>	Orig. données	
<i>Cyclophyllum barbatum</i>	Rubiaceae	arbrisseau, arbuste	indigène	<i>Canthium barbatum</i> , <i>Plectronia marquesensis</i>	Aus, Mar, Soc, Tua	rare, abondante, localisée, répandue	sous-bois de forêt mésique, humide de basse, moyenne altitude	R	1	
<i>Gardenia taitensis</i>		arbre	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, abondante, répandue	jardins et cultures	R	3	
<i>Guettarda speciosa</i>		arbuste, petit arbre	indigène		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, abondante, répandue	végétation littorale sur substrat calcaire (sauf Marquises)	N	1	
<i>Morinda citrifolia</i>		arbuste, petit arbre	naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	végétation ouverte littorale et mésique de basse altitude	R	3	
<i>Mussaenda raiateensis</i>		arbrisseau, arbuste						stations ouvertes de végétation mésique de basse, moyenne altitude	N	2
<i>Neonauclea forsteri</i>		lianescent	indigène			Soc	rare et localisée			
<i>Psychotria odorata</i>	arbre	indigène			Soc	abondante et répandue	forêts de vallée de basse, moyenne altitude	R	1	
<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	arbrisseau, arbuste	indigène	<i>Canthium odoratum</i> , <i>P. kohenua</i>	Aus, Gam, Mar, Soc	rare à abondante, localisée	végétation ouverte mésique, xérique de basse altitude	R	1	
<i>Citrus limon</i>		arbre	cultivée		Aus, Soc	rare et localisée	jardins	N	2	
<i>Santalum insulare</i>	Santalaceae	arbuste, arbre	endémique	var. différentes suivant les archipels	Aus, Mar, Soc	rare et localisée	formations ouvertes de croupes et de crêtes de moyenne, haute altitude	R	2	
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Sapindaceae	liane herbacée	adventice		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	végétation rudérale mésique, xérique	N	3	
<i>Dodonaea viscosa</i>		arbrisseau, petit arbre								
<i>Melicoccus bijugatus</i>		arbre	indigène		Aus, Mar, Soc, Tua	répandue	végétation mésique, xérique de basse, moyenne altitude	N	3	
<i>Sapindus saponaria</i>		arbre	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, localisée	jardins	N	1	
<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	arbre	indigène	<i>S. saponaria</i> var. <i>jardiniana</i>	Gam, Mar, Soc	rare à abondante, localisée à répandue	forêt mésiques, xériques de basse altitude	N	3	
<i>Limnophila fragrans</i>	Scrophulariaceae	arbre	cultivée		Gam, Mar, Soc	rare et localisée	jardins	N	1	
<i>Lindernia crustacea</i>		herbacée	adventice	<i>Adenosma fragrans</i> , <i>Limnophila serrata</i>	Aus, Soc	très rare et localisée	stations humides de cultures	N	3	
<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	herbacée, sous-frutex	cultivée / naturalisée	<i>Vandellia crustacea</i>	Aus, Mar, Soc	rare et localisée	stations humides de lit mineur de cours d'eau et de végétation rudérale	N	3	
<i>Lycium sandwicense</i>		herbacée sous-ligneuse	indigène		Aus, Gam	rare et localisée	formations littorales sur calcaire, généralement saxicole	N	2	
<i>Nicotiana tabacum</i>		herbacée	cultivée / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	jardins, stations ouvertes de végétation rudérale de basse altitude	N	2	
<i>Physalis peruviana</i>		herbacée	introduite / naturalisée		Aus, Gam, Mar, Soc	rare et localisée	stations ouvertes de végétation rudérale	N	1	
<i>Solanum nigrum</i>		herbacée	adventice		Aus, Mar, Soc	rare et localisée	stations ouvertes de végétation rudérale	N	3	
<i>Tacca leontopetaloides</i>	Taccaceae	herbacée	naturalisée	<i>T. pinnatifida</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare à abondante, localisée à répandue	rarement cultivée, sous-bois de forêt littorale sur substrat calcaire	R	3	
<i>Amauropelta grantii</i>	Thelypteridaceae	herbacée	endémique		Soc	très rare et localisée	sous-bois de forêt ombrophile de haute altitude	? Vulné- rable	1	
<i>Wikstroemia coriacea</i>	Thymelaeaceae	arbrisseau, arbuste	indigène	<i>W. foetida</i>	Aus, Mar, Soc	rare à abondante, localisée	stations ouvertes de végétation mésique, ombrophile de basse, haute altitude	R	3	
<i>Procris pedunculata</i> var. <i>pedunculata</i>	Urticaceae	herbacée	indigène	<i>Procris pedunculata</i>	Aus, Mar, Soc, Tua	rare et localisée	forêt humides de basse et moyenne altitude	N	1	
<i>Premna serratifolia</i>	Verbenaceae	arbuste lianescent	indigène	<i>P. obtusifolia</i> , <i>P. tahitensis</i> var. <i>rimatarensis</i>	Aus, Gam, Mar, Soc, Tua	rare, ± abondante, localisée	stations ouvertes de forêts littorale ou de basse, moyenne altitude	R	3	
<i>Verbena litoralis</i>		herbacée	adventice		Aus, Gam	rare et localisée	stations ouvertes de végétation littorale et rudérale	N	2	
<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	herbacée	cultivée		Aus, Gam, Mar, Soc	rare et localisée	jardins, parfois naturalisée, basse altitude dans les vallées occupées par les Polynésiens	N	3	
<i>Zingiber zerumbet</i>		herbacée	naturalisée		Aus, Mar, Soc, Tua	abondante et répandue	jardins (rare), sous-bois des forêts de vallée de basse, moyenne altitude	N	3	
<i>Tribulus cistoides</i>	Zygophyllaceae	herbacée lianescente	adventice		Gam, Mar, Tua	rare à abondante, localisée	végétation littorale et mésique de basse altitude	N	2	

# **Les ressources marines de la Polynésie française : applications en matière de biotechnologie**

---

Jean GUEZENNEC, Cécile DEBITUS

## **1. Le contexte polynésien**

La Polynésie française se situe en fin de gradient de la biodiversité indopacifique et s'étend sur 20° de latitude (entre 7° et 27°S., soit plus de 2 000 km) des latitudes équatoriales à subtropicales et entre 135° et 155° de longitude ouest. Les îles se répartissent en cinq archipels : Société, Tuamotu, Gambier, Australes et Marquises. On reconnaît classiquement deux grands types de formations récifales : les îles hautes volcaniques ceinturées par un lagon peu profond et un récif-barrière, et les atolls qui sont des îles entièrement coralliennes entourant un lagon en général profond.

La répartition de la biodiversité marine subit à la fois l'influence de l'éloignement du foyer de dispersion indopacifique (gradient est-ouest dans le Pacifique), mais aussi en Polynésie un gradient nord-sud du fait même de l'amplitude latitudinale de la Polynésie française pour les îles Australes et Gambier (facteur de diminution latitudinal). La capacité de dispersion des organismes benthiques dépend de la durée de leur phase larvaire pélagique : les espèces à longue phase pélagique ont une large distribution et constitue un fond commun à l'ensemble de la zone, alors que les espèces à phase pélagique réduite ou inexistante ont une distribution réduite (espèces endémiques).

À ce jour, très peu de travaux sur le benthos de la Polynésie française ont été publiés, pour l'essentiel en raison de la ponctualité et de la dispersion des travaux qui y ont été menés. G. Richard a rassemblé la littérature existante dans un abrégé publié dans les actes du 5<sup>e</sup> congrès international sur les récifs coralliens qui s'est tenu à Tahiti en 1985. Les groupes les mieux inventoriés pour les invertébrés sont sans nul doute les

coraux et les mollusques. Certains autres groupes sont complètement inexistant de l'inventaire, comme les spongiaires et les gorgones, alors que la faune des échinodermes est rapportée simplement à celle de l'Indopacifique.

Françoise et Claude Monniot ont, de leur côté, réalisé une étude des ascidies, publiée en 1987, sur trois îles : Tahiti, Moorea et Tikehau. Cette étude confirme l'appauvrissement d'ouest en est du Pacifique, mais aussi, sur un autre plan, l'appartenance de la Polynésie à la région Indopacifique. Pour une part importante, 42 %, les espèces étudiées dans ce travail sont nouvelles pour la science, sans compter que l'existence de biotopes bien distincts entre les îles de la Société et les Tuamotu a pu être établie. Tikehau est moins riche que Moorea et Tahiti, ce qui peut être dû à la moins grande diversité des biotopes, ainsi qu'à la taille de l'atoll. Par ailleurs, il semble que la charge importante de particules en suspension de l'eau du lagon de Tikehau soit un obstacle pour la fixation et la nutrition des ascidies. Cependant, ce premier travail sur ces invertébrés est d'un intérêt de premier ordre pour leur production en métabolites secondaires d'intérêt pharmacologique.

En 2002 s'est tenu l'Atelier littoral « Rapa » dans le cadre du programme « Faune et Flore de Rapa ». Cette île se situe sur la bordure sud de la province Indopacifique. Les mollusques ont été plus spécialement étudiés lors de ce travail, car ils constituent un bon modèle pour l'étude de la répartition biogéographique des espèces marines benthiques. Le nombre d'espèces de mollusques estimé est passé de 140 à 600, ce qui témoigne de l'effort de récolte entrepris et de l'insuffisance des données sur les autres îles polynésiennes. Estimé jusqu'ici à 10 %, le nombre d'espèces endémiques de Rapa devra être revu à la hausse.

Des données importantes sont également accessibles pour les algues avec notamment les travaux menés depuis de nombreuses années par Claude Payri et ses collaborateurs de l'université de la Polynésie française (UPF). Plusieurs catalogues ont été publiés, un guide illustré a également vu le jour. La flore académique des algues de Polynésie est en cours de réalisation. Par ailleurs, un herbier indexé comportant plus de 5 000 spécimens d'algues marines est déposé à l'UPF. Ce dernier est en grande partie informatisé et les renseignements font partie d'une base de données relatives aux groupes faunistiques et floristiques des écosystèmes coralliens de Polynésie française.

Cependant, certains travaux n'ont pas été publiés, ou alors sans mention de l'origine des organismes, ce qui ne permet pas de les identifier. De fait, la variabilité des niveaux de connaissance des différentes ressources marines, et la variabilité chimique des organismes marins en général, ne permettent pas de proposer (à quelques rares exceptions près faisant office d'exemples) des « fiches produits » dûment renseignées. Tout au plus, cela peut donner lieu à une (ou des) stratégie(s) générale(s) pour l'étude et le développement éventuel des biotechnologies autour des ressources marines de la Polynésie française.

**Ce rapport s'est donné comme objectifs :**

- a. De faire un bilan des inventaires réalisés et connus à ce jour des rédacteurs, sur quelques groupes organismes (macro et micro-) marins pouvant présenter un intérêt biotechnologique et, autant que faire se peut, propres au territoire polynésien.
- b. De dresser une liste non exhaustive des principaux domaines d'application en y intégrant les avantages et inconvénients.
- c. De proposer une (des) stratégie(s) de valorisation en ciblant (et préconisant) des organismes et molécules d'origine marine pouvant rapidement faire l'objet de recherches et de développement sur le territoire polynésien. Cette approche se fera en se basant soit sur « l'existant » au niveau de la Polynésie, soit encore en se référant aux études et recherches menées actuellement à travers le monde en ce domaine.

## **2. Importance des produits naturels d'origine marine**

### *2.1 Le milieu marin, un gisement de molécules nouvelles ?*

Le milieu marin constitue la plus grande partie de la biosphère et contient les formes les plus anciennes et variées de la vie. Plus de 500 000 espèces de plantes et d'animaux ont été répertoriées à ce jour, sans compter le nombre bien plus considérable d'espèces microbiennes non identifiées. Cette étude des micro-organismes a été relativement négligée jusqu'à présent, et ce principalement pour des raisons techniques, mais l'utilisation des outils de biologie moléculaire et de génomique devrait permettre rapidement de réaliser des avancées importantes en ce domaine.

Cette diversité de vie et d'environnement est une vaste ressource largement inexploitée dont les applications potentielles pourraient être multiples dans de nombreux secteurs industriels. Tant la diversité des formes marines que l'adaptation de ces dernières à un environnement marin atypique et/ou à des conditions extrêmes (zones hydrothermales, sédiments des fonds sous-marins, lagunes hypersalines, suintements froids des marges continentales, continents arctique et antarctique, tapis microbiens, etc.) ouvrent des perspectives nouvelles pour le développement de nouvelles molécules bio-actives, d'enzymes, de polymères, métabolites secondaires, de même que pour la mise en œuvre de nouveaux procédés industriels.

Les organismes marins possèdent un immense potentiel de molécules originales d'intérêt biologique et les biotechnologies marines restent encore à ce jour une science neuve. Mais force est de constater que, comparativement à son équivalent terrestre, la connaissance de la chimie et de la biochimie des organismes (micro et macro-) marins de Polynésie Française apparaît nettement plus restreinte.

Sur plus de 500 000 espèces marines identifiées, moins de 3 % de ces organismes marins ont fait à ce jour l'objet d'études en matière de potentialités biotechnologiques. L'intérêt de ces molécules marines se situe à deux niveaux : en premier lieu, ces organismes constituent fondamentalement des modèles moléculaires

pour l'étude des mécanismes biologiques et parfois d'adaptation à des conditions environnementales ; en second lieu, ils permettent d'envisager la mise en évidence de nouvelles molécules d'intérêt biotechnologique. L'intérêt du milieu marin pour la recherche de nouvelles molécules d'intérêt thérapeutique reste donc très fort, ce malgré les contraintes de la convention de Rio, qui ont parfois freiné quelques années durant l'étude de ce milieu.

La connaissance du milieu marin est relativement récente dans la mesure où le développement de l'exploration *in situ* du milieu sous-marin date des années 1940, alors que l'homme interagit avec le milieu terrestre et les plantes depuis environ 3 000 ans. Contrairement aux organismes terrestres, il n'existe pas de guide ethnopharmacologique pour la recherche d'organismes marins d'intérêt potentiel : ils ont, à quelques exceptions connues, une utilité traditionnelle (médecine, poisons...). Il faut cependant rappeler que les toxines les plus puissantes connues à ce jour sont d'origine marine (palytoxine, tétrodotoxine, saxitoxine, toutes molécules du plan Biotox – terrorisme biologique et chimique), très probablement parce que celles-ci doivent rester efficaces malgré leur grande dilution dans le milieu.

Les premières études sérieuses sur les potentialités de valorisation des organismes marins en tant que source de métabolites bioactifs remontent au début des années 1960. L'exploitation d'autres propriétés comme notamment l'utilisation des algues marines dans le domaine de l'alimentaire ou comme engrais (source d'azote, de carbone, oligoéléments) est quant à elle beaucoup plus ancienne.

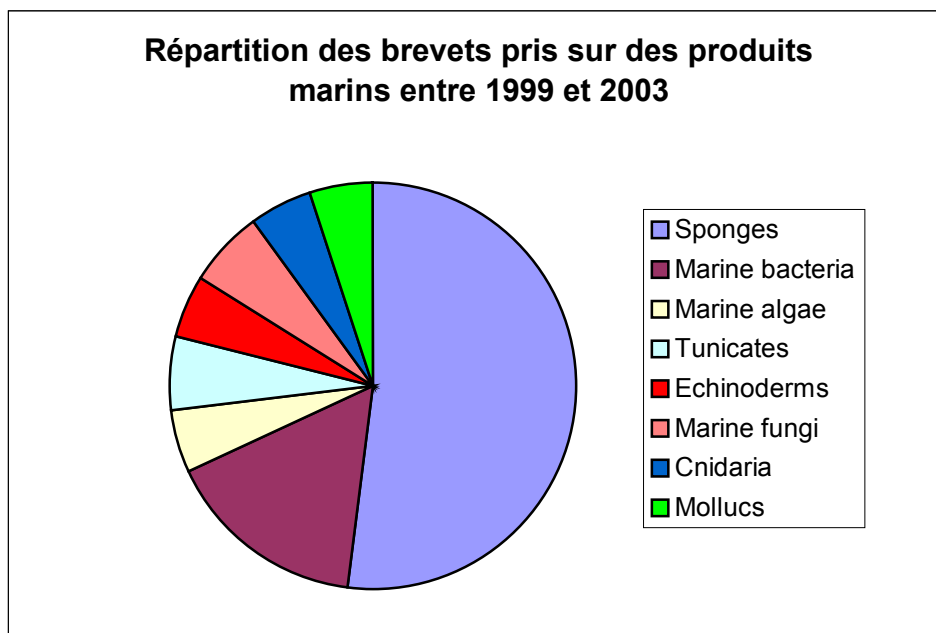
La littérature scientifique s'enrichit très régulièrement de données liées à la mise en évidence de métabolites bioactifs d'origine marine. Durant les trente dernières années, l'intérêt des substances nouvelles synthétisées par des organismes marins (invertébrés, algues et plus récemment par les micro-organismes marins) a clairement été démontré. Plusieurs dizaines de brevets relatifs aux activités biologiques des organismes marins ont d'ores et déjà été déposés au cours de ces dernières années (dont 67 brevets entre 1999 et 2003) et plus de 18 000 produits ont été, à ce jour, répertoriés comme étant d'origine marine.

En termes de molécules bioactives, différentes analyses concordent pour indiquer une plus forte probabilité de réussite avec les molécules marines qu'avec les autres : une molécule sur 10 000 identifiées du milieu terrestre obtiendrait une autorisation de mise sur le marché, alors qu'en milieu marin, ces prévisions seraient de 10 pour 10 000.

Il est cependant intéressant de noter que la majorité de ces métabolites actifs d'origine marine est répertoriée à ce jour comme extraits d'invertébrés, peu d'algues et encore moins de micro-organismes (tabl. 1).



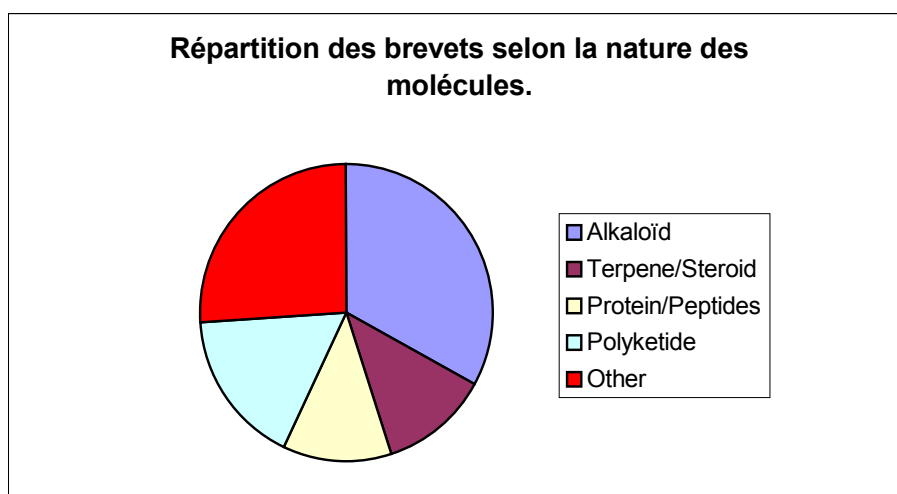
Tableau 1. Brevets sur substances d'origine marine pris entre 1999 et 2003  
(Frenz *et al.*, 2004)



Plus de 50 % des substances bioactives d'origine marine décrites dans la littérature présentent une activité biologique dans le domaine des antitumoraux, 10 % dans le domaine des antifongiques et le reste au niveau de l'immunomodulation, des antibiotiques, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, ou substances agissant au niveau du système cardiovasculaire ou du système nerveux. (tableau 2).

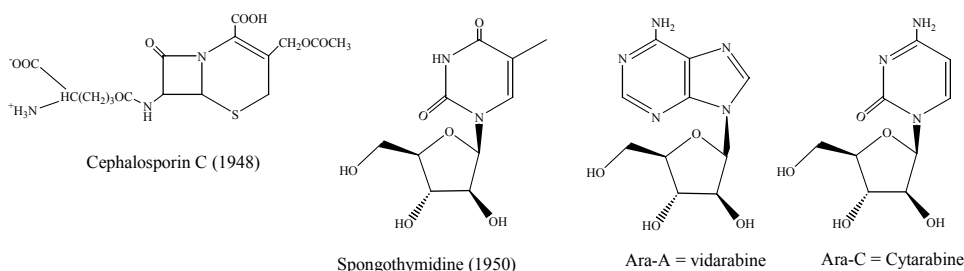
Un tout petit nombre de ces substances est (ou sera) exploité à des fins pharmacologiques car la molécule doit répondre à de nombreux critères : *activité*, *stabilité*, *absence de toxicité*, mais aussi de *disponibilité*.

Tableau 2. Répartition des brevets selon les molécules (Frenz *et al.*, 2004)



À titre d'exemples, plusieurs médicaments et un insecticide sont à ce jour sur le marché :

- l'acide alginique et les alginates (hémostatique, reflux gastro-œsophagien / origine : algues) ;
- les carraghénanes (hyperphosphorémie) ;
- les céphalosporines (antibiotiques / origine : champignons marins *Cephalosporium acremonium*) ;
- la vidarabine (antiviral, Ara-A / origine : spongiaire) ;
- La cytarabine (antitumoral, Ara-C / origine : spongiaire) ;
- le padan, insecticide largement utilisé au Japon, est inspiré de la néréistoxine isolée d'un ver marin.

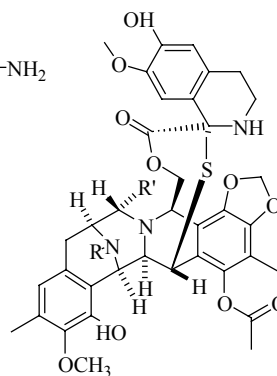


Plus récemment un antalgique, le ziconotide (2002), peptide isolé du venin d'un cône, *Conus magus*, et produit par synthèse, et le yondelis (2003), alcaloïde issu d'une ascidie *Ecteinascidia turbinata* (molécule plus connue sous le nom de ET743) ayant obtenu le statut de médicament orphelin pour le traitement de sarcomes, ont été mis sur le marché (médicaments hospitaliers). Le ziconotide est obtenu par synthèse totale et le yondelis est le produit naturel très complexe extrait de l'animal cultivé en milieu naturel (mangroves).



K = Lysine  
 G = Glycine  
 A = Alanine  
 C = Cystéine (pont disulfure entre C)  
 S = Sérine  
 R = Arginine  
 L = Leucine  
 M = Méthionine  
 T = Tyrosine  
 D = acide aspartique

Ziconotide

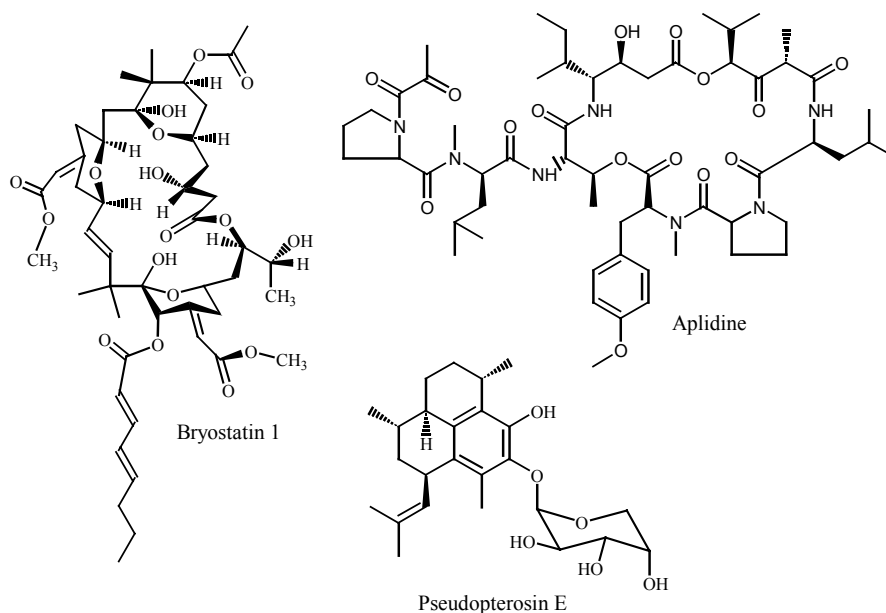


ET743

Par ailleurs, d'autres molécules d'origine marine sont à ce jour à un stade avancé d'études cliniques (tabl. 3).

**Tableau 3. Exemples de molécules marines en cours d'évaluation dans le domaine de la santé**

Produit	Origine	Production	Essais cliniques	Applications
<b>Neovostat</b>	Requin (cartilage)	Nature	III	Antitumoral : inhibiteur angiogénèse (rein, poumon NSCLC)
<b>Bryostatin I</b>	<i>Bugula neritina</i> (bryozoaire)	Aquaculture	II	Antitumoral : activateur PKC – augmente l'effet de la vincristine (mélanomes, tumeurs solides diverses, leucémies) – active l'hématopoïèse
<b>Aplidine</b>	<i>Aplidium albicans</i> (ascidie)	Synthèse	II	Antitumoral (inhibiteur synthèse protéines) Large spectre tumeurs solides
<b>Pseudopterosin E</b>	<i>Pseudoptero-gorgia elisabethae</i> (gorgones)	Synthèse	fin I	Anti-inflammatoire ( <i>lypoxigenase</i> ) <i>psoriasis</i> , cicatrices
<b>Déhydrodidemnine B (aplidine)</b>	<i>Aplidium albicans</i>	Synthèse	I	Antitumoral ; inhibe angiogénèse
<b>Methopsterosin</b>	Corail	?	I	Inflammation : brûlures
<b>KRN 7000b</b>	Éponge	?	I	Cancer
<b>IPL 576/092</b>	Éponge	?	I	Inflammation, asthme
<b>Squalamine lactate</b>	Requin	?	II	Cancer
<b>Manoalide</b>	Éponge	?	I	Inflammation, <i>psoriasis</i>
<b>Dolastatine 10 NSC 376128</b>	<i>Dolabella auricularia</i> (mollusque)	Synthèse	II	Antitumoral



L'un des critères déterminants pour l'exploitation d'un produit original reste la facilité et la rentabilité (coût) de son obtention. Trois méthodes permettent d'obtenir les produits en quantité suffisante : l'extraction-purification de métabolites (primaires et secondaires) à partir des organismes (macro et micro-), la synthèse et l'hémisynthèse, compromis entre les deux voies précédentes par la transformation d'un précurseur naturel.

La synthèse (ou l'hémisynthèse) est parfois complexe mais rarement impossible, sans pour autant être toujours rentable quant à l'exploitation des molécules. Dans ce contexte, la voie de production par biotechnologie de molécules actives reste une voie d'avenir au niveau économique, soit par aquaculture en milieu naturel des organismes producteurs (éponges, ascidies, gorgones, algues...) ou encore par des procédés biotechnologiques (fermentation, photobioréacteur) en ce qui concerne notamment les micro-organismes (cyanobactéries, champignons, bactéries).

### 3. Les co-produits de la pêche

L'utilisation des co-produits de la pêche s'inscrit dans une double démarche : « Santé » en premier lieu s'agissant notamment de l'influence des acides gras polyinsaturés et plus spécifiquement des oméga 3 (EPA/DHA) et oméga - $(\omega 6)$ , et « aquaculture » en second lieu. La production de ces huiles extraites de poissons approche le million de tonnes ( $10^6$ ) /an et près de 70 % de cette production sont utilisés dans les fermes aquacoles comme éléments de nutrition. D'un point de vue économique, il va de soi que les deux démarches ne s'adressent pas à la même qualité de produits et en conséquence ne relèvent pas des mêmes exigences tant en termes de législation que de coûts de production.

L'action bénéfique des oméga 3 (EPA/DHA) est connue depuis de nombreuses années avec les apports de ces acides gras essentiels dans les domaines de la santé et plus spécifiquement, dans la lutte contre l'hypercholestémie, les maladies cardio-vasculaires, l'hypertension, le cancer. On s'attache à reconnaître comme essentiel l'acide docosahexaénoïque (DHA), notamment dans le développement de l'enfant, et la FAO recommande depuis plusieurs années l'ajout de cet acide gras dans les formulations alimentaires destinées aux enfants.

L'État français vient de lancer une action prioritaire de lutte contre le cancer prévoyant la création d'un Institut national du cancer, dont la mission doit être soutenue par la mise en place de cancéropôles (7 à 8) dans lesquels cette notion de molécules d'origine marine, et notamment les acides gras polyinsaturés en oméga 3, dans la prévention de certains cancers fait l'objet d'un projet spécifique.

Un autre aspect de la valorisation des co-produits de la pêche pourrait se situer au niveau de la recherche de *lipides bioactifs* (sphingolipides, glycérophospholipides, glycolipides, plasmalogènes, céramides, etc.) (fig. 1a,b). Par exemple, l'huile de foie de requin étant susceptible d'agir sur la perméabilité de cellules endothéliales est étudiée par un certain nombre de laboratoires et pourrait trouver applications dans la prévention de certains cancers de par l'activité anti-angiogénique de ses constituants. Il est également à noter sur ce sujet la mise en œuvre d'un projet européen « SeaFood Plus » qui associe 81 laboratoires européens et qui s'est donné comme objectifs la valorisation de co-produits de la pêche (peptides, protéines, hormones, lipides complexes, etc.) dans les domaines de la santé, et notamment dans les cas suivants : ostéoporose-régulation du métabolisme du calcium, hypertension, cardio-vasculaire (anticholestérol), antioxydants. Si les pistes existent, les recherches n'en demeurent pas moins très

« amont » par rapport à d'autres molécules marines comme les acides gras polyinsaturés.

À ce jour, il n'existe pas à notre connaissance de répertoires précis des espèces présentes au niveau de la Polynésie, mais des ouvrages notamment rédigés par des équipes de recherche du CSIRO de Tasmanie et d'Australie, se rapportant aux espèces présentes sur les côtes australiennes, peuvent permettre de mieux appréhender les potentialités de valorisation de leurs acides gras en nutrition santé.

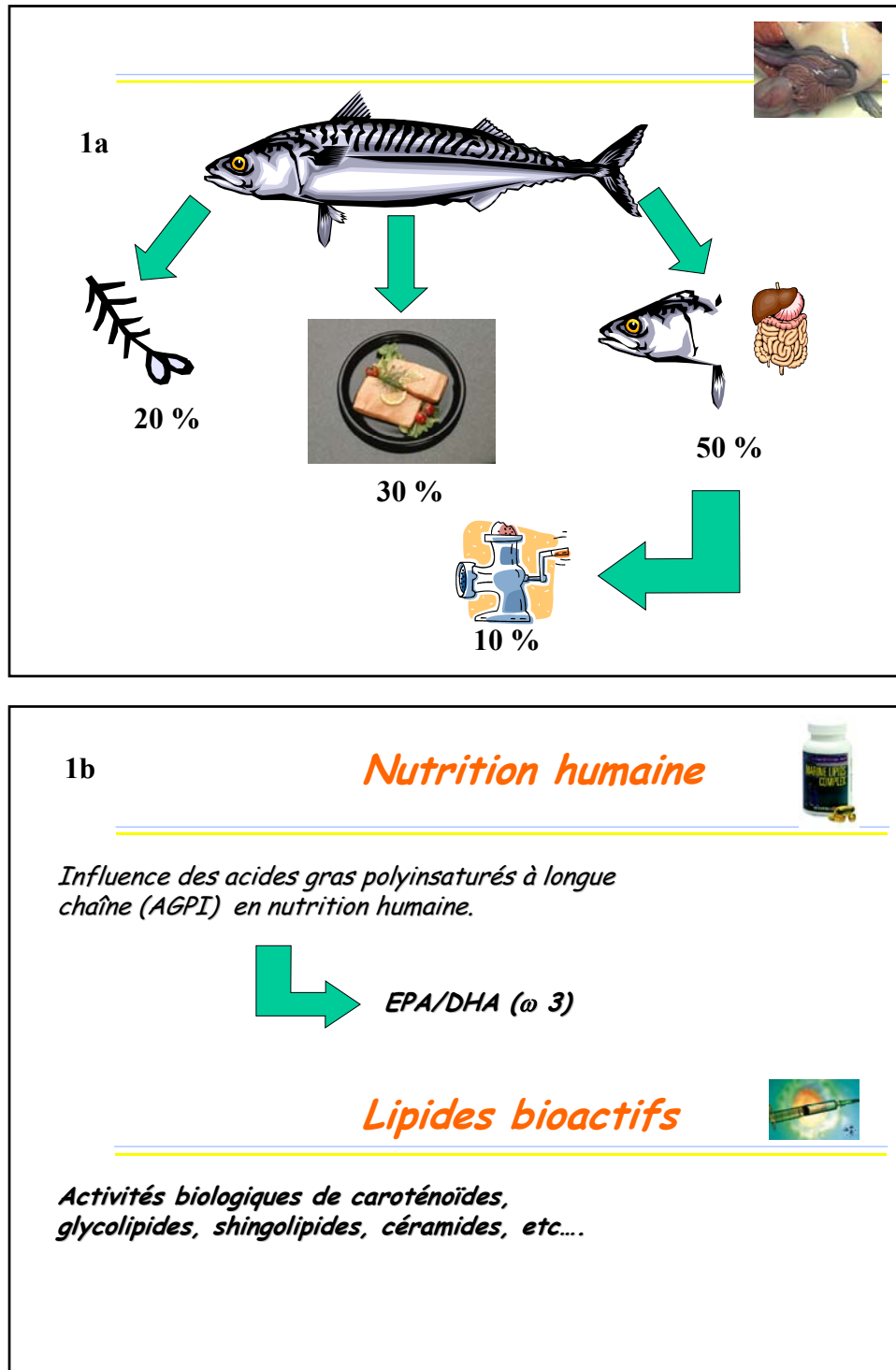
Un travail important de prospective est actuellement en cours au niveau de la Polynésie française quant à l'exploitation potentielle d'acides gras (EPA et DHA) extraits de la graisse orbitale du thon. Cette étude est menée conjointement par l'institut Louis-Malardé et l'IFREMER dans le but de valoriser ultérieurement les déchets de thon. Les résultats de ces investigations devront alors être analysés dans l'optique d'une évolution de la pêche de thons en Polynésie française au cours des cinq prochaines années.

### **3.1 Problèmes et alternatives**

Les principales sources d'oméga 3 ( $\omega 3$ ) sont actuellement les poissons gras (thons, maquereaux, sardines, saumons...) mais la qualité de l'huile extraite peut dépendre de nombreux facteurs comme les lieux de pêche, la saison et un certain nombre de facteurs environnementaux (pollution par les métaux lourds). Une récente étude australienne faisait état du fait que près de 60 espèces de poissons étaient concernées soit par de tels problèmes environnementaux (pollution par des métaux lourds), soit par des problèmes de « sur-pêche ». Un autre problème peut être la nécessité de procéder à une étape de purification pour obtenir, à partir d'un mélange complexe d'huiles extraites de ces poissons, les seuls acides recherchés en oméga 3. La demande en oméga 3 est croissante tant pour l'aquaculture que pour les applications dans les domaines de la santé et on estime que, dans un avenir de 10 ans, cette demande ne pourra être totalement satisfaite à partir des sources classiques actuelles. Il convient donc de prévoir dès maintenant de procéder soit à des processus de « raffinage » des huiles brutes plus adaptées et efficaces, soit, plus vraisemblablement, l'utilisation de nouvelles ressources.

Parmi les organismes se présentant alors comme une bonne alternative à cette demande constante en acides gras polyinsaturés, il y a notamment les micro-algues, lesquelles seront abordées dans un autre chapitre de ce document.

Figure 1 a, b. Molécules d'intérêt biotechnologique à partir des produits et co-produits de la pêche



## 4. Les algues

La Polynésie française, avec ses 5 500 000 km<sup>2</sup> d'océans dont 7000 km<sup>2</sup> de lagons, constitue une réserve intacte de produits naturels. La pêche et la perliculture sont les secteurs d'activité les plus développés en Polynésie française dans ce domaine, mais il existe localement d'autres ressources naturelles marines qui pourraient être exploitées, notamment les algues. Les algues font partie des groupes biologiques les mieux connus. Leur inventaire a donné lieu à de nombreuses publications et collections déposées à l'Université de la Polynésie française (Payri et N'Yeurt, 1997 ; Payri *et al.*, 2000).

Depuis des siècles, les algues marines sont utilisées par l'homme, en particulier dans les pays asiatiques, pour l'alimentation, la médecine et l'agriculture du fait de leur richesse en minéraux et en polysaccharides. Dans les sociétés polynésiennes, l'utilisation des algues était traditionnelle lors des cérémonies de l'oubli (« ho'oponopono ») et de purification, mais elle est encore importante à Hawaii, où une trentaine d'espèces est consommée. En Polynésie française, l'utilisation des algues est restreinte à l'alimentation humaine et à certains archipels (Marquises et Australes). Seules huit espèces sont consommées, essentiellement *Caulerpa racemosa* (« Rimu »).

L'utilisation et l'exploitation des algues marines ne sont pas toujours très connues du grand public alors qu'on les utilise quotidiennement. De plus, elles représentent une biomasse considérable avec environ 30 000 espèces identifiées, réparties en neuf embranchements eucaryotes, dont les plus connus sont les *Chlorophyta*, les *Phaeophyta* et les *Rhodophyta*.

À l'échelle mondiale, les algues sont exploitées majoritairement dans le secteur de l'agroalimentaire (70 %), et essentiellement sur le marché de l'alimentation humaine en Asie (tabl. 3). Ce marché se développe depuis quelques années dans les pays occidentaux, car les algues représentent un « aliment-santé » qui bénéficie d'une image de marque favorable auprès des consommateurs.

Par ailleurs, dans certains pays, des macro-algues proliférantes voire invasives (*Sargassum muticum*, *Caulerpa taxifolia*, *Ulva* spp.) représentent des biomasses considérables et génèrent des troubles d'ordre économique (nuisance pour le tourisme) et écologique (impact sur les communautés indigènes). Ces algues deviennent alors des déchets encombrants dont l'éradication est souvent coûteuse et difficilement réalisable. Une des solutions consiste alors à les valoriser industriellement en les transformant afin de leur conférer une valeur économique. Par exemple, la prolifération des algues vertes *Ulva* spp. est devenue problématique car elle touche les zones touristiques. Le coût de la collecte est élevé et le ramassage ne constitue qu'un transfert de pollution. Des essais de bioconversion de cette matière première par des fermentations aérobies ou anaérobies sont en cours pour la création de nouveaux produits (gaz, compost, fertilisants), ce qui permettrait également de diminuer une source de pollution. De la même façon, des études de valorisation de *Sargassum muticum* ont commencé après l'échec de son éradication et la progression de son invasion. Elles sont actuellement réalisées dans différents domaines : extraction des alginates, compostage et criblage pharmacologique.

#### 4.1 Les algues sources de molécules

Parmi les nombreux constituants des algues, il convient de citer les protéines, les acides aminés, les stérols, les polyols, l'iode, les sels minéraux, mais également une grande variété d'oligo et polysaccharides, ces derniers représentant d'ailleurs 60 à 70 % de la masse sèche du thalle (appareil végétatif). Trois principaux types de polysaccharides chez les algues peuvent être distingués : les polysaccharides de réserve intracellulaire, les composants fibrillaires, qui constituent en quelque sorte le squelette de la paroi des cellules, et la matrice polysaccharidique intercellulaire associée à cette paroi sous forme de matériel amorphe. Certaines grandes familles de cette dernière catégorie – les alginates extraits des algues brunes ou encore les carraghénanes et agars isolés à partir des algues rouges – sont d'ailleurs utilisées au quotidien principalement pour leurs propriétés physico-chimiques comme agents texturants (gélifiant, épaississant, stabilisant) ou comme rétenteur d'eau.

L'industrie des polysaccharides d'origine algale (ou phycocolloïdes) est également très développée dans le secteur de l'agroalimentaire du fait de leurs propriétés texturantes (gélifiantes, épaississantes, émulsifiantes et stabilisantes), mais aussi dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques (thalassothérapie ou en tant qu'actifs ou agents texturants). Ces polymères contribuent également au développement de nouvelles applications biotechnologiques et thérapeutiques. Il a ainsi été démontré que de telles molécules possèdent, à l'état natif ou après modifications, des propriétés pharmacologiques potentielles, telles que des activités antitumorales, antivirales, antimicrobiennes, anticoagulantes, etc. Enfin, l'utilisation des algues dans le secteur agricole est également développée où elles sont utilisées comme engrais, fertilisants foliaires ou aliments pour le bétail.

La valorisation de cette ressource marine est donc en plein essor et semble promise à un long avenir eu égard à ces diverses applications.

Mais l'utilisation des algues ne peut se limiter à leur seule composition et richesse en polysaccharides, protéines ou peptides. Un certain nombre de métabolites secondaires à haute activité biologique ont été isolés d'algues marines et sont actuellement évalués par des laboratoires pharmaceutiques pour leurs activités biologiques. La nature de ces métabolites secondaires apparaît fortement variable selon les algues considérées, et parfois selon les flores microbiennes associées à ces algues dont il convient également de tenir compte. (tabl. 4).

À titre d'exemple, des laboratoires se sont ainsi spécialisés dans l'extraction et la purification à l'échelle industrielle d'un polymère du glucose : la laminarine. Ce dernier est le polysaccharide de réserve des algues brunes, équivalent de l'amidon chez les plantes ou du glycogène chez l'homme. Il s'agit d'un polysaccharide de faible poids moléculaire (~ 4 000 g/mol) constitué d'une chaîne principale  $\beta$  (1→3) de 15 à 35 unités glucose (avec une large prédominance des chaînes composées de 20 à 25 sucres) sur laquelle viennent se greffer quelques unités  $\beta$ -(1,6)-glucose dans de faibles proportions, généralement inférieures à 10 %. Ce polysaccharide extrait de l'espèce *Laminaria digitata*, classée comme algue alimentaire, est le principe actif qui est à la base d'un nouveau concept récemment développé : la vaccination des plantes. En effet, la laminarine est un éliciteur, c'est-à-dire une substance capable de déclencher



toute une série de signaux et processus biologiques émettant des mécanismes de défense chez la plante.

**Tableau 4. Quelques exemples d'utilisation des algues à travers le monde**

Espèces ou genres	Pays concernés
<b>Algues Brunes</b>	
<i>Alaria fitulosa</i>	Alaska
<b><i>Ascophyllum nodosum</i></b>	France, Royaume-Uni, Canada, Chine, États-Unis
<i>Durvillaea potatorum</i>	Australie
<i>Ecklonia maxima</i>	Afrique du Sud
<i>Fucus</i>	Canada, France
<i>Himanthalia elongata</i>	France
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	Philippines
<i>Laminaria</i>	Afrique du Sud
<i>Macrocystis</i>	Alaska, Canada
<i>Nereocystis luetkaena</i>	Alaska, Canada
<i>Sargassum</i>	Brésil, Vietnam, Philippines
<i>Turbinaria</i>	Vietnam
<b>Algues rouges</b>	
<b><i>Acanthophora muscoides</i></b>	Philippines
<i>Ahnfeltia plicata</i>	Chili
<i>Halimeda</i>	Philippines
<i>Hypnea</i>	Brésil
<i>Laurencia papillosa</i>	Philippines
<b>Algues rouges calcaires</b>	
<i>Lithothamnion corallioides</i>	France, Irlande, Royaume-Uni
<i>Phymatolithon calcareum</i>	France, Irlande, Royaume-Uni
<b>Algues vertes</b>	
<i>Enteromorpha</i>	Portugal
<i>Ulva</i>	Italie, Portugal

**Tableau 5. Quelques exemples d'utilisation des algues dans les domaines de la santé**

Activités biologiques	Actifs
Antibiotiques	Composés aromatiques, aliphatiques phénoliques, terpènes polysaccharides, oligosaccharides
Anti-coagulant/Anti-thrombotique	Oligosaccharides sulfatés (fucanes)
Anti-inflammatoire	Polysaccharides, oligosaccharides
Anti-tumorale	Polysaccharides, oligosaccharides
Anti-ulcère	Polysaccharides, oligosaccharides (alginate, carraghénanes)
Anti viral (Herpès, HIV)	Polysaccharides (fucanes, carraghénanes, galactomannanes, agaranes)
Hypocholestéremiante	Iode, polysaccharides
Traitement contre le goitre	Iode
Vermifuge	Acide kaïnique

Une importante synthèse sur les algues de Polynésie et leur valorisation potentielle a vu le jour récemment à l'appui d'un travail de recherche de M. Zubia-Arreta sous la forme d'une thèse soutenue sur le territoire de la Polynésie française en mars 2003. Cette thèse fait notamment état des possibilités de valorisation en

cosmétologie de deux algues proliférantes (*Sargassum mangarevense* et *Turbinaria ornata*) sur lesquelles d'autres études sont en cours et/ou devraient être initiées pour en évaluer les différentes potentialités de développement. La nature exacte des polysaccharides pariétaux de ces deux algues doit être établie afin d'en déterminer à l'état natif ou après modifications les applications.

À ces deux algues autochtones et proliférantes, il convient d'ajouter deux algues rouges *Acantophora spicifera* et *Melamensia*, mais aussi *Chnoospora minima* (Fucophycées), *Dermonema virens*, algues pouvant également présenter un intérêt en termes de valorisation, notamment au regard d'activités antivirales potentielles. D'autres algues pourraient être prises en considération sur la base de connaissances acquises sur leurs activités biologiques.

Les potentialités des algues peuvent donc s'exprimer au niveau de différentes molécules et s'adresser à différents champs d'application. Des études préliminaires relatives à l'écophysiologie de l'algue, son mode de croissance, les moyens de culture, l'extraction-purification de molécules, la caractérisation de ces molécules ainsi que leurs modifications potentielles, sans oublier la détermination de leurs caractéristiques physico-chimiques et activités biologiques (à l'état natif ou après modifications), doivent être initiées avant d'envisager des actions de plus grande envergure. Ce travail pourrait sans nul doute s'appuyer sur les connaissances actuelles sur les algues de Polynésie, et tirer profit en particulier de la collection de spécimens d'algues de l'Université de la Polynésie française.

## 5. Les micro-organismes\*

Les avancées considérables de la biologie moléculaire au cours de ces dernières années rendent désormais possible, et surtout plus accessible, l'étude des écosystèmes microbiens. De nombreuses études ont en effet montré que les techniques classiques de biologie, telles que les mises en culture sur milieux à caractère plus ou moins sélectif, ne permettaient d'accéder qu'à 0,1 % à 1 % des espèces microbiennes présentes dans les écosystèmes marins. Cela signifiait également qu'une proportion très importante de métabolites microbiens d'intérêt biotechnologique pouvaient échapper à toute investigation. Cette ressource inexploitée et peu connue à ce jour pourrait se révéler être le principal gisement de nouvelles molécules d'intérêt biotechnologique lors des prochaines décennies. De fait, on peut donc considérer que l'un des enjeux majeurs de la recherche en matière de biotechnologie marine, et plus spécifiquement au niveau des micro-organismes, porte aussi sur le développement de méthodes d'identification, de caractérisation et d'analyse de la fraction dite incultivable.

Les micro-organismes et en particulier les bactéries ne sont « responsables » que de 16 % des brevets pris au cours de ces dernières années sur des molécules d'origine

---

\*NB : sous la terminologie « micro-organismes » sont regroupées dans l'esprit des rédacteurs les notions de micro-algues, champignons, cyanobactéries, archaé et bactéries.

marine (tabl. 1). Cependant, il y a fort à penser que ce pourcentage ira sans nul doute croissant au regard :

- i) des spécificités liées aux bactéries, en l'occurrence, une accessibilité à la ressource sans dépendances environnementales et géopolitiques ;
- ii) du développement d'outils permettant une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens ;
- iii) du fait que de plus en plus d'études récentes attribuent la synthèse de molécules actives plus aux bactéries associées qu'aux organismes « hôtes ».

Le développement de la microbiologie des communautés microbiennes associées aux animaux marins (invertébrés en particulier mais aussi les algues) mérite effectivement une attention particulière. Ces communautés peuvent présenter diverses formes d'association : épibiontes, symbiontes, pathogènes, et concerner différents tissus dont certains très spécialisés (trophosomes de certains annélides des sources hydrothermales).

Pour les différentes raisons évoquées précédemment, il apparaît impossible, voire inutile, d'inventorier les espèces microbiennes présentes au niveau des différents écosystèmes polynésiens tant en raison de leur nombre que de la représentativité de cette liste éventuelle. Il est admis que moins de quelques pourcentages des espèces microbiennes sont cultivables, donc identifiables, selon les méthodes de taxonomie classique et que, par ailleurs, la notion de « milieu de culture » induit celle de sélectivité d'espèces par rapport à d'autres. Il en est de même au niveau de la valorisation de ces micro-organismes où la synthèse de métabolites d'intérêt biotechnologique peut être la conséquence d'une action au niveau de leurs conditions de croissance et de fermentation. Ainsi, la synthèse de polysaccharides et/ou de poly  $\beta$  hydroxyalcanoates, tout comme celle d'un grand nombre de métabolites secondaires, correspond à une adaptation ou une réponse du métabolisme bactérien par rapport à une situation donnée.

### 5.1 Les bactéries

Parmi les potentialités de valorisation des micro-organismes les plus répertoriées dans une littérature relativement abondante sur le sujet, il va s'agir de différencier (si cela est possible) ce qui relève de l'usine cellulaire que constitue le fonctionnement de la cellule bactérienne par elle-même des éléments constitutifs de cette même cellule et des métabolites primaires ou secondaires.

- *Production de métabolites secondaires.* Cette notion de métabolites secondaires est très large allant de la biosynthèse d'antibiotiques, de vitamines, de précurseurs de vitamines et d'antibiotiques, alcools et acides organiques de bas poids moléculaire, stéroïdes, pigments, etc.

- *Biosynthèse d'autres métabolites* au rang desquels il convient de citer les glycoconjugués incluant les exopolysaccharides (EPS), les glycoprotéines ou encore protéoglycannes, sans oublier les polyamines et poly  $\beta$  hydroxy-alcanoates (PHA) ou polyesters biodégradables.

- Les « *constituants cellulaires* » que sont alors les lipides complexes (sphingolipides, phospholipides, glycolipides, céramides, éthers de glycérol, etc.), les protéines, les peptides, les lipopolysaccharides (LPS), etc.
- Les *enzymes (endo et/ou exocellulaires)*, qu'il s'agisse d'enzymes de synthèse et/ou de modifications.

Tout comme pour les algues, parmi les molécules les plus attrayantes d'un point de vue développement industriel s'inscrivant dans le court et moyen terme, il convient de noter en tout premier lieu les polymères bactériens et plus spécifiquement les *polysaccharides*.

## 5.2 Les polymères

Les *polysaccharides* peuvent être définis comme de longues molécules formées de l'enchaînement de motifs similaires, en l'occurrence de glucides appelés couramment sucres. Ces polysaccharides représentent une famille de biopolymères dont la diversité de structure offre un large spectre de propriétés fonctionnelles. Outre l'intérêt connu depuis de nombreuses années de ces biopolymères dans divers domaines comme l'exploitation pétrolière, l'agro-alimentaire en tant qu'agents de texture, l'agrochimie, les industries du papier, les scientifiques et les industriels s'intéressent de plus en plus aux activités biologiques de ces molécules et à leurs applications dans le domaine thérapeutique.

Ces macromolécules peuvent trouver de telles applications soit à l'état natif soit après des modifications visant à conférer à ces polysaccharides les activités recherchées, soit encore à mettre leur forme en adéquation avec des applications thérapeutiques.

Initialement dominé par les gommes d'origine végétale et algale, le marché s'ouvre actuellement très largement aux polysaccharides bactériens. Ces derniers présentent quelques atouts comme l'absence de dépendance vis-à-vis d'aléas climatiques, écologiques et politiques pouvant affecter la qualité, le coût et l'approvisionnement de leurs homologues extraits d'algues ou de plantes. De plus, les possibilités d'agir sur les conditions de fermentation (sources de carbone, température, aération, pH, etc.) en vue d'optimiser la production, d'assurer la traçabilité, mais aussi de modifier le polymère produit, jouent en faveur de la fermentation bactérienne. Ces polymères présentent enfin un degré de régularité de structure plus important et peuvent être extraits et purifiés sans mettre en œuvre des conditions drastiques. Les inconvénients de ces polymères bactériens restent liés aux micro-organismes eux-mêmes, à leur manipulation et conservation, ainsi qu'à la production de métabolites secondaires associés à la fermentation.

Parmi les autres polymères d'origine microbienne, il faut ajouter les *polyamines* et les *poly- $\beta$ -hydroxyalcanoates* (PHA) ou polyesters biodégradables. Les applications des polyamines vont se situer principalement au niveau des domaines de la santé, ceux afférents aux polyesters biodégradables dans les domaines de la cosmétologie, de la santé et bien naturellement de l'environnement. Les recherches sur ce dernier type de polymère (PHA) sont principalement orientées selon deux directions. La première concerne la mise en évidence de souches microbiennes capables de synthétiser en

conditions de fermentation des macromolécules innovantes ; la seconde intéresse la biologie moléculaire avec le transfert des gènes codant pour la synthèse de ces polymères des bactéries vers les organismes supérieurs et en particulier les plantes. On revient dans ce document sur ces polyesters microbiens dans le chapitre consacré aux biomatériaux.

### 5.3 Les enzymes

Dans l'industrie chimique, les enzymes constituent déjà des produits de spécialité importants. Il est à noter qu'à ce jour près de 90 % des enzymes commercialisées sont d'origine microbienne. La plus grande part de la valeur est actuellement produite par la vente d'enzymes utilisées en formulation avec des détergents pour les lessives, et le marché le plus important reste à ce jour celui des applications domestiques. De nouveaux produits pourraient résulter de découvertes d'enzymes nouvelles aux propriétés supérieures (quelle que soit l'origine de l'organisme concerné), mais également d'améliorations issues d'ingénierie moléculaire. D'autres percées peuvent résulter de l'amélioration des procédés de production visant à réduire le coût des enzymes. Les enzymes utilisées dans des « process » agroalimentaires (incluant aliments et boissons) ont sensiblement le même niveau de marché que les additifs enzymatiques pour détergents, mais présentent une croissance plus marquée.

Toutefois, la demande dans ce secteur continue de croître et le marché des enzymes est en progression constante. La croissance du marché sur ce domaine des enzymes est estimée à près de 11 % par an pour les années à venir.

Le marché mondial des enzymes industrielles est pour l'essentiel contrôlé par un nombre très limité de sociétés (Novozymes et Genencor en particulier). En Europe, il convient de rajouter des utilisateurs majeurs tels que Roquette Frères (France) pour l'industrie de transformation de l'amidon, Degussa (Danemark) pour les enzymes industrielles, qui sont à la recherche d'enzymes innovantes ou plus performantes que celles déjà utilisées. La recherche de nouveaux biocatalyseurs plus performants ou innovants pour la mise en œuvre d'un nouveau procédé industriel peut être le fait de sociétés de biotechnologie qui exploitent la biodiversité naturelle, notamment microbienne marine, comme Diversa (États-Unis), Prokarya (Islande) et Protéus (France). Ces sociétés ont toutes la particularité de posséder un « porte-feuille » d'enzymes issues de micro-organismes et des « technologies propriétaires » d'ingénierie protéique permettant de faire évoluer les propriétés des enzymes recombinantes vers des performances optimales.

Il existe naturellement un lien fort entre l'habitat des micro-organismes et la présence potentielle d'enzymes innovantes. Les meilleurs exemples en sont donnés par la découverte d'enzymes thermostables associées aux bactéries thermophiles et hyperthermophiles des écosystèmes hydrothermaux profonds ou, à l'opposé, celle d'enzymes spécifiques trouvées dans l'estomac des manchots du continent antarctique. Bon indicateur de la réalité polynésienne, les Australiens de l'Institut australien de science marine (AIMS) ont découvert dans du mucus de corail irradié des bactéries développant des enzymes anti-oxydantes avec des applications potentielles dans le cas de la maladie d'alzheimer.

En termes de métabolites secondaires et plus spécifiquement de molécules bioactives, les micro-organismes sont à ce jour très peu exploités (16 % des brevets au cours de ces dernières années). Comme cela a déjà été évoqué dans ce rapport, cette faible exploitation est liée à plusieurs paramètres ayant trait tant au niveau actuel de connaissance de la microflore bactérienne, qu'aux difficultés éventuelles de mise en culture et fermentation (extraction-purification des métabolites), mais aussi aux faibles rendements obligeant à passer par la chimie de synthèse ou d'hémisynthèse. Par ailleurs, il est important de souligner la nécessité de préserver les souches et les isolats.

#### 5.4 Autres molécules

En sus des polymères bactériens (exopolysaccharides, polyesters biodégradables, polyamines), des enzymes et des métabolites secondaires, d'autres pistes d'exploitation de ces micro-organismes existent, notamment celles liées directement à leur métabolisme (dégradation des produits toxiques, bioaccumulation et bioépuration, précurseurs de métabolites actifs), ou encore à leurs autres constituants cellulaires comme les lipides (lipides d'archéa en oncologie), les LPS (lipopolysaccharides), dont on connaît les activités biologiques, et les glycoprotéines.

La très grande majorité des analyses actuelles autour des biotechnologies marines laisse entrevoir que les micro-organismes devraient être un gisement incontournable et prometteur de molécules d'intérêt pour des secteurs relatifs aux domaines de la santé, de la pharmacie et parapharmacie, de la cosmétologie, de l'environnement et de la chimie.

#### 5.5 Les cyanobactéries et micro-algues

Outre les bactéries, les cyanobactéries (et micro-algues) apparaissent sans nul doute comme des groupes d'intérêt biotechnologique. Les cyanobactéries sont donc exploitées de façon empirique dans certaines régions du monde depuis longtemps. Dès 1521, Bernal Diaz del Castillo rapportait déjà la consommation de préparations à base de *Spirulina (Arthrospira) platensis* au Mexique, et plus récemment la consommation de préparations similaires a été observée chez certaines tribus du Tchad. Par ailleurs, la biomasse de *Nostoc commune* Vaucher fait partie de la pharmacopée traditionnelle chinoise pour soigner les brûlures.

Cependant, leur potentiel en tant que micro-organismes exploitables en termes de biotechnologies n'a été considéré que récemment. Les recherches de valorisation des cyanobactéries sont désormais nombreuses et sont menées à deux niveaux : le premier a trait à l'utilisation de la biomasse brute vivante ou morte, et le second à la valorisation de certains métabolites extraits des cellules ou du milieu de culture.

La première exploitation industrielle de cyanobactéries concerne la biomasse brute de *Spirulina (Arthrospira) platensis* qui présente une bonne digestibilité et dont les propriétés nutritives sont très intéressantes. En effet, les teneurs en protéines (65-70 %), en vitamines (A, B<sub>1</sub>, et B<sub>12</sub>), en minéraux, et en acides gras essentiels sont élevées. Cette cyanobactérie est actuellement commercialisée comme complément alimentaire diététique dans les pays riches. Cette culture se développe de façon plus ou moins artisanale dans les pays pauvres pour lutter contre la malnutrition. Une autre

cyanobactérie, *Phormidium* tenue, s'est révélée tout aussi apte à une utilisation en tant que complément alimentaire, mais n'est actuellement pas exploitée. Outre le secteur alimentaire, la biomasse de certaines cyanobactéries pourrait intéresser d'autres domaines industriels, comme celui de l'environnement. En effet, des études portant sur des espèces du genre *Phormidium* ont montré que ces cyanobactéries pourraient être intégrées dans des cycles de traitement biologique des eaux usées pour réduire considérablement les teneurs en nitrates et en phosphates des eaux traitées. Dans la même optique, d'autres espèces cyanobactériennes se sont montrées efficaces pour l'élimination des métaux lourds en solution par bioaccumulation et biosorption. Ainsi, le produit AlgaSORB<sup>TM</sup>, un mélange des biomasses de *Chlorella* sp. et de *Spirulina* sp., a été mis au point et est commercialisé par la société Resource Management and Recovery (anciennement Bio-Recovery Systems Inc., Angleterre) pour traiter des eaux chargées en métaux. Une récente étude a montré, quant à elle, que la présence d'un tapis microbien (intégrant la cyanobactérie *Microcoleus chthonoplastes*) dans des marais salants permet d'améliorer la qualité des cristaux de sels en diminuant notamment la quantité de métaux précipités.

Les recherches de valorisation de métabolites secondaires biosynthétisées par des cyanobactéries sont également encourageantes. En effet, dans ce domaine, de nombreuses molécules sont susceptibles d'être exploitées industriellement, mais encore très peu d'entre elles le sont réellement. Seules à ce jour, les phycobiliprotéines (pigments protéiques) synthétisées par *Spirulina* sp., la C-phycocyanine et l'allophycocyanine, sont commercialisées, entre autres par les sociétés Prozyme (Californie, États-Unis) et Cyanotech (Hawaii, États-Unis). Ces pigments servent de marqueurs fluorescents en recherche biologique. D'autres pigments comme la scytonémine et les pigments du type mycosporine pourraient également servir de filtres UV dans des préparations cosmétiques. Parmi les autres métabolites d'intérêt, on peut citer les poly  $\beta$  hydroxyalcanoates (PHA), les agents antibactériens, les agents antifongiques, algicides, et antiviraux, ou encore les agents antitumoraux et cytotoxiques. En fait, plusieurs études de criblage d'activités biologiques ont montré que ce groupe de micro-organismes constituait une source potentielle de producteurs de molécules actives. Les propriétés physico-chimiques de polysaccharides synthétisés par ces micro-organismes laissent présager un bel avenir, en termes de valorisation industrielle, pour ce type de polymères. Par exemple, *Nostoc commune* Vaucher produit un polysaccharide qui inhibe fortement le système du complément. Ce polymère pourrait donc intéresser les domaines médical et pharmaceutique. Un autre exemple est celui du polymère synthétisé par la souche *Cyanothece* sp. ATCC 51142, qui pourrait être utilisé pour éliminer des métaux en solution ou encore certains colorants industriels.

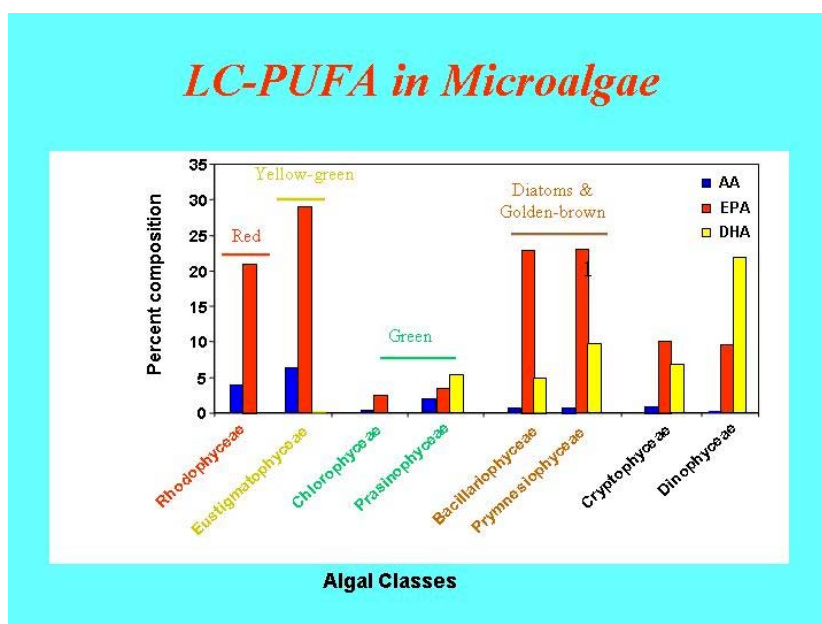
L'exploitation industrielle des cyanobactéries peut cependant poser un certain nombre de problèmes en regard du métabolisme de ces micro-organismes. La culture à grande échelle des cyanobactéries, et plus généralement des micro-organismes phototrophes, n'est réellement maîtrisée que pour un petit nombre de souches, mais des systèmes de production de biomasses à grande échelle existent d'ores et déjà à travers le monde (bassins de culture de *Dunaliella*, en Australie, de *Spirulina*, à Hawaii, bassins de production de *Chlorella*, au Japon).

Un point important concernant les biotechnologies marines est celui de la recherche de sources substitutives d'oméga 3 à l'utilisation actuelle des produits et co-produits de la pêche. Il est reconnu qu'il y a risque au cours des prochaines décennies

d'une forte diminution de la ressource en poissons, principale source actuelle de ces acides gras polyinsaturés (EPA : acide ecosapentaénoïque-20:5 $\omega$ 3 et DHA : acide docosahexaénoïque-22 :6 $\omega$ 3). Il a été démontré que ces acides gras sont bénéfiques pour lutter contre les maladies cardio-vasculaires, l'hypertension, les phénomènes inflammatoires liés par exemple aux rhumatismes articulaires, et qu'ils sont favorables au développement de l'enfant et, comme nous l'avons vu, dans la prévention de certains cancers. Des études sont également en cours au niveau de leur influence sur la maladie d'alzheimer et même sur certains désordres mentaux comme la schizophrénie. Une demande croissante pourrait donc s'ensuivre pour ce type de molécules au regard de leurs effets positifs sur la santé humaine. L'aquaculture offre d'autres domaines d'application.

Les micro-algues (fig. 2) peuvent être sans nul doute une source d'acides gras insaturés.

Figure 2. Distribution des acides gras polyinsaturés (EPA/DHA) dans les différentes classes de micro-algues



Source : Australasian Biotechnology, nov. 2003.

À l'heure actuelle, la contribution des micro-algues et champignons marins à cette industrie des acides gras essentiels est faible (voire négligeable), mais il y a de fortes raisons de penser qu'un changement de stratégies devrait se produire dans les années à venir, en raison notamment de :

- la problématique de gestion de la ressource et la diminution de certaines espèces (poissons) à la base de la production de ces oméga 3 ;
- l'étape de purification des huiles de poissons qui induit une augmentation sensible des coûts de production ;
- la présence d'acides gras en oméga 3 en fortes concentrations au niveau de ces micro-organismes (micro-algues) ;
- une nécessaire production à partir d'une source renouvelable (fermentation, photobioréacteur) ;



- e) un meilleur contrôle de la production (micro-organismes hétérotrophes) ;
- f) une meilleure connaissance des voies métaboliques et son exploitation pour améliorer les conditions de production.

De plus, dans le milieu marin les micro-algues et autres micro-organismes apparaissent comme les producteurs primaires d'oméga 3. Bien qu'il ait été démontré que la synthèse de *novovo* de ces acides était possible chez les poissons, la présence de ces acides dans ces organismes est plus probablement liée à leur alimentation.

**Tableau 6. Distribution d'acides gras polyinsaturés dans les micro-algues et quelques autres groupes\***

Group	Genus / Species	PUFA	Application
Eustigmatophytes	<i>Nannochloropsis</i>	EPA	Aquaculture
Diatoms	<i>Chaetoceros</i>		
Dinoflagellates	<i>Cryptocodinium cohnii</i>	DHA	Aquaculture, health supplements, infant
Thraustochytrids	<i>Schizochytrium</i>		
Red algae	<i>Porphyridium</i>	AA	Aquaculture, infant formula
Thraustochytrids	undescribed species		Pharmaceutical industry
Fungi	<i>Mortierella</i>		(precursor to prostaglandins)
Blue green algae	<i>Spirulina</i>	GLA	health supplements

\*Applications potentielles : 18:3 $\omega$ 6  $\gamma$ -linolenic acid, GLA ; 20:5 $\omega$ 3, eicosapentaenoic acid, (EPA) ; 20:5 $\omega$ 3 ; docosahexaenoic acid (DHA), 22:6 $\omega$ 3 ; arachidonic acid, AA: 20:4 $\omega$ 6  
(source : Australasian Biotechnology, nov. 2003)

Les teneurs en EPA et DHA des micro-algues peuvent être importantes (tableau 6) et, en ce sens, ces micro-organismes apparaissent comme de bonnes sources de ces acides gras. La production industrielle pourrait se heurter à un problème économique lié aux conditions de croissance de ces micro-organismes. Leur croissance contrôlée peut nécessiter l'utilisation de photobioréacteurs qui entrent fortement dans le coût élevé du développement de telles molécules par cette seule voie de fermentation. Des études sont en cours actuellement, notamment en Australie et Italie, afin d'optimiser à la fois les conditions de croissance et diminuer les coûts de production d'EPA et DHA *via* l'utilisation de ces photobioréacteurs. Une autre voie prometteuse serait également celle envisagée pour d'autres molécules issues de la fermentation bactérienne, c'est-à-dire la voie du génie génétique et du transfert de gènes impliqués dans la synthèse de ces oméga 3 chez les plantes.

Enfin à ces études vient s'ajouter la possibilité de rechercher d'autres sources de micro-organismes et en tout premier lieu de micro-algues phototrophes et hétérotrophes, capables de synthétiser des quantités plus importantes de ces acides gras et/ou possédant une plus grande spécificité, tels les rapports EPA/DHA ou  $\omega$ 3/ $\omega$ 6. L'hétérotrophie réunit des avantages certains, notamment une non-dépendance des conditions environnementales extérieures, une bonne connaissance des procédés de fermentation et d'extraction-purification, une optimisation autour de sources de carbone et nutriments renouvelables et une garantie de reproductibilité à la fois sur les plans qualitatifs et quantitatifs. Le nombre de souches hétérotrophes est à ce jour limité mais peut justifier à partir d'écosystèmes atypiques la mise en évidence d'espèces nouvelles.

Tout aussi abondante en termes d'articles s'y référant, l'utilisation de champignons marins comme source de métabolites secondaires mérite également d'être citée dans cette revue. Il convient d'y intégrer également les recherches menées par le Center for Marine Biotechnology & Biomedicine au sein de la Scripps Institution of Oceanography de la Jolla (États-Unis) sur des actinomycètes marins faisant apparaître d'énormes potentialités en termes de molécules anti-bactériennes, antifongiques et antitumorales. Sur près de 100 souches d'actinomycètes isolées du milieu marin, il a été démontré que près de 80 % pouvaient inhiber la croissance de cellules cancéreuses en tant que synthétisant des molécules. Ces résultats (pestalone, salinosporamide A) ont été brevetés et immédiatement transférés, *via* des licences d'exploitation, à des sociétés pharmaceutiques.

Les écosystèmes tropicaux et sub-tropicaux sont ainsi des sources de molécules innovantes, notamment pour tout ce qui a trait aux activités anti-bactériennes et antibiotiques. Des études ont d'ores et déjà été menées sur des bactéries marines isolées dans les eaux territoriales ou dans les zones de la Nouvelle Guinée, de Papouasie ou encore dans la mer de Salomon avec des résultats prometteurs en termes de molécules actives.

On peut difficilement parler « d'endémisme microbien », mais la Polynésie française possède un certain nombre de spécificités en rapport avec son positionnement géographique, mais aussi en raison de la présence d'écosystèmes particuliers tels que de ceux de certains lagons, ou encore de tapis microbiens, dans les mares de « Kopara » par exemple. Ces mares de Kopara sont caractérisées par une très large diversité microbienne en termes de cyanobactéries et bactéries. Cette biodiversité associée aux conditions physico-chimiques particulières, différentes, selon les zones de prélèvement en fait une source intéressante de micro-organismes d'intérêt industriel.

Des études et travaux de thèse ont déjà été réalisés sur ces écosystèmes, tant d'un point de vue descriptif que d'un point de vue valorisation potentielle (Laurent Richert, 2004). Une nouvelle thèse (bourse Cifre) est actuellement en cours visant à mettre en évidence et à caractériser les molécules potentiellement innovantes d'origine bactérienne.

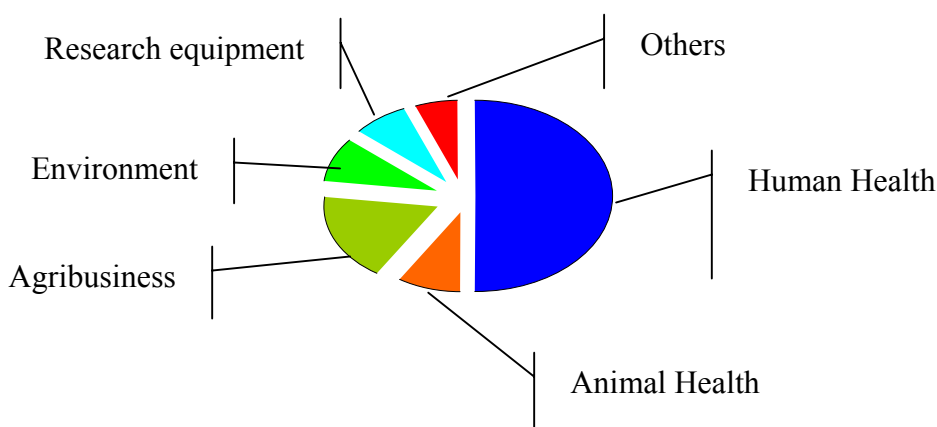
## **6. Quelles applications pour les biotechnologies marines ?**

Les biotechnologies intéressent de nombreux marchés parmi lesquels il convient naturellement de citer le domaine de la cosmétologie, celui de la santé humaine et les secteurs qui y sont associés, la pharmacie et la para-pharmacie, mais aussi des secteurs en forte croissance tels que l'environnement, l'agroalimentaire ou encore les produits d'hygiène corporelle, sans oublier ceux liés à la santé et à la nutrition animales (chiffre d'affaires estimé à 1 à 3 billions de US \$/an).

Tous ces secteurs correspondent à une demande à la fois économique et sociétale (fig. 3) :

- *l'environnement (« chimie verte »)* en quête de technologies propres pouvant se substituer à d'autres approches plus polluantes, moins spécifiques et moins performantes et plus onéreuses, mais aussi en demande de biomatériaux ;
- *la cosmétologie/dermocosmétologie*, qui malgré une législation en évolution, apparaît comme le créneau à privilégier dans une démarche court terme, domaine en quête de nouvelles molécules innovantes tant par leur « histoire » que par leurs propriétés physico-chimiques et efficacité ;
- *l'agro-alimentaire* (pris au sens large du terme) en quête de nouvelles molécules texturantes pour s'adapter et répondre à de nouvelles contraintes de marché (thermostabilité, vectorisation, filmogène) ;
- *la chimie de synthèse et/ou d'hémisynthèse* à la recherche de nouvelles molécules (chirales, etc.) ou de précurseurs de synthèse ;
- *les domaines de la santé (médical, pharmacie et parapharmacie, nutrition)* avec une recherche parfois très ciblée d'une grande spécificité, d'une meilleure efficacité et/ou d'une forte activité, à la recherche de substituts à des molécules existantes mais d'origine non souhaitée, etc.

Figure 3. Répartition de l'impact des biotechnologies



Source : France-Biotech, French 2002 Biotech Survey \$\$\$.

### 6.1 Biotechnologie et environnement

Dans le domaine de l'environnement, les micro-organismes (cyanobactéries, micro-algues, champignons, bactéries, archaébactéries...) peuvent apporter des solutions à un grand nombre de problèmes, tant parce qu'ils garantissent une plus grande efficacité, spécificité, sécurité et innocuité, qu'un meilleur ratio coût /efficacité. De fait, utilisés seuls ou en complément de traitements préalables, les micro-organismes (et les algues) en ce domaine présente(nt) un intérêt croissant pour de nombreux secteurs industriels.

La non-biodégradabilité d'un certain nombre de composés hautement toxiques pour l'environnement générés par différents secteurs industriels pose le problème de leur élimination ou récupération. Parmi ces composés, il faut citer un grand nombre de déchets et polluants industriels tels que les hydrocarbures polycycliques, les pesticides, herbicides, de nombreux composés chlorés, les phtalates, les composés nitrés aromatiques, les solvants, et naturellement les métaux lourds et radioactifs. L'industrie de l'énergie génère à elle seule près de 2,5 millions de tonnes de métaux lourds/an. L'industrie de la métallurgie contribue annuellement à cette pollution à hauteur de 0,4 million de tonnes tandis que l'agriculture, le traitement des eaux et l'ensemble des autres industries y ajoutent près de 2,4 millions de tonnes supplémentaires.

Les micro-organismes (bactéries et micro-algues) et les algues peuvent répondre à un certain nombre de ces problématiques, soit directement du fait de leur capacité à assimiler (et dégrader) un certain nombre de ces produits toxiques *via* des processus enzymatiques (mais pas uniquement), soit, plus indirectement, *via* la production de biopolymères (exopolymères) adsorbants ou encore *biofloculants* au rang desquels il convient de citer les polysaccharides et glycoconjugués. Cette utilisation des micro-organismes dans le domaine de l'environnement entre alors dans les processus de « bio-rémédiation », « biodétoxification », « bioépuration », « biolixiviation » ou encore « biofixation », selon les mécanismes mis en jeu. Une base très importante de données relatives aux potentialités des micro-organismes en matière de « bio-remédiation » a été récemment constituée par l'Université du Minnesota, qui pourrait constituer une base de références pour d'éventuelles études ultérieures.

À titre d'exemples, on peut citer l'oxydation de l'arsenic sous une forme plus soluble et plus facilement récupérable, la précipitation de sulfures métalliques par des modifications de pH ou encore par génération de sulfures (bactéries sulfato-réductrices), la dissolution de minerais métalliques par des bactéries sulfo-oxydantes, l'association d'un polysaccharide (chitosane) et d'un consortium microbien, la séparation de l'huile à partir d'une émulsion eau-huile par *Alcaligenes latus*, ou encore l'utilisation de floculents microbiens (bactéries, cyanobactéries) dans le domaine de la détoxification de métaux lourds...

Un des freins actuels à l'utilisation de ces micro-organismes reste peut-être la cinétique de dégradation de composés toxiques qui les caractérise. Une solution de plus en plus envisagée par les scientifiques consiste alors en la manipulation génétique de ces micro-organismes en vue d'une meilleure sélectivité et/ou efficacité du processus de biodégradation.

### **Antifouling**

Un autre domaine d'importance au niveau de l'environnement est celui des revêtements antifouling (antisalissures). Les effets néfastes de la présence d'un biofilm et de biosalissures sur les matériaux et équipements utilisés en milieu marin sont variés : écran hydrodynamique et modification de l'écoulement, diminution des échanges thermiques, perte de propriétés optiques, blocage de fonctions mécaniques, accélération de la corrosion ou de la biodégradation. La plupart des activités marines y sont confrontées : ouvrages au large ou côtiers, navires, plates-formes offshore, installations aquacoles, équipements océanographiques immergés pendant des durées de quelques jours à plusieurs mois, voire des années. Les agents antisalissures (peintures, vernis...)

généralement utilisés pour protéger les structures sont toxiques et peuvent avoir des conséquences désastreuses sur la faune et la flore. Leur utilisation est réglementée par des normes de plus en plus sévères. L'évolution des réglementations internationales (directive n° 89/677/CEE) conduit notamment à une interdiction totale, prévue en 2003, des composés organostanniques reconnus nocifs pour le milieu marin et à une utilisation contrôlée des molécules toxiques (directive « Biocides » n° 98/8). L'emploi de biocides et les nettoyages réguliers de structures augmentent considérablement les coûts d'exploitation des industries marines. Les conséquences de la croissance de salissures dans le domaine des industries marines ont été évaluées par un certain nombre de groupes universitaires, notamment en Australie, à 6,5 milliards de dollars par an (évaluation du groupe « Biofouling » de l'Université de New South Wales), et la seule présence d'un biofilm bactérien sur des surfaces est estimée à des milliards de dollars par an due à la détérioration d'équipements, aux pertes d'énergie, aux problèmes de contamination ou infection dans le domaine médical (évaluation « The Center for Biofilm Engineering », Montana).

Il a été démontré que les micro-organismes et en particulier les bactéries marines sont susceptibles de biosynthétiser, en conditions naturelles, un certain nombre de molécules biologiquement actives, limitant le développement ultérieur de macrosalissures. Ces molécules pourraient alors être exploitées comme agents « antifouling » incorporées dans des revêtements favorisant leur relargage (diffusion) contrôlé.

À ces applications dans la lutte contre les salissures, il faut également ajouter les industries métallurgiques et chimiques pouvant faire appel, dans des cas particuliers, à des procédés enzymatiques, les domaines des textiles, de la pâte à papier, du traitement du cuir, de la chimie fine et surtout du génie enzymatique et de la biocatalyse.

Au niveau de la Polynésie, il convient d'ores et déjà de noter la mise en place d'une collaboration entre l'Ifremer et le Service de la perliculture autour de l'utilisation de polysaccharides microbiens (dont ceux issus de travaux menés sur le Kopara) en tant qu'agents antisalissures.

## **Les biomatériaux**

Les poly- $\beta$ -hydroxyalcanoates (PHA) ou polyesters biodégradables, synthétisés par des micro-organismes marins (bactéries et cynaobactéries), constituent une autre voie d'intérêt à la fois industrielle et environnementale. L'une des contraintes d'exploitation porte sur les procédés de production et les coûts associés. Mais la possibilité de cloner les gènes codant pour les enzymes de la voie de biosynthèse de ces PHA ouvre des perspectives de culture de plein champ de plantes génétiquement modifiées. L'avenir de ces cultures industrielles à base d'OGM reste cependant totalement tributaire de l'évolution du contexte juridique. Au lieu des cultures industrielles de plantes recombinantes, on pourrait alors se tourner vers des procédés de fermentation.

La part de marchés en 2000 de ces polymères biodégradables était de 44 000 tonnes par an, soit 0,12 % du marché des matières plastiques. Les prévisions de croissance pour ce type de polymères, incluant non seulement les poly- $\beta$ -

hydroxyalcanoates mais aussi les polysaccharides et PLA (polymères d'acide lactique), situent ce marché à plus de 500 000 tonnes en 2005/2006 et 4 millions de tonnes à l'horizon 2020. L'évolution des législations en matière de développement durable, de réduction de l'effet de serre et rejet de CO<sub>2</sub>, une meilleure gestion des déchets ainsi qu'une volonté d'une réduction de la dépendance vis-à-vis des matières premières importées, plaident en faveur du développement de ce type de polymères.

D'autres polymères à haut poids moléculaire et d'origine marine tels que la chitine, constituant majeur de la cuticule de nombreux invertébrés d'origine marine (crabes, crevettes) sont eux aussi biodégradables, non toxiques, et pourraient se révéler d'un grand intérêt pour l'alimentaire, les cosmétiques ou la pharmacie. Enfin, la combinaison de polymères naturels (origine algale et/ou végétale) avec ces polymères biodégradables fait également l'objet d'intérêts particuliers de la part de différents secteurs industriels.

### **Les biocapteurs**

Un biocapteur est un système de mesure associant un élément biochimique et un élément électronique. Le composant biochimique, choisi pour sa capacité à détecter une substance, joue généralement le rôle de récepteur. Il peut être constitué d'enzymes (mono ou multi-enzyme), d'anticorps, de cellules entières (micro-organismes, bactéries, algues ou champignons) ou partielles, de tissus (plante ou animal), ou d'une séquence d'ADN (sondes oligonucléotides). Les propriétés de reconnaissance moléculaire de la biomolécule choisie confèrent une sélectivité à l'interaction biomolécule-analyte cible. Celle-ci est à l'origine d'un signal qui, après traitement, peut être directement corrélé à la concentration en solution de l'analyte cible. Les biocapteurs à base d'enzymes sont actuellement les plus utilisés et développés.

De nombreux domaines, comme l'alimentation, la protection de l'environnement, la sécurité industrielle et domestique, s'intéressent au développement des biocapteurs à cause de la sévérité croissante des réglementations et normes. Le secteur médical (analyse clinique, normes de sécurité et d'hygiène) est également très demandeur de systèmes de mesures et de contrôle sélectifs et sensibles, tels que les biocapteurs. Ainsi, les chercheurs australiens travaillent sur les organismes de la barrière de corail et sur la conception de biocapteurs capables de détecter un niveau de contamination éventuel d'un coquillage élevé dans les bassins d'aquaculture.

### **6.2. Biotechnologie et agro-alimentaire**

S'agissant de texturants et d'additifs, les possibilités de valorisation de nouvelles molécules d'origine marine dans le domaine de l'agro-alimentaire existent sans nul doute, mais elles doivent être considérées en regard d'un ensemble de paramètres incluant la notion de molécules de références (« benchmark ») comme le xanthane, le gellane ou polysaccharides d'origine algale (agars, alginates, carraghénanes, etc.), dont les coûts de production et maîtrise de cette dernière peuvent constituer un frein majeur au développement de toute autre molécule.

Relativement à la nutrition humaine, les apports de protéines, peptides et acides gras essentiels relèvent tout autant du domaine de la santé (avec ses contraintes) que de celui de l'agro-alimentaire.

Une plus grande spécificité ou des performances et propriétés largement supérieures à ces molécules de référence, associées à des coûts de production acceptables, sont les conditions majeures de développement de molécules nouvelles en agro-alimentaire.

### 6.3. *Biotechnologie et cosmétologie*

Il s'agit bien naturellement d'un secteur économique en forte croissance correspondant à une demande sociétale évolutive.

Parmi les produits les plus recherchés, il y a les molécules « anti-âge » (agents hydratants, ou de réhydratation, raffermissement de la peau, lissage, anti-rides, réparation cellulaire, régénération des cellules dermiques, protection UV, etc.), ou, d'une manière plus générale, ceux qui sont en adéquation avec une volonté affichée des consommateurs d'un bien-être passant en premier lieu par une apparence physique et l'entretien du corps (« Forever young !»). Il est à noter que, dans les pays industrialisés, cette tendance a débuté auprès des « baby bloomers » de l'après-guerre et se poursuit maintenant avec les nouvelles générations. Le marché des produits anti-âges était estimé à près de 70 millions de US \$ en 2001, produits au rang desquels il convient de citer les vitamines (pour plus de 50 % de ce marché (vitamines A, B5, C et E) et les polysaccharides (acide hyaluronique, chitosane et  $\beta$  glucanes) pour plus de 20 %. À ces produits majoritaires, il faut adjoindre les peptides et protéines, les enzymes (voir dans chapitre 5 le cas des enzymes anti-oxydantes) et co-enzymes, les extraits naturels (*Aloe vera*...) et d'autres produits comme les hydroquinones, amino acides, etc.

À ce marché vient se greffer celui des systèmes de délivrance et libération contrôlée des actifs cosmétiques (nanoparticules, nano-émulsions, microcapsules, pour 30 %, et des millicapsules, pour 40 %), marché américain estimé quant à lui à près de 30 millions de US \$ (sans y inclure les patches) en 2001.

Bien que la classe des polysaccharides soit déjà donc bien représentée en cosmétique et dermo-cosmétique, une demande existe en termes de nouvelles molécules caractérisées à la fois par des diversités d'origine, des unités saccharidiques originales et des propriétés physico-chimiques, biologiques et rhéologiques innovantes permettant par exemple d'envisager d'intéressantes applications sous différentes formes galéniques.

Si les algues (brunes, rouges et vertes) constituent actuellement la principale ressource de molécules marines dans le domaine de la cosmétologie, d'autres sources de micro-organismes sont actuellement évaluées pour leurs potentialités et avantages s'agissant de notions de non-dépendance vis-à-vis d'aléas environnementaux, climatiques ou même géopolitiques. Au nombre de ces nouvelles sources on trouve naturellement les micro-algues et les bactéries. Les applications se situent alors au niveau de propriétés de rétention d'eau, molécules anti-âge (capteur de radicaux libres), auto-bronzantes et accélératrices de bronzage, de protection contre les UV, anti-rides,

immunostimulants ou encore colorants, avec comme molécules cibles les polysaccharides, protéines, peptides et pigments.

La durée de vie approximative de nouvelles molécules se situe entre 3 et 5 ans, induisant de fait une recherche constante et continue de nouvelles pistes de valorisation.

Mais le développement de nouvelles molécules pour la cosmétologie se devra aussi de considérer une évolution probable de la législation en matière d'utilisation de produits naturels, de la disponibilité de la ressource, de facilité de mise en œuvre et, bien évidemment, de coût de production de ces molécules.

#### 6.4 Biotechnologie et santé

Le processus menant de l'identification d'une molécule active à la mise sur le marché d'un produit pharmaceutique est long, coûteux, puisqu'il nécessite une parfaite connaissance de la molécule, la caractérisation du (ou des) mode(s) d'action, les essais précliniques et cliniques pour conclure par les demandes d'autorisation de mise sur le(s) marché(s) (tableau 7). Cette phase finale est atteinte dans un domaine de temps de l'ordre de 6-10 ans et des coûts de R&D, marketing et autres, de près de 1 milliard de dollars avec un taux de succès de une molécule commercialisée, donc susceptible de dégager des profits, pour environ 5 000 à 10 000 molécules actives identifiées.

Tableau 7. Étapes critiques de la R&D d'un médicament

Étapes/activités	Objectifs	Durée (an)	Coût (M. euros)	Probabilité de succès
Recherches mécanismes	Nouvelles cibles pour les médicaments	10 à 20	Très élevé	Faible
Recherche nouvelles molécules ayant des affinités pour la cible	Brevet d'invention	2 à 4	2 à 4	Elevée
1 <sup>er</sup> essais cliniques (phases I et II)	Preuve du concept	2 à 4	4 à 12	33 %
Toxicologie/cancérogenèse/mutagenèse (phase III) Spécificités FDA	Acceptation de la NDA par la FDA (États-Unis)	3 à 4	300 à 700	67 %
Commercialisation	AMM (NDA)	1	2	90 %

FDA : New Drug approval. FDA : Federal Drug Administration. AMM : Autorisation de mise sur le marché.

Source : Biofutur, déc. 2003. \$\$\$

Au cours de ces dernières années, il a été démontré qu'un grand nombre de molécules marines possèdent des activités biologiques en adéquation avec une recherche de nouveaux médicaments et de voies thérapeutiques dans de nombreux domaines de la santé. Ainsi, en 2002, une quinzaine de produits isolés d'organismes marins, nombre d'entre eux ayant été découverts par le département Produits naturels de l'Institut national du cancer américain, étaient en essais cliniques ou encore aux premiers stades du développement (tabl. 7). Mais sur la base des données actuelles, force est de constater que le nombre de groupes zoologiques concernés paraît très restreint et sans commune mesure avec l'importance de la biodiversité marine. On note par exemple que les micro-organismes en particulier étaient absents de la plupart des études menées à ce jour sur ce sujet. À l'opposé, certains groupes étaient bien représentés, à l'instar des éponges qui possèdent plusieurs centaines de composés bioactifs déjà répertoriés. Les approches évoluent avec une contribution plus marquée au cours de ces dernières années des micro-organismes, tenant aux avantages présentés



par ces derniers (une meilleure connaissance des voies métaboliques, la maîtrise des outils de fermentation, d'extraction-purification, absence de contraintes en matière d'accessibilité à la « matière première », origine réelle des molécules...).

Un certain nombre d'interrogations restent cependant en suspens quant à l'origine exacte de molécules bioactives identifiées dans des organismes supérieurs. Les micro-organismes peuvent représenter de 40 % à 50 % de la biomasse de certaines éponges et autres organismes marins, et pourraient être directement impliqués dans la biosynthèse de molécules bioactives. Les travaux de l'Institut océanographique Scripps ont démontré que la bryostatine, déjà citée dans le tableau 7, pourrait être produite par une bactérie vivant à l'intérieur de *B. neritina*, *Candidatus endobugula sertula*. La division médicale de l'Université de Fort Pierce (Floride) vient ainsi de mettre en évidence près de 16 000 isolats associés à des éponges marines. Cette notion de synergie est importante entre les communautés bactériennes associées aux organismes marins (invertébrés, algues) dans le cadre d'une réflexion autour de la recherche et de la mise en évidence de métabolites secondaires d'intérêt pharmaceutique. L'utilisation des outils de biologie moléculaires, par exemple les transferts de gènes impliqués dans la biosynthèse de ces métabolites vers des vecteurs plus adaptés, constitue une voie pour contourner les difficultés de mise en culture de ces micro-organismes symbiotiques.

Les sucres jouent un rôle essentiel dans l'organisme, participant aux communications entre cellules et au fonctionnement du système immunitaire, luttant contre certains organismes pathogènes et pouvant freiner la progression de certains cancers. Certains de ces sucres, ou enzymes associées, sont soit d'ores et déjà commercialisés (Cerezyme, Fabrazyme, Vancocine), soit en phase clinique I, II et III (Vesvesca [III] Vaccin GMK [III], Bimosiamose [II], GCS-100 [I], PI-88 [I et II], etc.).

Cette notion de « sucre-médicaments » et l'utilisation de polysaccharides natifs et/ou modifiés apparaît donc comme un axe de recherche de plus en plus exploré par le monde médical et la recherche pharmaceutique, de même que celle, plus générale, de glycoconjugués associant une partie « carbohydrate » à une partie protéinique ou lipidique.

Outre les sucres (sucres-médicaments) et les métabolites secondaires, il convient de mettre en évidence les effets bénéfiques des acides gras, et en particulier des acides gras polyinsaturés oméga 3, avec comme sources potentielles la pêche, les co-produits de la pêche et les micro-algues.

La très grande majorité des domaines de santé est donc concernée par ces recherches de molécules nouvelles, qu'elles soient par ailleurs d'origine marine ou terrestre (cardiologie, hématologie, ophtamologie, régénération tissulaire, oncologie, les anti-inflammatoires, antiviraux, les anti-hypercholestémie, etc.). Mais la mise en évidence de ces activités biologiques passe obligatoirement par des techniques de criblage. Ces dernières ont beaucoup évolué ces vingt dernières, dans le souci toujours présent de pouvoir valoriser au mieux les molécules isolées et d'essayer de comprendre leur mécanisme d'action, voire leur utilité dans le milieu naturel : les essais sur organismes (bactéries, cultures cellulaires, organes...) ont été parfois remplacés en criblage de première intention par des essais enzymatiques ou sur récepteurs spécifiques des domaines d'activité étudiés.

Le tableau présenté ci-après résume les principaux champs d'applications des molécules marines toutes origines confondues.

**Tableau 8. Aperçu très général des applications des organismes marins**

Domaines d'applications	Organismes considérés	Exemples : molécules
<b>Cosmétologie/dermo-cosmétologie</b>	Macro-algues Micro-algues Cyanobactéries Bactéries Champignons	Métabolites secondaires Exopolymères, oligomères, enzymes
<b>Environnement</b>	Macro-algues Micro-algues Cyanobactéries Bactéries	Enzymes Antifouling Polyesters biodégradables Exopolymères Biocapteurs
<b>Industrie pétrolière</b>	Bactéries	Exopolymères
<b>Agro-alimentaire</b>	Tous organismes	Enzymes, exopolymères, métabolites
<b>Pharmacologie/santé</b>	Tous organismes	Tous métabolites, médicaments.

## 7. Quelle(s) stratégie(s) de valorisation ?

Existe-t-il une stratégie de valorisation au regard de cette biodiversité en termes d'applications potentielles ? Il apparaît à l'évidence difficile de concevoir une stratégie unique. Sans doute convient-il plutôt d'envisager des stratégies de valorisation en fonction des groupes considérés dans cette expertise.

Selon les marchés visés, le devenir et le développement de nouvelles molécules devront très probablement répondre aux interrogations suivantes :

- Existe-t-il un marché pour toutes nouvelles molécules (marines) dans tous les domaines des biotechnologies ?
- Les nouvelles approches (outils) de biochimie et de biologie moléculaire contribueront-elles à la mise en évidence de nouvelles molécules (et de nouveaux micro-organismes) possédant des spécificités réellement innovantes ?
- Existe-t-il toujours une demande spécifique pour répondre à un problème particulier (origine de la molécule au regard de législations évolutives ou en réponse à des inquiétudes sociétales) ?
- Peut-on imaginer de nouveaux marchés ? Il serait ainsi surprenant que, eu égard à l'évolution actuelle de la chimie « verte » et des ressources renouvelables, la place des biopolymères et donc celle potentielle des biopolymères d'origine marine ne deviennent pas prépondérantes.
- Ces molécules pourront-elles alors être produites de manière « économiquement » viable et, si cela est le cas, quelles sont les pistes à privilégier (fermentation bactérienne/synthèse/hémisynthèse) ?

## 7.1 Le niveau de connaissances de la faune et de la flore marine

La richesse en organismes marins répond au gradient d'appauvrissement géographique d'ouest en est. Toutefois, l'étalement latitudinal des archipels polynésiens se traduit par une diversité intéressante caractérisée par la présence, notamment dans l'archipel des Australes, d'organismes de zones tempérées. La dispersion géographique des îles a limité l'inventaire taxonomique aux principales îles des archipels de la Société et des Tuamotu. Par ailleurs, seuls les groupes majeurs, coraux, poissons, mollusques, échinodermes et algues, ont reçu une attention particulière tandis que la connaissance sur les autres groupes d'invertébrés restait à ce jour encore fragmentaire. Dans ce contexte, il pourrait sembler difficile, dans une première phase, de considérer un axe de valorisation plutôt qu'un autre. Cette valorisation des micro et macro-organismes est par ailleurs différente selon les voies d'obtention des extraits, tant au niveau pré-criblage qu'au niveau du développement.

D'une manière générale, une stratégie de valorisation peut se mettre en place selon différentes phases :

- a) une phase d'échantillonnage ;
- b) une phase de mise en place de collections ;
- c) la constitution et la gestion d'une banque de molécules ;
- d) la connaissance de ces molécules (propriétés chimiques, physico-chimiques, activités biologiques) *via* des études spécifiques et/ou des actions de criblage orientées) ;
- e) une phase de développement de ces molécules (choix de stratégies...) ;
- f) la production à l'échelle pré-industrielle et industrielle avant commercialisation.

À cette stratégie, il convient d'adjoindre les notions de propriétés intellectuelles, de dépôts de micro-organismes, de brevets (qui pourraient être pris en co-propriété mais sans obligations), de cessions de licences (brevets, exploitation), et de propriété industrielle.

## 7.2 Échantillonnage

### Les macro-organismes

Toute l'analyse précédente montre l'intérêt de mener en Polynésie française un programme d'échantillonnage dans le double but de la constitution d'un « patrimoine biologique » et de la recherche de substances naturelles. La valorisation ultérieure d'un produit pouvant passer par une phase d'aquaculture de l'organisme source (cf. *Ecteinascidia turbinata*, *Bugula neritina*, *Pseudopterogorgia elisabethae*), une attention particulière devra être portée à la répartition des espèces et à leur contenu chimique en fonction de leur habitat : les espèces vivant dans les lagons profonds seront probablement les plus faciles à cultiver le cas échéant, alors que les organismes des zones à fort courant resteront des modèles académiques. Toutefois, certaines espèces vivant à l'extérieur du récif peuvent s'adapter dans les lagons, mais leur production en métabolites secondaires peut alors varier et ne plus produire les molécules souhaitées. Cette stratégie s'applique surtout au niveau des coraux, poissons, mollusques et échinodermes.

L'échantillonnage doit alors être double, à la fois pour la systématique et pour l'étude pharmacochimique. L'identification rapide des échantillons, au moins au niveau du genre, permet d'accéder aux banques de données : c'est l'un des points clés de l'étape de réplique. Le travail de spécialistes de différents groupes peut être motivé par la mise en place d'un programme général sur la biodiversité marine qui intéresserait l'ensemble des archipels et d'une collection de référence sur le territoire. Des réseaux de spécialistes mettent en place des banques de données mondiales où sont référencées les différentes espèces (identification, photos, coordonnées géographiques, détenteur de l'échantillon), afin d'améliorer les connaissances biogéographiques des différents organismes.

Une démarche spécifique pourrait être engagée s'agissant des co-produits de la pêche selon laquelle, outre la notion de gestion de la ressource qu'il conviendrait d'appréhender dès la mise en place de projets de valorisation, seules des études préliminaires sur une caractérisation de molécules d'intérêt extraites de ces déchets (y compris les oméga 3) pourraient conduire, à terme, à la mise en place de structures de valorisation.

Cette étude devra également porter sur les macro-algues au regard de différents paramètres comme les connaissances des algues polynésiennes et la constitution d'une collection de référence, ainsi que les potentialités de ces organismes dans différents secteurs industriels, sans oublier les études et recherches déjà engagées sur ce sujet. Une attention particulière pourrait alors être donnée à deux algues invasives ou proliférantes (*Sargassum mangarevense* et *Turbinaria ornata*) dans une réflexion associant les notions d'environnement, d'écologie et de valorisation industrielle. Un travail de recherches, d'isolement et de caractérisation de molécules devrait cependant être entrepris sur les algues en privilégiant soit les algues proliférantes dont il est fait état plus haut, soit d'autres algues (voir chapitre 4) présentant des fortes potentialités en matière de synthèse de molécules innovantes.

Il y a donc nécessité d'une mise en place préalable d'actions de recherches appliquées pouvant être menées sur le territoire dans le cadre de structures de recherches existantes ou de collaborations à initier.

### **Les micro-organismes**

Considérant l'ensemble des remarques évoquées dans le chapitre consacré aux micro-organismes (notion de milieux sélectifs, représentativité, souches cultivables, souches symbiotiques, etc.), il paraît alors plus judicieux de concevoir, concernant spécifiquement ces micro-organismes (bactéries, archaé, cyanaobactéries et micro-algues, levures, champignons...), la notion de collection et de préservation de ces micro-organismes, cette souchothèque (ou ces souchothèques) constituant la base (les bases) de toute action ultérieure en matière de valorisation et d'exploitation dans les différents secteurs de la biotechnologie.

La recherche de pistes de valorisation des micro-organismes marins passe obligatoirement par cette phase de mise en place et de gestion d'une ou de plusieurs de ces collections.

S'agissant plus spécifiquement des bactéries, cyanobactéries et micro-algues, une telle collection existe d'ores et déjà sur la base d'études réalisées sur le Kopara (Société Biolib, Tahiti), qui pourrait être étendue à d'autres micro-organismes ou lieux de prélèvement. La création d'une telle « souchothèque » nécessite cependant des moyens appropriés, tant au niveau de la caractérisation de ces micro-organismes qu'au niveau de leur préservation.

### **7.3 Extraction**

Les études menées sur les algues et invertébrés marins ainsi que la collection (ou ces collections) susmentionnée(s) peuvent éventuellement constituer la base d'une seconde « collection », propre aux métabolites primaires et secondaires synthétisés par ces organismes.

Le mode d'extraction peut naturellement varier selon la source, ainsi que le mode de conservation des organismes, du lieu de récolte jusqu'aux laboratoires de chimie. Cette étape fondamentale pourrait également être réalisée sur le territoire ; elle permettrait de constituer une banque de molécules (chimiothèque) à conserver au même titre que la collection taxonomique de référence.

S'agissant notamment de micro-organismes, la démarche pourrait alors consister en :

- i) une mise en place et un enrichissement de nouvelles collections et collections existantes au niveau du territoire ;
- ii) une mise en place éventuelle d'une chimiothèque (ou banque de molécules) et le lancement d'un travail de caractérisation de ces micro-organismes et de leurs métabolites (primaires et secondaires) au travers d'une recherche amont, mais appliquée, menée sur le territoire au regard de compétences existantes et/ou d'accords de partenariat avec le secteur privé.

### **7.4 Mise en forme pour le criblage d'activités**

Les criblages d'activité des différents domaines étudiés (santé, cosmétologie, agro-alimentaire, environnement et autres) évoluent de plus en plus vers les techniques dites de criblage à haut débit. Afin d'améliorer la rapidité de traitement des touches positives de ces criblages, les extraits sont fractionnés plus ou moins finement pour cerner, dès la première étape, la fraction active. Cette étape de fractionnement et de mise en plaques standards prêtes à être testées permet de constituer un stock d'échantillons disponibles pour les essais pharmacologiques ultérieurs. Ces deux étapes (fractionnement et préservation des échantillons) peuvent également être réalisées sur le territoire, moyennant un investissement technique et humain raisonnable.

### **7.5 Essais biologiques et valorisation**

La mise en place de tests pharmacologiques robotisés nécessite une logistique importante tant humaine que technologique (mise au point des tests, miniaturisation, robotisation, tests de confirmation), en général disponible dans des groupes de recherche privés ou éventuellement mixte public-privé. Il est difficile d'être spécialiste des différents domaines, et peu rentable d'appliquer une telle structure à une collection

restreinte d'organismes à tester. Il est donc important de rechercher à ce niveau des partenaires intéressés et efficaces et de créer des liens forts (formation de jeunes chercheurs polynésiens par exemple) avec des groupes susceptibles de pouvoir développer par la suite un produit.

La maîtrise de la production des plaques de tests permet de diversifier les partenaires dans différents domaines. Les étapes d'isolement, de réplique et de détermination structurale pourraient être réalisées par un (ou des) laboratoire(s) compétent(s) en Polynésie ou dans une structure partenaire.

S'agissant d'autres propriétés, des études pourraient également être menées en relation avec les autres champs d'applications de ces molécules, comme la détermination de propriétés rhéologiques et physico-chimiques. Ces études devraient cependant être engagées préférentiellement dans le cadre d'accords partenariaux avec les industries concernées. Il paraît en effet fort délicat, considérant les diversités de structures et de fonctionnalités, d'initier de telles démarches sans une demande industrielle amont et bien établie.

### *7.6 Développement d'un produit*

Dans le cas des métabolites secondaires, les molécules ayant subi avec succès toutes les étapes de sélection jusqu'à la valorisation en tant que médicament ou plus généralement en tant que molécule bioactive, la production par voie de synthèse doit être envisagée, l'un des critères de sélection d'une substance étant son obtention de façon industriellement rentable. Mais cette voie d'obtention de la molécule cible est aussi fonction de l'organisme source.

Dans le cas des macro-organismes marins (éponges, échinodermes, parfois algues), l'exploitation de la ressource naturelle n'est en général pas toujours possible, et s'appuie sur des programmes d'étude d'impact et de biogéographie tant biologique que chimique. Plusieurs exemples récents dans divers groupes taxonomiques ont montré que des invertébrés pouvaient être cultivés en milieu naturel, et ainsi constituer la ressource du produit recherché. Les lagons des atolls, particulièrement riches en nutriments, peuvent constituer des milieux de choix par leur richesse en nutriments pour ce nouveau type d'aquaculture. Il peut en être de même pour la culture de certaines algues (« algoculture ») présentant un réel intérêt biotechnologique.

Mais si la synthèse (ou l'hémisynthèse) s'avère impossible ou peu rentable, la voie biotechnologique est une voie intéressante et à privilégier. Cela est évidemment vrai au niveau des micro-organismes (micro-algues, champignons, archaé, bactéries) où les procédés de fermentation de ces micro-organismes sont de mieux en mieux contrôlés, de même que ceux liés à l'extraction, la purification et la caractérisation des métabolites d'intérêt. La voie biotechnologique présente également les avantages d'une non-dépendance vis-à-vis d'aléas environnementaux (pollution), d'un meilleur contrôle de la source (collections) et, dans la grande majorité des cas, de l'assurance de l'obtention des paramètres essentiels que sont la qualité et la reproductibilité des molécules recherchées.

### 7.7 Aspects juridiques de la protection de la ressource

- Statut IUCN : très peu de spécimens de benthos bénéficient d'un statut IUCN, à l'exception des coraux et des mollusques, tous organismes intéressant les collectionneurs et les aquariophiles.
- Contraintes réglementaires : ce sont celles de la convention de Rio.
- Mode de protection de la ressource : le mode suggéré est l'interdiction de récoltes par les personnes non enregistrées auprès du service des pêches, et l'obligation de l'armement des navires de récolte à la petite pêche excluant les navires de plaisance, mais autorisant la récolte des organismes en plongée autonome.

## 8. Conclusions

Quelles que soient les sources consultées, les perspectives d'évolution des marchés de la biotechnologie sont considérables, avec des taux de croissance de l'ordre de 10 %/an. Tous les gouvernements des pays industrialisés *ont fait des biotechnologies le prochain moteur de la croissance*, accompagnant ou relayant celui des technologies de l'information. L'analyse des actifs en cours de phase clinique et des demandes d'autorisation de mise sur le marché est en ce sens sans ambiguïté. Le marché européen de la biotechnologie pourrait être estimé à plus de 100 milliards d'euros d'ici à 2005. À la fin de la décennie, les marchés mondiaux, notamment dans les secteurs où les sciences du vivant et la biotechnologie constituent la majeure partie des nouvelles technologies appliquées, pourraient atteindre plus de 2000 milliards d'euros.

Les biotechnologies marines sont certes une science relativement neuve mais le milieu marin représente une source inépuisable d'innovations pour les spécialistes en biotechnologies. La Polynésie française de par son large domaine maritime et la diversité des écosystèmes qu'elle présente se positionne naturellement comme une zone privilégiée d'investigations, de mise en place d'activités de recherche et de développements industriels autour de ces biotechnologies marines. Bien d'autres pays possédant des similitudes avec les spécificités du territoire polynésien ont d'ores et déjà intégré ces objectifs dans leurs programmes de recherches et de développement, à l'exemple de l'Australie (CSIRO-AIMS-Australian Institute of Marine Science, James Cook University) et de la Nouvelle-Zélande.

« Everywhere you look, biotechnology touches your life » : cette expression traduit bien l'évolution des biotechnologies, en particulier marines, dans les différents secteurs industriels que sont ceux de la santé (médical, pharmacologie et parapharmacie), cosmétique et dermocosmétique, agro-alimentaire, environnement, ainsi que de nouveaux secteurs émergents (adhésifs, polymères biodégradables...). Des études sont d'ores et déjà engagées sur le territoire polynésien concernant certains aspects des potentialités offertes par cette biodiversité marine. Les premiers retours de ces données scientifiques apparaissent positifs, mais un travail important reste cependant à réaliser pour mettre en adéquation l'offre et la demande, en tenant compte également des contraintes liées au positionnement géographique et aux capacités

d'investissements. Quand cela s'avère nécessaire, ce travail doit prendre en compte une meilleure connaissance de la faune et flore marine, s'entourer de la mise en place de collections (souchothèques) intéressant quelques grands ensembles (algues, micro-algues, micro-organismes), de la création parallèle d'une banque de molécules (chimiothèque), mais également de la mise en place d'outils de criblage et/ou d'actions de recherche sur une meilleure connaissance des propriétés et activités des molécules extraites, et bien évidemment ne peut aller sans une réflexion autour de la mise en place de structures de production de ces molécules et/ou organismes sources.

\*Remerciements : les auteurs souhaitent remercier pour leurs commentaires et discussions les professeurs Éric Deslandes de l'Université de Bretagne-Occidentale et Claude Payri de l'Université de la Polynésie française.

## Références bibliographiques

- ANHOURY P., GAUTHIER-DUPONT J., 2003 - *Survey on the French Biotechnology Industry 2002*. Paris, Deloitte & Touche
- FRENZ J.L., KOHL A.C., KERR R.G., 2004 - Marine natural products as therapeutic agents : Part 2. *Expert Opinion Therapeutic Patents*, 14(1) : 17-33.
- Le médicament est-il malade ? 2003 - *Biofutur*, n° 239
- LOZOUET P., VON COSEL R., HEROS V., LE GOFF A., MAESTRATI P., MENOUE J.L., SCHIAPARELLI S., TRÖNDLE J., 2003 - *Atelier littoral Rapa 2002 (27 octobre-10 décembre)*. Rapport de mission, janvier 2003
- MONNIOT C., MONNIOT F., 1987 - *Les ascidies de Polynésie Française*. Paris, Editions du Muséum, Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle, série A, 154 p.
- PAYRI C. E., N'YEURT A.D.R., OREMPULLER J., 2000 - *Algues de Polynésie française/Algae of French Polynesia*. Au vent des îles, édition, Tahiti : 320p.
- PAYRI C.E., N'YEURT A.D.R., 1997 - A revised checklist of Polynesian benthic Marine algae. *Australian Systematic Botany*, 10(6) : 867-910
- PAYRI C.E., STIGER V., 2001 - Macroalgal community changes on French Polynesian Reefs, 1980-2000. *Phycologia*, 40(4 Suppl.) : 361.
- RICHARD G., 1985 - « Fauna and flora : a first compendium of French Polynesia seaweeds ». In DELESALLE B., GALZIN R., SALVAT B. (Eds) : *5th International Coral Reef Congress*. Vol. 1, French Polynesian Coral Reefs : 379-520
- RICHERT L., 2004 - *Caractérisation de souches et d'exopolysaccharides de cyanobactéries et de micro-algues du 'kopara' de Rangiroa (Tuamotu, Polynésie française)*. Thèse Biologie marine, Université de Polynésie française, 242 f.
- ZUBIA ARRETA M., 2003 - *La valorisation industrielle des algues brunes invasives (fuciales) de Polynésie française : étude prospective pour lutter contre leur prolifération et contribuer à la gestion durable de l'environnement récifal*. Thèse Ecologie marine, Université de Polynésie française, 359 p.

Directive 89/677/CEE du Conseil, du 21 décembre 1989, portant huitième modification de la directive 76/769/CEE concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des états membres relatives à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et



préparations dangereuses. *Journal officiel n° L 398 du 30/12/1989* : 19-23.  
[http://admi.net/eur/loi/leg\\_euro/fr\\_389L0677.html](http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_389L0677.html), 29 juin 2005

Directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides. *Journal officiel n° L 123 du 24/04/1998* : 1-63. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998L0008:FR:HTML>, 4 août 2005

### **Bibliographie complémentaire**

NB : Il s'agit ici des principales références bibliographiques consultées de manière plus complète par les rédacteurs mais ne pouvant être considérées comme totalement représentatives d'une littérature fort abondante, évolutive et diversifiée sur le sujet.

- ADJEROUD M., ANDRÉFOUËT S., PAYRI C.E., OREMPULLER J., 2000 – Physical factors of differentiation in macrobenthic communities between atoll lagoons in the Central Tuamotu Archipelago (French Polynesia). *Marine Ecology Progress Series*, 196: 25-38.
- ALLAIRE A., PIERRET T., 2002 - Ces médicaments venus d'ailleurs. *Le moniteur des pharmacies*, 2454, 20-25.
- AMADE P., PESANDO D., CHEVOLOT L., 1982 - Antimicrobial activities of marine sponges from French Polynesia and Brittany. *Marine Biology*, 70 (3) : 223-228.
- ANDREFOUËT S., PAYRI C.E., 2001 - Scaling-up carbon and carbonate metabolism of coral reefs using in-situ data and remote sensing. *Coral Reefs*, 19(3) : 259-269.
- BELSHER T., MEINESZ A., PAYRI C.E., BEN MOUSSA H., 1990 - Apport du satellite SPOT à la connaissance des écosystèmes récifaux coralliens. La végétation marine de l'île de Moorea, Polynésie Française. *Oceanologica acta* (13) 4 : 513-524.
- BROWER J.B., RYAN R.L., PAZIRANDEH M., 1977 - Comparison of ion-exchange resins and biosorbents for the removal of heavy metals from plating factory wastewater. *Environmental Science & Technology*, 31(10) : 2910-2914.
- BURJA A.M., ABOU-MANSOUR E., BANAIGS B., PAYRI C., BURGESS J. G., WRIGHT P. C., 2002 - Culture of the marine cyanobacterium, *Lyngbya majuscula* (Oscillatoriaceae), for bioprocess intensified production of cyclic and linear lipopeptides. *Journal of Microbiological Methods*, 48(2-3): 207-219.
- CHE L.M., ANDRÉFOUËT S., BOTHOREL V., GUEZENNEC M., ROUGEAX H., GUEZENNEC J., DESLANDES E., TRICHET J., MATHERON R., LE CAMPION T., PAYRI C.E., CAUMETTE P., 2001 - Physical, chemical and microbiological characteristics of microbial mats (KOPARA) in the South Pacific atolls of French Polynesia. *Canadian Journal of Microbiology*, 47(11) : 994-1012.
- COMMITTEE ON MARINE BIOTECHNOLOGY: BIOMEDICAL APPLICATIONS OF MARINE NATURAL PRODUCTS, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2002- *Marine Biotechnology in the Twenty-First century : problems, promise and products*. Washington, DC : National Academies Press, 117 p.
- CONTE E., PAYRI C.E., 2002 - La consommation des algues en Polynésie française : premiers résultats d'une enquête. *Journal de la Société des Océanistes*, 114-5 : 165-172
- DELESALLE B., BELL J., BOUROUILH-LE JAN F., VAUGELAS J. DE, GABRIE C., GALZIN R., HARMELIN-VIVIEN M., MONTAGGIONI L., MONTEFORTE M., ODINETZ O., PAYRI C., PICHON M., RENON J.P., RICARD M., RICHARD G., SALVAT B., 1985 -

- Environmental survey of Mataiva atoll, Tuamotu archipelago, French Polynesia. *Atoll Research Bulletin*, 286 : 1-39.
- DESLANDES E., PONDAVEN P., AUPERIN T., ROUSSAKIS C., GUEZENNEC J., STIGER V., PAYRI C.E., 2000 - Preliminary study of the in vitro antiproliferative effect of a hydroethanolic extract from the subtropical seaweed *Turbinaria ornata* (Turner J. Agardh) on a human non-small-cell bronchopulmonary carcinoma line (NSCLC-N6). *Journal of applied Phycology*, 12 (3-5) :257-262.
- DREWS J., 2003 - Strategic trends in the drug industry. *Drug Delivery Today*. 8 (9) 411-420.
- DUA M., SING A., SETHUNATHAN N., JOHRI A. K., 2002 - Biotechnology and bioremediation :successes and limitations. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 59(2-3) : 143-152.
- FRITZE D., WEIHS V., 2001 - Deposition of biological material for patent protection in biotechnology. *Applied microbiology and biotechnology*, 57(4) : 443-450
- MAYER A.M.S., HAMANN M.T., 2004 - Marine Pharmacology in 2000: Marine compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, antimalarial, antiplatelet, antituberculosis and antiviral activities; affecting the cardiovascular, immune and nervous systems and other miscellaneous mechanisms of action. *Marine Biotechnology*, 6(1), 37-52
- MONTAGGIONI L.F., RICHARD G., BOURROUILH-LE JAN F., GABRIÉ C., HUMBERT L., MONTEFORTE M., NAÏM O., PAYRI C.E., SALVAT B., 1985 - Geology and marine biology of Makatea, an uplifted atoll, Tuamotu archipelago, Central Pacific Ocean. *Journal of Coastal Research*, 1(2) : 165-171.
- MONTAGGIONI L.F., RICHARD G., GABRIÉ C., MONTEFORTE M., NAÏM O., PAYRI C.E., SALVAT B., 1985 - Les récifs coralliens frangeants de l'île de Makatea. Géomorphologie et répartition des peuplements. *Annales de l'Institut Océanographique Paris*, 61(1) : 1-26.
- MUNOZ M., VANDENBULCKE F., SAULNIER D., BACHERE E., 2002- Expression and distribution of penaeidin antimicrobial peptides are regulated by haemocyte reactions in microbial challenged shrimp. *European Journal of Biochemistry*, 269(11): 2678-2689.
- MYERS R.A, WORM B., 2003 - Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423 (6937): 280-283
- NAMIKOSHI M., KOBAYASHI H., YOSHIMOTO T., MEGURO S., AKANO K., 2000 - Isolation and characterization of bioactive metabolites from marine-derived filamentous fungi collected from tropical and sub-tropical coral reefs. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 48(10) 1452-1457.
- NICHOLS P.D., VIRTUE P., MOONEY B.D., ELLIOT N.G., YEARSLEY G.K., 1998 - *Seafood the Good food; The Oil(fat) content and composition of Australian commercial fishes, shellfishes and crustaceans*. CSIRO Marine Research: FDRC Project 95/122, 200 p.
- PAYRI C.E., 1987 - Zonation and seasonal variation of the commonest algae on Tiahura reef (Moorea island, French Polynesia). *Botanica Marina*, 30 : 141-149.
- PAYRI C.E., DENIZOT M., 1993 – « Les peuplements d'algues : planche 49 ». In Dupon J.F. (ed.), Bonvallot J. (ed.), Vigneron E. (ed.), Gay J.C. (collab.), Morhange C. (collab.), Ollier C. (collab.), Peugniez G. (collab.), Reitel B. (collab.), Yon-Cassat F. (collab.), Danard M. (coord.), Laidet D. (réd.) : *Atlas de la Polynésie Française*. Paris, ORSTOM, 2 p.

- PAYRI C.E., NAÏM O., 1982 - Variations entre 1971 et 1980 de la biomasse et de la composition des populations de macroalgues sur le récif corallien de Tiahura (île de Moorea, Polynésie française). *Cryptogamie-Algologie*, III (3) : 229-240.
- PAYRI C.E., N'YEURT A.D.R., 1997 - A revised checklist of Polynesian benthic Marine algae. *Australian systematic Botany*, 10(6) : 867-905
- PROKSCH P., EDRADA R.A., EBEL R., 2002 - Drugs from the seas - current status and microbiological implications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 59(2-3) : 125-134.
- PUM D., SLEYTR U.B., 1999 - The application of bacterial S-layers in molecular nanotechnology. *Trends in Biotechnology*, 17(1) : 8-12.
- RENN D., 1997 - Biotechnology and the red seaweed polysaccharide industry: status, needs and prospects. *Trends in Biotechnology*, 15(1): 9-14.
- RITTSCHOF D., SCHMIDT A.R., HOOPER I.R., GERHART D.J., GUNSTER D., BONAVENTURA, J., 1991 - « Molecular mediation of settlement by selected invertebrate larvae ». In Thompson M.F., Sarojini R., Nagabhushanam R.(eds.) : *Bioactive Compounds from Marine Organisms*. New Delhi, Oxford and IBH Publ. Co : 317-330.
- ROUGEAUX H., GUEZENNEC J., CHE L.M., PAYRI C. E., DESLANDES E., GUEZENNEC J., 2002 - Microbial communities and exopolysaccharides from Polynesian mats. *Marine Biotechnology*, 3(2) : 181-187.
- RUBIO C., 2002 - *Compréhension des mécanismes d'adhésion des biofilms en milieu marin en vue de la conception de nouveaux moyens de prévention*. Thèse, Université Paris VI, 205 f.
- SALEHIZADEH H., SHOJAOSADATI. S.A., 2001 - Extracellular biopolymeric flocculants. Recent trends and biotechnological importance. *Biotechnology Advances*, 19(5) : 371-385.
- SALVAT B., FAURE G., GALZIN R., PAYRI C.E., 1993 - « La biogéographie récifale et lagunaire : planche 53 ». In Dupon J.F. (ed.), Bonvallet J. (ed.), Vigneron E. (ed.), Gay J.C. (collab.), Morhange C. (collab.), Ollier C. (collab.), Peugniez G. (collab.), Reitel B. (collab.), Yon-Cassat F. (collab.), Danard M. (coord.), Laidet D. (réd.) : *Atlas de la Polynésie Française*. Paris, ORSTOM, 2 p.
- SMIT A.J., 2004 - Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products : A review. *Journal of Applied Phycology*, 16 (4) : 245-262.
- SOBERON X., 1999 - Enzymes directly evolving toward commercial applications. *Nature Biotechnology*. 17 (6) : 539-540.
- UPRETI R.K., KUMAR M., SHANKAR V., 2003 - Bacterial glycoproteins : functions, biosynthesis and applications. *Proteomics*, 3(4) : 363-379.
- VALLS M., DE LORENZO V., 2002 - Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heavy metal pollution. *FEMS Microbiology Reviews*, 26(4) : 327-338
- WALLS M.G., RONDOT B., COSTA D., PRADIER C.M., MARCUS P., BELLON-FONTAINE M.N., COMPÈRE C., GUÉZENNEC J., 2001 - A study of primary film on stainless steel immersed in Sea Water. *The European Federation of Corrosion*, 33, 172-184.
- ZUBIA M., PAYRI C.E., DESLANDES E., GUEZENNEC J., 2003 - Chemical composition of attached and drift specimens of *Sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta : Fucales) from Tahiti, French Polynesia. *Botanica Marina*, 46(6) : 562-571.

## **Recherche d'indices dans la littérature spécialisée, en vue de valoriser la biodiversité polynésienne**

---

Pierre CABALION

S'appuyer sur la biodiversité pour développer l'économie est souhaitable, or les approches possibles et les compétences nécessaires sont théoriquement multiples ; la question qui se pose est donc la suivante : « À partir de quels critères procéder, et selon quelle approche en pratique ? » Divers facteurs doivent en effet être pris en compte, mais que l'on se place sur le court, le moyen ou le long terme, une constante demeure, c'est l'obligation de choisir les matières ou produits à développer tant en fonction de ce que nous offre la nature que de la demande effective.

Il faut donc savoir quelle palette de possibilités peut être prise en compte à court terme, selon les connaissances acquises, empiriques et scientifiques, et quels choix sont envisageables ensuite, à plus longue échéance, en anticipant selon les avancées possibles de la recherche ou de l'expérimentation et selon les perspectives du marché au sens large.

L'établissement de priorités doit aussi se faire dans une limite de temps raisonnable car il n'est pas possible de réaliser des monographies complètes dans tous les cas de figures, donc dans tous les cas d'espèces puisqu'il s'agit de biodiversité, animale ou végétale.

Il faut également pouvoir disposer d'un éventail d'arguments scientifiques et économiques aussi solides que possible, et sur des probabilités relativement fortes, assurant que la voie proposée est bien ouverte ou entrouverte, techniquement et économiquement. Pour résumer, les sources d'informations à consulter sont la taxonomie, les savoirs empiriques et scientifiques accessibles, les secteurs de l'industrie ou de l'artisanat qui pourraient être demandeurs ou acteurs, et enfin il faut faire des évaluations prospectives sur le marché, en général et par segments.

Dans le cadre de cette expertise collégiale, j'avais notamment à examiner le cas des plantes réputées médicinales en Polynésie française et à explorer les potentialités d'une série d'espèces définies par leur nom botanique, donc sur critères taxonomiques.

Cette définition mérite que l'on s'y attarde, car elle détermine en grande partie les résultats de l'interrogation des bases de données et de la littérature. Il faut en effet bien avoir à l'esprit que toute erreur dans l'intitulé d'une question est fatale lorsqu'on interroge une base de données.

## 1. Savoirs traditionnels et médecine traditionnelle

Il s'agit notamment des plantes issues des savoirs traditionnels, en particulier celles qui sont utilisées pour leur *réputation thérapeutique* et, ne l'oublions pas, pour leur *relative innocuité*, dans un rapport empiriquement accepté. Ce rapport entre l'activité souhaitée et la toxicité possible répond en effet à un souci d'efficacité analogue à celui de la biomédecine qui, de son côté, mesure selon des règles scientifiques et statistiques les bénéfices et les risques liés à tel médicament ou telle pratique médicale (bénéfice/risque). Un dernier avantage dont bénéficie la médecine traditionnelle est que l'administration de mélanges complexes, les remèdes empiriques, ne favorise pas l'apparition de résistances. Paradoxalement, les avancées technologiques de la pharmacie ont leur inconvénient. En favorisant la production et l'emploi de substances pures, dosées pour un usage aussi rationnel que possible dans un but bien précis, on stimule également les capacités de défenses des pathogènes externes (bactéries, levures ; mais aussi insectes en agriculture). L'administration de mélanges bien calibrés serait à développer dans la pratique médicale pour conserver l'activité optimale, celle des substances pures, mais en évitant le risque de provoquer des résistances nouvelles.

Les remèdes en usage dans une ethnie ou un peuple donné intéressent « l'ethnopharmacologie », une science dérivée de « l'ethnobotanique » qui est plus généraliste et ne se limite pas aux usages médicinaux des plantes. Dans une société de type traditionnel, n'ayant pas accès aux produits de l'industrie, on recourt aux plantes à de multiples fins : se nourrir, se soigner, se couvrir, se chauffer, cuire les aliments, mais aussi se divertir, se parer, teindre les vêtements, produire des cosmétiques traditionnels, et la liste pourrait être bien plus longue. Un usage traditionnel bien documenté peut aider l'expertise à cibler des propriétés médicinales éprouvées localement, mais aussi et par exemple à déterminer le pouvoir calorifique du bois de feu, la résistance des fibres à la traction ou au frottement, les qualités tinctoriales d'une écorce, l'intérêt organoleptique et énergétique des plantes comestibles. Les représentations symboliques ou mythologiques du monde végétal, les légendes, bref tout ce que les plantes évoquent dans la culture locale, ne font pas l'objet de cette expertise, mais il est certain que ces images ou cet imaginaire auraient leur place dans la valorisation de la biodiversité polynésienne, par exemple dans les argumentaires promotionnels et le tourisme.

Dans l'expertise des matières issues des savoirs locaux, la première étape consiste à inventorier et à consulter les sources déjà écrites, pour disposer d'une transcription des traditions orales, telles qu'elles sont présentées, de manière à identifier de façon aussi exhaustive que possible les espèces présentant *a priori* un bon potentiel. On effectue un groupage par séries en fonction des revendications de la médecine traditionnelle (symptômes appelant à médication, autrement dit « symptômes d'appel »). On peut espérer que ces divers groupes, testés sur modèles adéquats, donnent des

résultats meilleurs que si les choix avaient été faits au hasard. Il s'agit des groupes suivants d'espèces réputées médicinales (entre autres) :

- *plantes réputées antipyrétiques donc potentiellement antiseptiques ou antibiotiques, et/ou anti-inflammatoires, et/ou antimitotiques, et/ou actives sur parasites (protozoaires : Plasmodium spp., Leishmania spp., Trypanosoma spp., etc.) ou sur virus (dengue par exemple) ;*
- *plantes décrites dans le discours traditionnel comme remèdes appliqués sur la peau. Cet usage topique est la conséquence de longues observations empiriques. Les plantes retenues pourront être testées sur des modèles du secteur cosmétique ou dermatologique ;*
- *plantes décrites dans le discours traditionnel comme remèdes des infections bactériennes ou fongiques ;*
- *plantes destinées aux purges : présence de composés laxatifs, plus ou moins irritants ;*
- *plantes réputées toxiques : intérêt éventuel comme source d'antimitotiques, dans la mesure où ces composés ne seraient pas simplement cytotoxiques, donc d'activité non sélective ;*
- *groupes de plantes utilisées pour améliorer les états mentaux ;*
- *groupes de plantes utilisées pour améliorer les états physiologiques ;*
- *remèdes contre la douleur.*

Dans le cas de la Polynésie française, les sources historiques faisant état des traditions locales remontent à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les données et interprétations scientifiques étant plus récentes. En matière de « plantes médicinales », deux ouvrages principaux font référence, celui de B. Zepernick rédigé en allemand, publié en 1972, sur les plantes médicinales de l'espace polynésien en général, et celui de P. Pétard en 1986 pour le cas de la Polynésie française. Je n'ai pas travaillé sur l'ouvrage de Pétard qui fait référence et qui est relativement accessible en Polynésie. Zepernick et Pétard ont compilé et analysé les sources disponibles, mais certaines ont cependant pu leur échapper ; c'est le cas notamment de la thèse de médecine présentée à Montpellier par un chirurgien de la Marine, J. de Comeiras, en 1845. Cité en 1994 par Y. Lemaître, ce document a pu être retrouvé et étudié, ce qui a permis d'ajouter quelques espèces à la liste des plantes réputées médicinales de Polynésie française.

Un peu plus de 50 taxons, cités par Morrisson et/ou de Comeiras et/ou Zepernick ne figurent pas textuellement dans l'ouvrage de Pétard. Parmi ces plantes, 21 possèdent une réputation médicinale, et l'on peut en tirer les conclusions et les priorités suivantes :

- *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxburgh, pantropicale connue aux Marquises sous le nom de *keo-keo*, *keaho*, à Tahiti de *papali*, *tatara moa* et Tubuai de *tatara moa*, d'après Zepernick, serait utilisée aux Marquises en cas de règles douloureuses, dans un remède complexe administré en fumigations. L'INIST (Institut national de l'information scientifique) cite trois publications récentes pour le nom *C. crista*, sur les diterpènes des graines ; ces composés auraient une certaine toxicité. Intéressant pour d'autres indications que celles qui sont citées en Polynésie. Des travaux sont en cours ailleurs dans le monde. Priorité basse.

- *Cynodon dactylon* (L.) Persoon serait médicinale aux îles Hawaï, mais non aux Marquises où elle s'appelle *punie* d'après Zepernick ; elle est largement citée dans INIST. Inutile de poursuivre. Pas de priorité.

- *Cyperus javanicus* Houttuyn, *mou* à Tahiti, *mau'u*, *mou* à Tubuai, selon Zepernick, est utilisée dans un remède complexe contre les otites à Tahiti, selon de Comeiras. Une seule publication, de physiologie végétale, est citée par INIST pour l'espèce, mais l'interrogation sur le nom de genre donne 335 réponses. Or cette plante est aussi connue sous le nom de *Mariscus javanicus* (Houttuyn) Merrill & Metcalfe (le genre *Mariscus* est actuellement considéré comme étant inclus dans *Cyperus*) et une seconde recherche sur INIST ne donne cette fois aucune réponse. Sachant que les *mo'u* (terme générique désignant aussi *Kyllinga*) sont réputés en médecine traditionnelle tahitienne et peu étudiés en phytochimie, une recherche pourrait se justifier. Priorité basse.

- *Hibiscus tiliaceus* L. « Hastatus ». L'intérêt de cette variété est développé ailleurs dans ce texte. Cette variété devrait être retenue pour un développement en dermatocosmétique. Priorité moyenne.

- *Limnophila fragrans* (J. G. Forster) Seemann (synonyme : *Adenosma fragrans* Spreng.), décrite des îles de la Société, *mapua-o'ano'a* à Tubuai selon Zepernick, utilisée comme anti-inflammatoire et antigonococcique. C'est aussi une plante réputée médicinale aux îles Samoa. Une recherche en ligne sous les noms de *Limnophila fragrans* ou *Adenosma fragrans* sur PubMed et sur INIST ne donne aucune réponse. Priorité basse.

- *Malaxis resupinata* (Forster f.) O. Kuntze est une orchidée et par conséquent la collecte de la matière première serait difficile, si elle n'était interdite. Pas de priorité.

- *Marattia salicina* J. Smith est le *paa hei* aux îles Marquises (Hivaoa), *para* à Tahiti y est médicinale, sans autre précision d'après Zepernick. Or *para* correspond d'après Pétard à *Marattia salicina* J. Smith. « *Marattia fraxinea* J. Smith » cité par Zepernick. est un nom utilisé à tort par cet auteur, il s'agit là d'une synonymie dite « d'auteur » ou subjective. Les deux noms d'espèces sont pris en compte ici, sachant que la taxonomie traditionnelle peut regrouper deux espèces botaniquement différentes sous une seule dénomination générique vernaculaire, la « sorte » dont il s'agit étant parfois précisée par rajout d'un « deuxième nom », plus spécifique. INIST ne fournit aucun titre d'article sur ces espèces, aucun référence de chimie sur le genre, et toute étude de phytochimie serait donc originale. Mais aucun développement à court terme n'est envisageable. Pas de priorité.

- *Microsorium scolopendria* (Burman f.) Copeland, *paamoe* à Nukuhiva, *maapuaa* à Hivaoa, *oumoo* à Fatuhiva, *moomoo*, *moomoo mairi* à Rurutu, *metua pu'a* à Tubuai, *maili*, *ero*, *mailitutaipua*, *maitutaimoa* à Rapa, d'après Zepernick. Sous le nom de *Microsorium* l'espèce poserait des problèmes taxonomiques, d'après J. Florence, voir remarque dans l'ouvrage de Pétard. La tendance actuelle serait d'accepter *M. grossum* comme nom du taxon du Pacifique, plutôt que celui de *M. scolopendria*. Par ailleurs, au moins deux autres espèces de ce genre, *M. membranifolium* (R.Br.) Ching et

*M. rubidum* (Kunze) Copel. peuvent être connues aux îles de la Société sous le nom vernaculaire *metua pu'a*. Tant que ces difficultés ne seront pas réglées par un spécialiste des fougères, la patience est requise. Or, d'après Pétard toujours, *metuapuaa*, qui est une plante médicinale réputée, désigne au moins trois espèces botaniquement reconnues, mais appartenant au genre *Phymatosorus*, dont *Phymatosorus scolopendria* (Burman f.) Pichi Sermolli, dont *Microsorium scolopendria* est synonyme. Ni l'espèce ni le genre n'ont fait l'objet de recherches récentes, d'après INIST. L'idée d'effectuer des recherches sur cette espèce se justifierait donc amplement pour sa réputation médicinale, notamment anti-inflammatoire et/ou antiseptique, mais le développement à moyen terme du *metuapuaa* reste cependant aléatoire dans l'état actuel de ce dossier. Priorité basse.

- *Musa paradisiaca* subsp. *sapientum* (L.) O. Kuntze, le *mei'a* à Tubuai

et

- *Musa troglodytarum* L. var. *troglodytarum*, le fameux *fe'i* de Tahiti et Tubuai, *huetu* des Marquises, sont deux espèces de bananiers citées comme médicinales par Zepernick. La taxonomie de l'ensemble du genre *Musa* serait en complète révision par D. Constantine d'après une information glanée sur le Net (<http://www.users.globalnet.co.uk/~drc/index.htm>) et il peut de plus sembler très banal d'étudier la chimie des bananiers. Or le fruit du *fe'i* possède une couleur jaune intense qui passe dans les urines. Il serait donc intéressant d'étudier la phytochimie, la biodisponibilité de ce(s) colorant(s), qui pourraient avoir un intérêt dans le secteur de l'alimentation au sens large. Une telle étude serait au contraire difficile à réaliser en Nouvelle-Calédonie, où il est malheureusement difficile de se procurer cette variété. Elle existe en revanche en Indonésie sous le nom de banane *karat* (Kuhnlein, 2003), seule publication trouvée sur *Musa troglodytarum* lors d'une recherche rapide, sur INIST, période 1990-2004. Priorité moyenne.

- *Nasturtium officinale* R. Brown est tout simplement le cresson de fontaine, introduit, dont le nom a le même sens que *rimu pape* ou « *rimu* des eaux courantes » à Tubuai, cité par Zepernick. En réalité, quand on parle de *cresson* en Polynésie, il ne s'agit pas forcément de cette espèce, mais plutôt de *Nasturtium sarmentosum* (Solander ex Foster) O. E. Schulz, *mahi*, *mahimahi* aux îles Marquises, *mani* à Nukuhiva et Taipivai, *patoa* à Tahiti et Tubuai, d'après Zepernick. Son nom botanique actuel est *Rorippa sarmentosa* (Solander ex J. G. Forster) McBride, cité par Pétard comme grande plante médicinale, communément utilisée par voie interne ou externe sous le nom tahitien de *patoa purahi*. Cette dernière espèce semble non étudiée, en revanche l'interrogation d'INIST sur son nom de genre rapporte 37 références dont plusieurs de phytochimie, montrant la présence, non étonnante dans des Brassicaceae, de composés soufrés, dont des isothiocyanates ayant une activité allélochimique (c'est-à-dire un moyen de défense territoriale des plantes). L'espèce est menue, elle demande de l'humidité, et certains Tahitiens de Nouvelle-Calédonie la cultivent pour leur usage personnel. Elle est à la fois réputée alimentaire et médicinale, elle est facilement cultivable. Une recherche rapide se justifierait donc tout à fait et elle aurait des chances non négligeables d'aboutir à un certain potentiel de développement économique dans le domaine alimentaire (apport de soufre ?). Priorité moyenne.



- *Nephrolepis acutifolia* (Desv.) H. Christ (syn. : *Diellia brownii* E. Brown) ou *kaka'a hue* aux îles Marquises. Cette fougère possède une large aire de répartition tropicale où elle entre localement dans divers remèdes traditionnels. De plus, la multiplication de taxons ornementaux de ce genre est à l'étude. Une autre espèce, *N. exaltata* L. est capable, mais dans une moindre mesure que deux fougères particulièrement performantes du genre *Pteris*, d'accumuler l'arsenic, et donc potentiellement d'en débarrasser le milieu. Intérêt éventuel en dermatocosmétique et en phytoremédiation. Priorité basse.

- *Phyllanthus pacificus* var. *uahukensis* ? (la var. est considérée comme syn. de l'espèce dans le vol. 1 de la flore de la Polynésie française), *tu'ei'au* aux îles Marquises, est une espèce médicinale d'après Zepernick. La détermination est incertaine. Comme *Sapindus saponaria* var. *jardiniana* F. Brown (voir plus bas), la variété est synonyme de *S. saponaria* ; cette espèce fait partie des « plantes astringentes et désodorisantes employées autrefois aux îles Marquises pour resserrer les muqueuses vaginales, accroître le tonus musculaire, limiter les sécrétions et diminuer les odeurs du vagin » des jeunes filles. Le traitement serait très dangereux en application après la puberté et n'est plus d'actualité. Ces indications excluent *a priori* le développement de nos jours de toute espèce citée dans cette recette traditionnelle, qui cependant semble avoir été recueillie dans les années 1960. Pas de priorité.

- *Piper tristachyon* C. DC. (ce nom ne peut être utilisé dans la région, il désigne une sp. de N.-Z.), dans le genre *Piper*, on utilise *P. latifolium* ; mais plus justement *Macropiper latifolium* (Florence, 1997), *kava kava 'atua* des îles Marquises, selon Zepernick. Les feuilles de cette espèce entrent dans un remède administré en cas de règles prolongées. Sous ce nom, la plante n'a pas été étudiée, selon INIST. Il faudrait mieux connaître la place chimiotaxonomique de cette espèce dans le genre *Piper* pour justifier de son intérêt éventuel. Par ailleurs, la réputation traditionnelle du *kava kava 'atua* est à confirmer sur le terrain avant toute étude au laboratoire. Pas de priorité.

- *Premna taitensis* Schauer var. *rimatarensis* F. Brown est syn. de *Premna serratifolia* L. Le *vaianu* à Tahiti, *ta mana mana*, *moupa* à Rurutu, est utilisé à Rurutu contre une maladie interne non diagnostiquée, selon Zepernick. Cette indication serait bien trop vague pour susciter l'intérêt, or, en rédigeant la fiche sur *Premna serratifolia* L., j'ai constaté que des indications convergentes montrent que le genre est assez souvent utilisé, et ce dans des lieux divers, contre la douleur. Si le remède recueilli à Rurutu a effectivement pour principal but de combattre la douleur, il est possible que le guérisseur interrogé l'utilisait en général contre les syndromes douloureux d'origine profonde et non contre une maladie précise, ce que l'enquêteur souhaitait certainement lui faire dire. Quoi qu'il en soit, l'étude des espèces de *Premna* se justifie amplement pour ses éventuelles activités antinociceptives. Priorité moyenne.

- *Sapindus saponaria* var. *jardiniana* F. Brown (voir à *Phyllanthus pacificus*). Pas de priorité.

- *Sigesbeckia orientalis* L. *niou* aux îles Marquises, *leou* à Uia et Fatuhiva, *amia* à Tahiti et Tubuai, selon Zepernick, qui indique l'emploi de ses inflorescences dans des recettes parfumantes. Or Pétard développe son usage médicinal. Une fiche sur cette espèce a été rédigée par un collègue de cette expertise.

- *Terminalia glabrata* Forster var. *brownii* F. R. Fosberg et M. H. Sachet est citée dans la thèse de Comeiras. J'ai rédigé une fiche sur cette variété et sur *Terminalia catappa*. Selon l'objectif poursuivi, l'ordre de priorité serait à établir entre haute et basse.

- *Trichomanes* ou *Hymenophyllum* sp. ? Un « *trichomanes... ou plutôt hyménophyllis* » est cité comme ingrédient d'un remède antituberculeux par de Comeiras. Il existe peu d'études phytochimiques de ce groupe, ce qui se comprend aisément en raison de la difficulté à rassembler la quantité de matière première suffisante. Il s'agit de fougères d'assez petite taille et de très faible biomasse. À moins de parvenir à cultiver telle ou telle espèce, il sera difficile de les étudier, *a fortiori* de les développer sur le plan économique. Pas de priorité en valorisation, cependant l'indication antituberculeuse est intéressante.

- *Vigna adenantha* G. W. F. Meyer (syn. *Phaseolus adenanthus* G. F. W. Mey) ou *papa* aux îles Marquises, est d'usage médicinal. Cette espèce probablement introduite par les Polynésiens est connue pour la présence de flavonoïdes communs. Elle est rejetée de toute liste prioritaire.

Pour arriver à ce résultat préliminaire, il a fallu relire Morrisson, exhumer la thèse de Comeiras, traduire de l'allemand les indications médicinales rassemblées par Zepernick et comparer les espèces citées par ces trois auteurs avec l'index de l'ouvrage de Pétard. De la cinquantaine d'espèces non citées par Pétard, 21 étaient présentées comme médicinales. Parmi ces dernières, l'expertise montre que cinq espèces pourraient être admises en priorité moyenne :

- *Hibiscus tiliaceus* « *Hastatus* »,
- *Musa troglodytarum* var. *troglodytarum*,
- *Premna serratifolia*,
- *Rorippa sarmentosa*,
- *Terminalia glabrata*.

Le même type de sélection a été fait dans le cadre de l'expertise collégiale, notamment d'après les indications données dans l'ouvrage de Pétard. Cependant, les sources documentaires font rarement état des fréquences d'utilisation des plantes médicinales traditionnelles, une donnée qui permettrait de présumer du bien-fondé de la réputation médicinale d'une plante. Ainsi qu'il a été dit plus haut, il est parfois possible de constater ces convergences non pas dans un lieu donné (une île, un archipel) mais en plusieurs endroits (plusieurs archipels ou pays). C'est le cas de la réputation antinociceptive de diverses espèces du genre *Premna*, vérifiée pour au moins deux espèces du genre (voir plus haut et dans la fiche *Premna serratifolia* L.).

Si une espèce est citée fréquemment, c'est qu'elle a probablement une réputation médicinale bien établie localement et son utilisation peut être considérée comme courante dans la pratique traditionnelle, ce qui intéresse l'expertise ; en revanche, une incidence rare ou unique peut signifier que l'espèce n'est connue que d'un clan ou d'une famille, ce qui intéressera plutôt la recherche, sauf si d'autres données géographiques ou scientifiques semblent renforcer nettement les évidences et donc corroborer à un degré supérieur les mêmes indications, d'où l'intérêt de comparer la médecine traditionnelle au niveau régional, celui de la Polynésie géographique ou celui du Pacifique. En

pratique, les différences phytogéographiques entre la flore de Polynésie française, celle des îles Hawaï et surtout celle de Nouvelle-Zélande rendent peu utiles la comparaison systématique entre ces trois unités. En revanche, autour du Tropique du Capricorne les relations anciennes entre les îles ont facilité les échanges matériels et culturels, et il n'est pas inutile de consulter les pharmacopées traditionnelles des îles Samoa, Cook, Tonga, Fidji, notamment, ainsi que plus à l'ouest celles du Vanuatu et de la Nouvelle-Calédonie dans l'ensemble mélanésien, pour information et comparaison avec les remèdes analogues de Polynésie française.

Par ailleurs, le nombre de références et de documents en ligne ne cesse de croître sur le Net, qui devient la bibliothèque mondiale. Peu à peu des sources historiques oubliées sont exhumées et rendues accessibles, par exemple sur le site de Gallica, pour ce qui est des vieux textes en français. Ces archives anciennes ont l'avantage de décrire la médecine traditionnelle « classique », dont l'actuelle ne serait paraît-il en Polynésie qu'un pâle reflet. Ainsi, J. Morrisson a connu en 1788 une médecine traditionnelle encore intacte (Morrisson, 1792, trad. 1966), contrairement à de Comeiras qui regrettait, en 1845 déjà, de n'avoir pu rencontrer les chirurgiens tahitiens traditionnels, déjà disparus (ou peut-être ces derniers n'ont-ils pas voulu lui dévoiler leurs connaissances ?).

## 2. Taxonomie et nomenclature, langues de recherche

La mise en perspective de ces textes plus ou moins disparates, par la nature et la qualité des informations données, peut poser des problèmes, et il faut les comparer avec les données scientifiques actuelles. Or les noms des plantes peuvent changer, ce qui oblige à se pencher tout particulièrement sur les problèmes de synonymies. En les résolvant, on est en mesure de retrouver la plante sous ses différents noms dans la littérature ancienne ou moderne et donc de répertorier les usages traditionnels décrits et les qualités scientifiquement reconnues à la suite de travaux, sans omission involontaire.

La nomenclature botanique correspond à l'état des connaissances scientifiques sur la systématique et il faut donc partir des noms anciens pour trouver leurs synonymes actuels, ou inversement. Cette tâche est largement facilitée par l'obligation impérieuse qu'ont les botanistes de respecter strictement le code de la nomenclature botanique et de conserver pour chaque entité botanique reconnue le premier nom correct (respectant le code de nomenclature) qui lui a été donné. Si la conception courante sur la définition d'un taxon ou unité taxonomique change, il faut que ce changement soit visible dans le nom qui lui est attribué. Et si l'on trouve parfois plusieurs noms pour une même espèce, cela ne correspond en rien à une manie de botaniste, mais bien à une exigence scientifique ; chaque plante a en effet un seul nom universellement accepté. La botanique, comme la typologie, doivent donner les moyens de décrire, nommer et reconnaître sans ambiguïté des entités différentes, qui se différencient les unes des autres de manière objective, traduisant ainsi dans les descriptions et dans la nomenclature l'état des connaissances.

De plus en plus, les outils de la génétique s'ajoutent aujourd'hui aux moyens descriptifs classiques (morphologie, anatomie...), ce qui transforme considérablement

les capacités d'investigation du botaniste ou du biologiste. En passant de la loupe au microscope électronique, l'observateur a bénéficié de changements d'échelle importants, mais sa production scientifique se basait essentiellement sur l'interprétation de différences morphologiques et anatomiques. Au contraire, l'étude de la génétique ouvre des perspectives dépassant largement celles issues de l'observation, puisque de minimes différences de génome peuvent s'exprimer sous forme de protéines et de métabolites. Parmi ces derniers, les métabolites secondaires sont des substances pouvant présenter un intérêt particulier, ce qui justifie cette expertise. Dans un avenir encore indéterminé, il est probable qu'un tel exercice pourra se focaliser sur la recherche de gènes performants au sein de la biodiversité, mais les outils nécessaires à une telle investigation ne sont malheureusement pas encore accessibles.

En tout cas, le mouvement de fond va se poursuivre et il n'est donc pas étonnant de d'observer un changement de plus en plus rapide du vocabulaire de la taxonomie en même temps ainsi que des concepts qui la sous-tendent. Le but est toujours de connaître l'identité de chaque élément de la flore en fonction de ses caractères, de préciser son origine phylogénétique et de localiser sa place dans la systématique, pour enfin l'exprimer en accord avec les règles de la nomenclature.

Ce développement du texte pourrait sembler superfétatoire dans le cadre d'une expertise collégiale, mais il n'en est rien. Presque toutes les connaissances scientifiques récentes sur la biodiversité sont en effet indexées selon les noms botaniques ou zoologiques. De plus, étant donné l'évolution de l'informatique, les systèmes d'archivage permettent de mettre en ligne des textes entiers, indexés au mot près dans les moteurs de recherche et fournissant donc d'emblée des liens hypertextes implicites, si l'on sait mettre en perspective les données issues de plusieurs références. Par opposition, les procédés plus anciens ne répertoriaient parfois que les titres.

La recherche d'information sur une plante ressemble donc de plus en plus à une enquête policière sur indices significatifs, dans des documents de nature extrêmement diverse, publications scientifiques, rapports d'universités, parfois publicités commerciales. L'objet recherché peut posséder plusieurs noms, variables selon le niveau de langage ou selon la langue de publication. Cependant, l'étude des textes sur support papier reste indispensable, non seulement lorsque la référence et le résumé d'un article ne sont pas suffisamment explicites, ce qui oblige à commander le titre, mais encore dans le cas des documents anciens non encore scannés, et donc pas diffusés électroniquement.

En pratique, la recherche se fait d'abord sur le nom d'espèce recherché, par exemple « *Hibiscus rosa-sinensis* », puis sur associations contenant celui-ci et un ou plusieurs autres mots-clés significatifs tels que *plantes médicinales*, *Pacifique*, *Polynésie*, *substances naturelles*, *chimie*, *phytochimique*, *toxicité*, *utilisation...* L'interrogation, exprimée en français, en anglais et éventuellement en d'autres langues sous diverses combinaisons, apporte son lot de titres et d'informations à examiner rapidement pour savoir s'il est utile de poursuivre ou non. Soit les informations ainsi obtenues sont abondantes et concordantes, ce qui suffit pour retenir l'espèce ou la molécule comme « piste intéressante » avant de synthétiser les données sous forme de fiche à exploiter, soit l'interrogation ne permet pas de conclure immédiatement, pour cause de non-convergence dans les renseignements obtenus ou en raison d'absence

totale de données. Dans les deux derniers cas, il faut s'assurer que la réponse à l'interrogation est cohérente et que la question a été complètement ou convenablement posée.

Obtenir une réponse exhaustive reste un idéal inaccessible et l'opération de recherche doit se faire de manière à réduire au maximum les lacunes, c'est-à-dire l'absence de retour d'informations qui pourtant existeraient en ligne.

En pratique, une recherche efficace et rapide sur la biodiversité d'une région consiste à filtrer en quatre langues, la langue de communication locale, la ou les langues de communication régionales, enfin l'anglais et le latin. Dans le cas de la Polynésie française, il s'agira donc du français et de l'anglais, langues dans lesquelles sont publiés la plupart des articles scientifiques parus à ce sujet, mais aussi du tahitien, du marquisien, pour trouver les articles citant des noms vernaculaires tahitiens ou marquisiens de plantes, le latin (nom de genre + nom d'espèce + éventuellement nom d'auteur, qui servent à indexer les travaux de phytochimie au sens large).

Dans certains cas, la réponse obtenue sera exprimée en d'autres langues, parfois l'allemand dans le domaine des plantes médicinales du Pacifique (notamment kava), souvent le japonais ou le chinois pour le cas des genres ou espèces de répartition indo-malésienne (Asie tropicale et/ou insulaire) qui seraient aussi présentes en Polynésie. S'il s'agit de plantes pantropicales ou de végétaux introduits, d'autres langues peuvent être utiles, notamment l'espagnol. Ce tableau peut inquiéter à juste titre, mais de plus en plus souvent chaque article rédigé autrement qu'en anglais présente un résumé en cette langue, ce qui suffit généralement pour savoir rapidement de quoi il s'agit.

### **3. Problèmes courants liés aux dénominations botaniques : quelques exemples**

Un exemple général relativement récent de changements taxonomiques liés à des critères génétiques touche tout un pan de la botanique tropicale, celui des *Malvaceae sensu* APG. Ce nom désigne la définition nouvelle de la famille, au sens du « *Angiosperm Phylogeny Group* », qui reprend les anciennes Malvales, mais non totalement. Les espèces autrefois placées dans les *Malvaceae*, les *Sterculiaceae*, les *Tiliaceae*, sans compter d'autres familles, sont aujourd'hui regroupées dans cette nouvelle superstructure. Les plantes restent bien évidemment les mêmes sur le terrain et les « anciennes » *Malvaceae* conservent leur classique colonne staminale. Les travaux qui leur ont été consacrés, notamment en chimie ou en pharmacologie, demeurent également valables ; seules la place des espèces concernées dans les phylogénies et la classification botanique peuvent avoir changé. Mais certaines espèces précédemment éloignées dans les arbres phylogénétiques se trouvent désormais bien plus proches, et il est probable que les études chimiques viennent confirmer (ou infirmer) la pertinence de ces nouveaux apparentements. En pratique, cela donnera de nouveaux arguments pour rechercher des molécules actives analogues dans des espèces voisines, sur des bases chimiotaxonomiques revues et corrigées. De nouvelles synonymies sont donc inévitables.

Un autre exemple, issu de l'étude de la flore de la Nouvelle-Calédonie, montre qu'une synonymie peut modifier à la fois le nom de genre et le nom d'espèce. Dans ces circonstances, le nom de genre le plus récent ne permet pas de retrouver la référence de travaux antérieurs sur le taxon considéré. Il est alors nécessaire de connaître ces synonymies grâce à la littérature botanique pour effectuer une recherche bibliographique efficace.

Le cas cité est celui du genre *Zieridium*, récemment redevenu *Picrella*. L'espèce « *Zieridium pseudobtusifolium* » étudiée par le CNRS (Lichius *et al.*, 1994) a complètement changé de nom, devenant *Picrella trifoliata* Baillon var. *trifoliata* T. G. Hartley & D. J. Mabberley var. *trifoliata*. Précisons que la variété portant le même nom que l'espèce (« *trifoliata* » dans l'exemple donné) est simplement celle qui, parmi toutes les formes infrasécifiques décrites, correspond le mieux à la définition typique de l'espèce. D'autres synonymes existent, *Euodia pseudo-obtusifolia* Guillaumin, *Zieridium melicopaefolium* Guillaumin, et éventuellement même une variante orthographique de ce dernier nom d'espèce, qui aujourd'hui doit s'écrire « *melicopifolium* », la désinence latine « -ae » marquant le génitif féminin dans les textes anciens de botanique étant désormais remplacée par un « -i ».

Un autre cas intéressant est celui d'une étude de plusieurs années faite sur une plante africaine sans recherche bibliographique préalable des synonymes. Une investigation d'une demi-heure avait permis de montrer, bien trop tard, qu'un autre laboratoire avait déjà publié l'essentiel de ces travaux, mais sous un autre nom d'espèce.

Ces développements sur la taxonomie et les synonymies sont relativement indigestes, mais ils ont malheureusement une importance qui dépasse le cadre de la nomenclature, et il faut répéter que l'interrogation d'une banque de données rend exactement ce qu'elle a en stock. Si une erreur ou une omission a été faite lors de l'enregistrement initial ou du questionnement, une réponse nulle peut se révéler erronée sans que l'on puisse le savoir.

D'autres types de confusions courantes peuvent exister dans les textes d'auteurs non botanistes qui ne tiendraient pas compte du *nom d'auteur botanique* accompagnant toute description scientifique d'espèce. Une seule citation du nom de cet auteur (sous forme d'abréviation standard de son nom) suffit *en principe* pour lever les équivoques, et l'on peut ensuite éviter de le répéter.

Il existe ainsi plusieurs espèces mal nommées « *Alpinia speciosa* » : notamment *Alpinia speciosa* (Blume) D. Dietr. (basionyme : *Elettaria speciosa* Blume) qui est synonyme de *Etingera elatior* (Jack) R. M. Sm., mais aussi *Alpinia speciosa* (J. C. Wendl.) K. Schum. (nom illégitime dont le basionyme est : *Zerumbet speciosum* J. C. Wendl.) et qui est synonyme de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B. L. Burtt & R. M. Sm.

La situation n'est pas tout à fait claire pour autant, puisque l'on trouve aussi sur Google un *Alpinia speciosa* L. qui ne semble pas agréé par la nomenclature actuelle, ce qui pose des problèmes. Une publication taiwanaise (Teng *et al.*, 1990) signale en effet la présence de dérivés de la déhydrokavaine dans les rhizomes d'une plante médicinale chinoise nommée « *Alpinia speciosa* », mais les auteurs ne donnent pas le nom d'auteur du binôme botanique. Un doute n'est donc pas écarté sur l'identité de la plante étudiée.

L'organe utilisé est cité en latin *Alpinia speciosa rhizoma*, qui pourrait se trouver aussi sous la forme *Alpiniae Speciosae Rhizoma*, comme le font parfois les Allemands ou les Japonais. Pour savoir immédiatement et exactement de quelle espèce botanique il s'agit, il faudrait disposer d'une pharmacopée chinoise moderne dépassant le niveau de ces nomenclatures un peu archaïques et parfois douteuses selon les normes actuelles.

Seules les révisions botaniques permettent de repérer les erreurs ou imprécisions du passé, notamment les déterminations anciennes abusives, qui ne correspondent pas à la définition originale et qui se perpétuent dans la littérature, parfois celle sur les plantes médicinales. Les corrections sont mentionnées de la manière suivante : nom de genre + nom d'espèce + *auct.* (au singulier) ou *auct. plur.* (au pluriel s'il y avait plusieurs auteurs) + référence des ouvrages botaniques où le nom erroné a été publié, + enfin une mention de l'auteur de la description correcte, par exemple « *non L.* » ou « *non R.Br.* », pour dire qu'il ne s'agit pas des descriptions faites par Linné ou R. Brown.

En l'absence de ces révisions, un doute peut subsister. Je viens récemment de poser une question sur « *Melochia odorata* L.f. », espèce réputée médicinale en Mélanésie (Papouasie-Nouvelle-Guinée, Vanuatu, Nouvelle-Calédonie), qui n'existe pas à Fidji selon la *Flora Vitiensis Nova* mais qui a été citée, ainsi que *Melochia aristata* A. Gray, décrit des îles Samoa, comme médicinale par Alexandra Dittmar (1998), dans sa thèse. Interrogée au travers du Net, l'auteur a aimablement répondu qu'elle n'avait pas elle-même récolté cette plante, mais que le nom avait été cité dans plusieurs références antérieures et provenait donc de la synthèse bibliographique de son travail. À moins que la répartition de l'espèce ne soit disjointe (Mélanésie + Polynésie orientale, mais pas centrale), il me semble probable dans l'état actuel des connaissances que ce *Melochia* de Samoa ne corresponde pas au *Melochia odorata* défini par le fils de Linné (« L.f. »). Cette espèce est d'ailleurs une « ancienne sterculiacée » et se situe désormais dans les Malvaceae *sensu* APG. Cependant, Jacques Florence pense qu'un doute existe aussi sur l'identité de *Melochia aristata* A. Gray, et dans son prochain volume sur la flore de Polynésie française il utilise pour l'espèce locale le nom de *Melochia odorata* L.f. Il précise toutefois que le statut de cette espèce devrait être réexaminé, dans une future révision du genre, à l'échelle du Pacifique.

Dans une telle situation, il est sage d'attendre, sauf si des résultats particulièrement intéressants (par exemple, substances nouvelles ou d'activité originale) motivent la poursuite des opérations de recherche ou valorisation, notamment dans la perspective d'un développement en pharmacie. Obtenir une détermination parfaite du spécimen étudié perd en effet de son urgence si les données chimiques et biologiques garantissent le caractère de nouveauté de l'objet à développer, indépendamment de la botanique, à ceci près que, grâce à l'herbier de référence, même incomplètement déterminé, on a la garantie de retrouver au besoin la matière première nécessaire, l'herbier de référence servant de témoin scientifique et mentionnant toutes les indications utiles sur son étiquette.

Un répertoire mondial de chercheurs se constitue sur le Net et il fréquent de pouvoir y trouver l'adresse électronique de spécialistes d'un sujet précis. Rien n'empêche d'interroger ces derniers pour leur demander conseil ou aide. La plupart d'entre eux répondent et cette correspondance joue exactement le rôle que les initiateurs du réseau lui avaient assigné, c'est-à-dire celui de faciliter les relations scientifiques. En

l'occurrence, il s'agit de connaître l'état d'avancement de la botanique dans un domaine très précis et les systématiciens concernés acceptent généralement de communiquer des révisions partielles, non encore publiées.

L'exemple qui suit traite de la famille des Myoporaceae, dont une espèce vient d'être étudiée en Nouvelle-Calédonie (Menu *et al.*, 2005). Au début des travaux, l'espèce était difficile à replacer dans son cadre taxonomique. Le dernier document sur ce groupe datait en effet de plus de 55 ans (Guillaumin, 1948). Ce texte indique l'existence de huit espèces, dont quatre seulement apparaissent dans les déterminations « *in herbario* », c'est-à-dire sur les spécimens conservés à l'Herbier de Nouméa. N'étant pas cités dans des révisions botaniques publiées, ces « *déterminavit* » restaient donc provisoires. De plus, tant l'examen rapide des critères morphologiques à l'Herbier de Nouméa que la taxonomie traditionnelle des îles Loyauté ne permettaient de distinguer plus de deux espèces ou deux groupes, en contradiction avec les conclusions de Guillaumin. Pour sortir de cette ambiguïté, une recherche sur le Net a permis d'identifier plusieurs spécialistes, tous australiens, de la famille. Il s'agissait spécialement de Bob Chinnock à Adelaïde, qui par chance avait examiné les *Myoporum* néo-calédoniens et a aimablement accepté de m'envoyer la partie néo-calédonienne de sa révision générale des Myoporaceae. Sa conclusion est qu'il n'existe en Nouvelle-Calédonie que deux espèces dont *Myoporum crassifolium* Forst.f. La répartition de ce taxon n'est pas australienne et néo-calédonienne comme on pouvait le penser précédemment, mais néo-calédonienne et vanuatuanne. Aucun spécimen australien ne correspond en effet à la description de Forster fils, en revanche le *Myoporum* sp. du Vanuatu, autrefois rapproché d'une espèce hawaïenne, est en fait identique à celui de Nouvelle-Calédonie. La situation taxonomique est donc désormais tout à fait claire, grâce à une collaboration rapidement rendue possible par le Net. Il resterait à évaluer la variabilité chimique au sein de l'espèce *Myoporum crassifolium*, pour éventuelle identification de chimiotypes performants en termes de teneur et qualité de l'huile essentielle.

Le même type d'approche est suggéré pour les *Myoporum* spp. polynésiens dans l'hypothèse où ces trois espèces produiraient elles aussi des huiles essentielles.

Certaines erreurs ou ambiguïtés ne sont pas liées aux appellations botaniques elles-mêmes, mais à l'absence d'équivalences univoques entre noms vernaculaires et binômes scientifiques correspondants. Le cas s'est présenté il y a quelques années, avec des conséquences graves, à propos des Aristoloches dont certaines portent en chinois un nom également attribué à certaines Menispermaceae. Or la présence d'acide aristolochique est à éviter par voie orale en raison de risques graves de néphrotoxicité (voir fiche *Cocculus* et textes réglementaires récents pour plus de détails). Les confusions possibles ont donc amené à interdire tout usage médicinal des *Cocculus*, pour éviter de faire ingérer par erreur des extraits d'*Aristolochia* spp. Dans une sélection d'espèces à développer, le risque toxique est évidemment un facteur très négatif, sauf éventuellement dans la recherche d'anticancéreux, notamment celle de substances antimétabolites. La toxicité devient alors un critère de sélection, mais dans les autres cas de figure le moindre risque fait éliminer immédiatement la plante des sujets de développements possibles.



Toutefois, si l'on examine un autre exemple issu de la biodiversité tahitienne, la conclusion sera opposée. Dans la thèse de Comeiras, l'écorce du « *puarua* ("*hibiscus tricuspis*") » est citée dans un remède complexe utilisé en application locale pour faire mûrir les abcès. Tant le nom tahitien que le nom scientifique de l'époque semblent mal orthographiés selon les normes actuelles, mais chacun dans le Pacifique connaît bien le *bourao* ou *purau*, alias *Hibiscus tiliaceus* L. *A priori*, il ne s'agit donc pas d'une composante bien originale de la pharmacopée régionale, au sens large. Mais l'usage cutané est un critère intervenant positivement dans la sélection des espèces à étudier en vue de développement. Cette utilisation traditionnelle garantit en effet une certaine innocuité, que l'on peut supposer empiriquement éprouvée, au moins sur la peau. De plus, d'autres indications sur la même espèce indiquent que certaines variétés de *bourao* sont consommables en cas de disette (Nouvelle-Calédonie), ce qui indiquerait que l'ingestion se fait sans suites gravissimes. La plante pourrait donc être retenue comme candidate à une valorisation potentielle, si elle se révélait originale.

Or la consultation des listes de noms de plantes déjà publiés dans l'histoire de la botanique polynésienne donne l'indication suivante : *Hibiscus tricuspis* Banks ex Cav., 'Ins. pacif., (Index Kewensis, 1996), mais ce nom est absent de la nomenclature actuelle, car illégitime, basé sur le même type que *H. hastatus*, il en est immédiatement synonyme, *a fortiori* de la sous-espèce *Hibiscus tiliaceus* ssp. *Hastatus*. Comme ce taxon n'est pas cité par l'Index Kewensis 1996 (CD-Rom), ou dans le travail de référence sur les plantes de Polynésie (Pétard, 1986), un doute subsistait. L'interrogation du botaniste spécialiste de la flore de Polynésie française, Jacques Florence, apporte une solution : « Cette combinaison [...] *Hibiscus tiliaceus* ssp. *hastatus* a été publiée par Borss.-Waalkes (1966) comme endémique des îles de la Société, mais elle doit être considérée comme un cultivar, sous le nom de *Hibiscus tiliaceus* 'Hastatus' » (Florence, 1997).

De Comeiras, qui a cité cette plante au XIX<sup>e</sup> siècle, n'était pas familier de la botanique, mais semble avoir travaillé avec un très bon informateur. Celui-ci a probablement récolté exactement la plante qu'il utilisait couramment. Cette dernière a ensuite été déterminée par l'un des rares botanistes professionnels ou amateurs que pouvait compter alors la Polynésie. Dans sa thèse, de Comeiras a repris ce nom qui à l'époque ne pouvait pas prêter à confusion ; *Hibiscus tiliaceus* L. et *Hibiscus tricuspis* Banks ex Cav. étaient en effet considérées comme deux espèces différentes.

Ce cultivar serait donc endémique (parfois cultivé ailleurs en régions tropicales), utilisé en application cutanée et administrable par voie orale. L'espèce à laquelle il appartient est connue dans tout le Pacifique, mais le cultivar est tahitien ; une préparation à base d'écorces de cette plante pourrait non seulement se révéler active, en tout cas sans danger, ce qui reste à prouver en laboratoire. Un produit cosmétique issu de cette réflexion et d'une R&D concluante pourrait donc bénéficier de facilités sur le marché grâce à la notoriété de la plante dans le Pacifique et à celle de Tahiti dans le monde.

#### 4. Autres approches, sans lien direct avec les savoirs traditionnels, et conclusion

On peut également ouvrir des pistes sans se soucier des savoirs empiriques. Il faut alors examiner la littérature, pour y trouver des données scientifiques favorables. Le point de départ des investigations est soit le type de fonction que la société en général et/ou le marché en particulier souhaitent trouver dans une espèce, soit la plante elle-même.

Si l'on recherche une fonctionnalité, par exemple les capacités anti-oxydantes d'extraits végétaux ou de substances naturelles pures, la littérature fournit des quantités de réponses, qu'il s'agit ensuite de traiter. Un raccourci consisterait à trouver dans une plante alimentaire la présence de sélénium (Se), qui est anti-oxydant. Une revue rapide de la littérature ne permet cependant pas d'établir de lien entre Se et le genre *Rorippa*. Cela aurait été intéressant, mais en revanche on trouve signalé dans le genre *Curcuma* du Se ainsi que du zinc<sup>1</sup>. Sachant que la présence d'oligo-éléments dans les plantes dépend des aptitudes spécifiques de chacun des individus présents dans la biodiversité à les stocker et de la géochimie, il faudrait vérifier ces analyses minérales sur un nombre statistiquement suffisant de spécimens cultivés ou prélevés en Polynésie française, pour déduire leur potentiel comme aliment de complément, arguments scientifiques à l'appui.

Il est possible aussi de se concentrer sur les qualités connues d'espèces indésirées telles que les plantes envahissantes. Une liste d'espèces de ce groupe en Polynésie française a été donnée par J.-Y. Meyer et J.-P. Luce<sup>2</sup>. Pour lutter contre cette invasion, une réglementation a été prise, par arrêté n° 244/CM du 12 février 1998. Sachant que ce combat a un coût élevé pour un résultat souvent décevant, tout développement économique des espèces concernées pourrait fournir des arguments et des moyens supplémentaires en faveur d'une action sélective : exploiter les peuplements importants, éliminer les individus pionniers à la marge, en expliquant bien au public les motivations d'une telle opération, pour éviter de donner une image favorable à ces espèces.

Un rapide examen de ces espèces (sans étude nomenclaturale approfondie) mène aux conclusions suivantes :

- *Acacia farnesiana* : 22 références sur INIST, 11 sur PubMed. Cette espèce est déjà valorisée, par exemple en Égypte, pour son huile essentielle, sous le nom de « *cassie essential oil* ». Intérêt éventuel comme source de substances pures isolées.
- *Ardisia elliptica* : aucune réponse sur INIST et sur PubMed. Recherche aléatoire à effectuer sur Google en espérant remonter à une source de références.

---

<sup>1</sup> [http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0072510846/36904/useful\\_plants.pdf](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0072510846/36904/useful_plants.pdf) (04/08/2005)

<sup>2</sup> <http://orohena.free.fr/photogallery/flore/envahiss.htm> (04/08/2005)

- *Cecropia peltata* : 7 références sur INIST, 8 sur PubMed, dont la suivante qui servirait de point de départ à une recherche sur la littérature ancienne (King et Haddock, 1959).
- *Lantana camara* : 162 références sur INIST, 77 sur PubMed, dont certaines concernent l'huile essentielle produite à partir de cette plante.
- *Leucaena leucocephala* : 439 références sur INIST, 88 sur PubMed.
- *Melinis minutiflora* : 13 références sur INIST, 7 sur PubMed. Un article récent (Fernandez-Ruvalcaba *et al.*, 2004) mentionne un effet très intéressant de cette espèce en conditions de pâturages sur *Boophilus microplus*, une tique du bétail en zones tropicales. Or cet ectoparasite est un vecteur de la babésiose. Il faudrait étudier la question plus à fond pour connaître la cause de cette activité et trouver d'éventuelles substances actives comme acaricides. Si c'était le cas, il faudrait ensuite élargir son potentiel d'activité.
- *Miconia calvescens* : 5 références sur INIST, 1 sur PubMed, aucune en phytochimie. Étant donné que cette espèce est la plus gênante, il fallait aller plus loin. Un examen de la littérature en prenant comme point de départ le nom de genre, *Miconia*, et non le nom d'espèce, a permis de constituer une monographie qui donne quelques axes de recherche, par exemple la présence possible d'aluminium. Voir cette fiche et la thèse de J.-Y. Meyer.
- *Psidium cattleianum* : 2 références sur INIST, 2 sur PubMed. À part la production artisanale de confitures ou pâtes de fruits, on voit difficilement *a priori* quoi faire de cette espèce qui, cependant, ne semble pas avoir suscité la curiosité des phytochimistes.
- *Rubus rosifolius* : 0 référence sur INIST, 1 sur PubMed, en revanche l'interrogation sur « *Rubus rosaefolius* » rapporte 0 référence sur INIST, mais 145 sur PubMed. Ce dernier chiffre, élevé, ne doit pas faire illusion sur la quantité de travaux consacrés à l'étude de l'espèce *Rubus rosifolius*. Pourtant, les lois de la chiotaxonomie font que les fruits de cette plante contiennent probablement des flavonoïdes ou tanins à potentiel anti-oxydant, comme d'autres espèces du genre. Il serait dommage de ne faire des fruits de cette espèce que des confitures, mais ce serait un pis-aller agréable, ainsi que j'ai pu le constater autrefois à Port-Vila dans des confectons artisanales (« framboise » + citron).
- *Spathodea campanulata* : 9 références sur INIST, 6 sur PubMed. Des activités antipaludiques, molluscicides et hypoglycémiantes ont été objectivées dans cette espèce.
- *Syzygium cumini* : 20 références sur INIST, 14 sur PubMed. Des propriétés pharmacologiques remarquables ont été mises en évidence dans divers extraits de cette espèce, dont les fruits ont par ailleurs également un intérêt culinaire (confitures).

- *Syzygium jambos* : 10 références sur INIST, 5 sur PubMed. Quelques activités pharmacologiques dans cette espèce, apparemment moins attractive de ce point de vue que la précédente.
- *Tecoma stans* : 14 références sur INIST, 18 sur PubMed. Éventuelle possibilité d'isoler les alcaloïdes terpéniques de cette espèce, qui aurait des propriétés hypoglycémiantes non liées à un effet antidiabétique.

Il est évident qu'une telle expertise est un travail qui restera toujours inachevé, par rapport à un idéal abstrait, celui de la perfection et de l'exhaustivité. D'autres démarches se justifieraient, par exemple la recherche d'éléments minéraux dans les plantes, soit dans un objectif de « *phytomining* », soit dans un but de phytoremédiation. Dans un cas, on vise l'extraction de composés minéraux attractifs tels que les métaux, dans l'autre on recherche l'élimination de tel ou tel élément, comme le sélénium dans certaines régions où cet élément est en excès. Ces dernières applications concernent également des composés organiques tels que les hydrocarbures, que *Thespesia populnea*, *miro* ou *bois de rose d'Océanie*, est capable d'éliminer peu à peu d'un sol pollué comme celui des anciens dépôts de carburants (voir fiche *Thespesia populnea*).

En conclusion, cette expertise s'inscrirait bien dans une démarche générale et volontaire de veille scientifique et économique, par nature interdisciplinaire. Un tel outil est perfectible sans cesse, il devrait permettre d'appuyer fortement les initiatives publiques ou privées de valorisation et de développement des substances naturelles ou des espèces issues de la biodiversité, au bénéfice de la Polynésie française.

## Bibliographie

- CHALLIS K.M., DAVIES R.A., 1996 – *Index Kewinsis. Supplement 20, Names of seed-bearing plants at the rank of family and below published between January 1991 and the end of 1995 with some omissions from earlier years*. Kew, Royal Botanic gardens, Royaume-Uni, 338 p.
- COMEIRAS J.R.A. de, 1845 - *Topographie médicale de l'archipel de la Société*. Thèse de docteur en médecine, Faculté de médecine de Montpellier, 120 p.
- DITTMAR A., 1998 - *Zur traditionellen Heilkunde Samoas. Charakteristika und Strukturierungen des Heilpflanzenuniversums*. Egelsbach, Frankfurt, München: Verlag Dr. Hänsel-Hohenhausen. Diss. Univ. Frankfurt 1998. (Deutsche Hochschulschriften 1153)
- FERNANDEZ-RUVALCABA M, PRECIADO-DE-LA TORRE F, CRUZ-VAZQUEZ C, GARCIA-VAZQUEZ Z., 2004 - Anti-tick effects of *Melinis minutiflora* and *Andropogon gayanus* grasses on plots experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae. *Experimental and Applied Acarology*, 32(4) : 293-299.
- FLORENCE J., 1997 - *Flore de la Polynésie française : 1. Cannabaceae – Cecropiaceae - Euphorbiaceae - Moraceae - Piperaceae - Ulmaceae – Urticaceae*. ORSTOM, Paris, Faune et Flore Tropicales, No 34, 393 p.
- GUILLAUMIN A., 1948 - *Flore analytique et synoptique de la Nouvelle-Calédonie, phanérogames*. Paris, Office de la recherche scientifique coloniale, 369 p.

- KING N.M., HADDOCK N., 1959 - A note on the phytochemical investigation of *Cecropia peltata* L. *Journal of the American Pharmaceutical Association. American Pharmaceutical Association*, 48(2) : 129-130.
- KUHNLEIN H.V., 2003 - Micronutrient nutrition and traditional food systems of indigenous peoples. *Food, nutrition and agriculture*, (32) : 33-39.
- LEMAÎTRE Y., 1994 - "Traditional Medicine and History in Tahiti". In Morrison J., Geraghty P., Crowl L. (eds.) : *Science of Pacific Island Peoples : fauna, Flora, Food and Medicine* : 76-86
- LICHIOUS J.J., THOISON O., MONTAGNAC A., PAIS M., GUERITTE-VOEGELEIN F., SÉVENET T., COSSON J.P., HADI A.H., 1994 - Antimitotic and cytotoxic flavonols from *Zieridium pseudobtusifolium* and *Acronychia porteri*. *Journal of natural products*, 57(7) : 1012-1216.
- MENUT C, CABALION P, HNAWIA E, AGNANIET H, WAIKEDRE J, FRUCHIER A., 2005 - Two new furanosesquiterpenes from *Myoporum crassifolium* from New Caledonia. *Flavour and Fragrance Journal*, 20
- MEYER J.Y., 1994 - *Mécanismes d'invasion de « Miconia calvescens » en Polynésie française*. Thèse Montpellier 2, 126, [104] p.
- MORISSON J., JAUNEZ B. (trad.), 1989 - *Journal de James Morrison, second maître à bord de la "Bounty"*. 3e ed., Papeete, Société des études océaniques, XXIII-200 p.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- TENG C.M., HSU S.Y., LIN C.H., YU S.M., WANG K.J., LIN M.H., CHEN C.F., 1990 - Antiplatelet action of Dehydrokawain derivatives isolated from *Alpinia Speciosa* Rhizoma. *The Chinese journal of physiology*, 33(1): 41-48.
- ZEPERNICK B., 1972 - *Arzneipflanzen des Polynesier (plantes médicinales des Polynésiens)*. Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 307 p.

Arrêté 244 CM du 12 février 1998 inscrivant certaines espèces végétales envahissantes sur la liste des espèces menaçant la biodiversité. *Journal Officiel de la Polynésie française* du 26 février 1998.

<http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/244CM.pdf>

---

## Potentialités de la recherche innovante en chimie-biologie des substances naturelles

---

Bernard WENIGER

### 1. Contexte général de la réflexion

La flore de la Polynésie française se caractérise par son originalité et son fort endémisme, résultat de la grande dispersion et de la forte extension en latitude du territoire. Mais à l'exception des usages locaux et de quelques ressources bien identifiées à vocation commerciale, cette originalité floristique est encore peu exploitée, le nombre d'espèces locales ayant bénéficié d'un processus de valorisation dans les secteurs agro-alimentaire, cosmétologique ou pharmaceutique demeurant très réduit.

Dans le cadre de l'expertise collégiale sur les stratégies de valorisation des substances naturelles en Polynésie française, ma mission a consisté à considérer de façon plus spécifique les aspects liés à la recherche et à l'innovation dans le domaine de la chimie-biologie des produits naturels, en tentant d'analyser les potentialités du territoire en fait de ressources biologiques au regard des possibilités de recherche et de développement local.

Cette approche a été entachée d'une difficulté majeure, celle de ne pas pouvoir appréhender d'une manière approfondie et globale la situation de la recherche dans le domaine des produits naturels au niveau du territoire. Certes, certains éléments ont pu être déduits des documents de préparation de l'expertise et du compte rendu de la mission préparatoire réalisée avant le début de l'expertise collégiale. Toutefois, une analyse précise de la capacité technique et scientifique locale à réaliser une recherche innovante en chimie-biologie des substances naturelles, à moyen ou long terme, est apparue difficile à mettre en œuvre.

En ce qui concerne la recherche publique, la mission préparatoire initiée en février 2003 par M. Berthod, C. Bonhomme et C. Moretti a permis de mettre en évidence l'existence de laboratoires locaux assez bien équipés pour la recherche en chimie-biologie des substances naturelles. Cependant, les personnels de recherche qui y sont attachés, et notamment ceux qui relèvent de la compétence du territoire, n'y

occupent pas toute la place souhaitée. De même les collaborations établies avec des établissements publics de recherche métropolitains sont-elles peu nombreuses, la production scientifique afférente étant relativement modeste, à l'exception toutefois de l'Université de la Polynésie française.

Des difficultés complémentaires sont apparues qui ont trait au partage des compétences dans certains domaines de la recherche entre l'État et le territoire, à l'éloignement des centres technologiques plutôt centralisés en métropole, sans compter que le désengagement progressif de la plupart des établissements publics nationaux de recherche de la région ne va pas sans conséquences néfastes.

Dans le domaine de l'innovation, la capacité et la motivation des acteurs privés paraissent beaucoup plus prometteuses, mais ces acteurs n'ont pas vocation à s'engager dans des recherches chimiques ou biologiques de type fondamental sur le moyen ou le long terme. La situation semble d'autant plus fragile que l'interface entre le monde de la recherche et celui de l'industrie locale se révèle bien mince, que les structures d'incubation sont pratiquement inexistantes, et qu'il manque globalement des éléments d'orientation et de prospective pour les stratégies de recherche futures.

Malgré ces difficultés liées à l'incertitude sur l'environnement scientifique du territoire, nous nous sommes efforcé d'identifier un certain nombre de pistes potentielles dans les secteurs de la phytochimie, de la biologie, de la cosmétologie et de l'agro-alimentaire, pouvant aboutir à la valorisation de produits ou de constituants phytochimiques sur le marché local ou international, après réalisation de recherches complémentaires de validation.

## 2. Méthodologie appliquée à l'analyse

Sur la base d'un important travail préparatoire de recensement botanique et de compilation de données bibliographiques, incluant les usages traditionnels des espèces considérées, les membres de l'expertise collégiale ont réalisé des fiches produits qui ont fait l'objet de discussions lors des séances de travail du groupe. Ces analyses documentaires, effectuées d'une manière collégiale, constituent des points de repère objectifs dans la vaste documentation consultée.

Les experts ont ensuite entrepris le classement des ressources végétales polynésiennes, sélectionnées à partir des fichiers floristiques de référence, en trois groupes principaux :

- Groupe 1 : déjà exploitées ou exploitables à court ou moyen terme.
- Groupe 2 : intérêt potentiel mais nécessitant des travaux de recherche complémentaires.
- Groupe 3 : ressources végétales sans intérêt particulier.

Notre contribution porte sur les ressources végétales du groupe 1 que nous avons estimées être éventuellement exploitables à court ou moyen terme, et sur les ressources végétales du groupe 2, présentant un intérêt potentiel, mais requérant des travaux de recherche et de validation complémentaires.

### 3. Ressources éventuellement exploitables à court ou moyen terme

D'une manière évidente, les produits naturels traditionnels déjà exploités de ce groupe 1, qui bénéficient de filières de commercialisation bien identifiées, sortent du champ de ma contribution, et, en conséquence, ne seront pas traités dans ce chapitre analytique. Il s'agit des ressources suivantes : le coprah, la vanille, le santal, le monoï et le « nono » (fruit de *Morinda citrifolia*). En effet, ces ressources, pour lesquelles il existe une bibliographie fournie aussi bien du point de vue chimique que biologique, ne nécessitent plus *a priori* de recherches fondamentales complémentaires en chimie-biologie des substances naturelles, ayant comme but soit l'isolement et la détermination structurale de constituants non encore décrits, soit la mise en évidence d'activités biologiques ou physiologiques. Toutefois, les aspects liés à l'analyse et au contrôle de qualité des produits issus de ces ressources, ou susceptibles de l'être à l'avenir, doivent être considérés avec attention et susciter le cas échéant, quand cela s'avère possible localement, la mise en place de techniques analytiques modernes et performantes.

Notre analyse dans ce premier groupe portera donc sur les quatre ressources suivantes :

- *Calophyllum inophyllum* L. (huile),
- *Ilex anomala* Hook. & Arnott,
- *Morinda citrifolia* L. (feuille),
- *Tephrosia purpurea* (L.) Pers.

#### 3.1. *Calophyllum inophyllum* L. (*Clusiaceae*) (huile)

La littérature scientifique mentionne de nombreux travaux sur les pyranocoumarines (calanolides, calophyllolide, inophyllum) extraites des feuilles et du latex de différentes espèces asiatiques du genre *Calophyllum*. Certaines de ces molécules ont montré des activités cytotoxiques et antivirales, notamment sur le virus de l'HIV-1, par inhibition de la transcriptase inverse (Xu *et al.*, 1999 ; Ishikawa, 2000). Le calanolide A est actuellement en phase clinique II comme molécule anti-HIV, et le calanolide B en étude pré-clinique aux États-Unis. Des produits d'hémisynthèse sont également à l'étude ou en développement.

Des graines sèches de *Calophyllum inophyllum* on extrait une huile (huile de tamanu qui est utilisée dans la plupart des îles du Pacifique et en Papouasie Nouvelle-Guinée, en friction contre les douleurs rhumatismales et pour soigner les ulcères et les affections de la peau. Cette huile est également recommandée contre les brûlures et les coups de soleil. Une étude récente montre son intérêt dans l'amélioration de l'aspect des cicatrices, même anciennes (Dweck et Meadows, 2002). L'huile de tamanu est assez largement utilisée par l'industrie cosmétique européenne et il existe aujourd'hui une forte demande internationale pour ce produit. Il faut noter qu'un arbre ne produit que 5 kg environ d'huile par an, et que l'huile produite doit subir un procédé de purification pour éliminer certains constituants résineux, ce qui explique son prix élevé.



L'huile de tamanu produite en Polynésie française dans les îles Sous-le-Vent, l'archipel des Tuamotu et celui des Marquises semble être d'excellente qualité, pour des raisons liées à la fois à la ressource et à sa préparation traditionnelle. Le gouvernement du territoire a décidé de faire procéder à des analyses génétiques du tamanu polynésien et de mettre en place des plantations d'arbres de cette espèce. Une étude approfondie de l'huile de tamanu est actuellement menée à l'Université de Polynésie française, étude dont il faudra analyser en détail les conclusions.

L'huile de tamanu contient des acides gras saturés, des glycérides, des phosphoaminolipides, des stéroïdes, des terpénoïdes, de l'acide benzoïque et de la vitamine F en petite quantité. Des publications récentes ont également mis en évidence la présence de pyranocoumarines similaires ou proches de celles trouvées dans les feuilles et le latex de différentes espèces du genre *Calophyllum*, et notamment le calophyllolide, l'acide calophyllique et les inophyllums B, C, P et E (Spino *et al.*, 1998 ; Dweck et Meadows, 2002). Le calophyllolide possède des propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires, et certains inophyllums, comme nous l'avons déjà mentionné, sont des inhibiteurs de la transcriptase inverse du HIV-1.

Les potentialités de développement pour l'exploitation de l'huile de tamanu semblent se situer actuellement plutôt dans le domaine cosmétique. Toutefois, sachant que les rendements d'extraction des pyranocoumarines à partir des feuilles, et même du latex, sont très modestes, l'huile de tamanu brute peut représenter une piste intéressante dans la recherche de sources renouvelables de ces constituants pour l'approvisionnement de l'industrie pharmaceutique.

### 3.2. *Ilex Anomala* Hook. & Arnott (*Aquifoliaceae*)

L'étude bibliographique de cette espèce ne fournit que des données anciennes concernant l'usage traditionnel de la ressource, utilisée par les Tahitiens comme masticatoire pour lutter contre la fatigue. Les références sont également peu précises quant à la présence de caféine (4 %), d'huile essentielle, d'une gomme-résine et de tanins dans l'espèce. Aucune donnée récente d'ordre chimique ou biologique n'est disponible.

De nombreuses études ont montré que la caféine stimule l'activité intellectuelle et physique et augmente les dépenses énergétiques, pouvant contribuer ainsi à faciliter la perte de poids. Depuis quelques années, de nouveaux produits « exotiques » contenant de la caféine, tels que le maté et le guarana, sont venus compléter la gamme de produits disponibles sur le marché, tant dans le domaine alimentaire que dans ceux du cosmétique et du pharmaceutique.

Le maté, *Ilex paraguariensis*, appartient à la même famille et au même genre botanique qu'*Ilex anomala*. Il s'agit d'un arbre à feuilles persistantes, originaire du Paraguay, du Brésil, de l'Argentine et de l'Uruguay, où sa feuille est souvent consommée en infusion à la place du thé ou du café pour les mêmes effets physiologiques. Les feuilles de maté renferment en moyenne 1 % de caféine. En

comparaison, une tasse de maté procure un peu plus de caféine qu'une tasse de thé et un peu moins qu'une tasse de café.

En Allemagne, la Commission E a reconnu en 1988 l'usage médicinal du maté pour combattre la fatigue mentale et physique. En raison de la théophylline et de la caféine que renferment les feuilles d'*Ilex paraguariensis*, le maté stimule le muscle cardiaque et le système nerveux central, détend les muscles lisses, et agit favorablement sur la circulation sanguine périphérique, ce qui pourrait également expliquer ses indications traditionnelles contre les maux de tête (Blumenthal *et al.*, 2000). Les pharmacopées britannique et française reconnaissent les vertus stimulantes du maté, et le considèrent également comme un adjuvant à un programme de perte de poids. Cet aspect a été validé par des travaux récents (Martinet *et al.*, 1999).

Le maté dispose d'une monographie dans la pharmacopée française, et figure dans les *Cahiers de l'agence du médicament* n° 3 (« Médicaments à base de plantes ») avec les indications suivantes : dans les asthénies fonctionnelles, comme adjuvant des régimes amaigrissants, et pour favoriser l'élimination rénale de l'eau. Aucune étude toxicologique n'est requise en France pour la demande d'une autorisation de mise sur le marché d'une spécialité à base de maté (poudre de drogue totale, extrait aqueux, extrait hydro-alcoolique, teinture), bien que certaines études laissent à penser qu'il existe une relation entre la consommation de maté et l'apparition de cancers de l'oropharynx (Goldenberg, 2002). On trouve actuellement sur le marché pharmaceutique français des spécialités à base de maté (Elusanés Maté®). Le maté, ou des produits contenant des produits à base de maté (boissons, suppléments diététiques de poudre de feuilles en gélules, etc.), se trouvent également en vente dans des boutiques spécialisées et sur Internet.

Des chercheurs argentins se sont intéressés au potentiel d'autres espèces du genre *Ilex* et ont réussi à montrer qu'elles pouvaient éventuellement être développées sur le marché des suppléments diététiques (Filip et Ferraro, 2003). D'une manière similaire, il peut être envisagé de développer le potentiel commercial d'*Ilex anomala*, en s'appuyant sur des arguments mettant en valeur l'exotisme et la nouveauté de la ressource. Toutefois, si le consommateur d'aujourd'hui est friand d'innovation, encore faut-il que la réponse qui lui est apportée s'inscrive dans une démarche de qualité et de sécurité d'emploi irréprochables.

Une actualisation des connaissances chimiques et pharmacologiques d'*Ilex anomala* et des recherches complémentaires dans le domaine de la toxicité apparaît en conséquence comme nécessaires avant toute décision visant à l'exploitation et au développement éventuel de la ressource dans le domaine alimentaire ou dans celui du médicament. Cette actualisation des connaissances et ces recherches complémentaires devraient porter sur les points suivants :

**A.** Précisions quant à l'utilisation traditionnelle de l'espèce.

**B.** Confrontation des données existantes dans la littérature scientifique sur l'espèce et le genre botanique dans le but de réaliser une monographie sur la sécurité d'emploi de la ressource, selon le type de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS) dont les rubriques sont indiquées dans le tableau 1, ci-après.

C. Mise en œuvre d'une étude phytochimique approfondie sur la ou les partie(s) d'intérêt de la plante et la mise au point d'un dosage de la caféine par chromatographie liquide haute performance (Direction de la qualité du médicament, 2001).

D. S'il avère qu'il n'existe aucune donnée toxicologique disponible sur l'espèce, envisager la réalisation d'une étude toxicologique selon le protocole correspondant à la catégorie 2 (poudre de plantes totales, teintures et extraits hydro-alcooliques forts) dans les *Cahiers de l'agence du médicament* n° 3. Ce protocole prévoit la détermination des toxicités suivantes :

- toxicité aiguë par voie orale chez le rat ;
- toxicité sub-aiguë sur 4 semaines par voie orale chez le rat, sur dix rats mâles et dix rats femelles, comprenant une étude du comportement et des paramètres hématologiques, biochimiques et histologiques.

**Tableau 1. Monographie sur la sécurité d'emploi d'une ressource végétale selon le modèle de l'AFSSAPS**

<b>1. Éléments de botanique</b>
Noms scientifiques et famille
Noms usuels et vernaculaires
Partie utilisée
Origine géographique
Monographies disponibles
Risques de falsifications
<b>2. Constituants chimiques</b>
<b>3. Pharmacologie</b>
Pharmacologie humaine
Pharmacologie expérimentale in vivo
Pharmacologie expérimentale in vitro
Éléments de pharmacocinétique
<b>4. Toxicologie</b>
Symptomatologie décrite chez l'animal
Symptomatologie décrite chez l'homme
Données de pharmacovigilance disponibles
Surdose
<b>5. Conditions habituelles d'emploi</b>
<b>6. Identification des points d'alerte</b>
Toxicité avérée ou potentielle des constituants :
– mutagénicité
– cancérogénicité
– tératogénicité
– allergénicité
– présence d'alcaloïdes pyrrolizidiniques
Effets secondaires éventuels
Contre-indications éventuelles
Interactions médicamenteuses
Interrogations liées à l'allégation

### 3.3. *Morinda citrifolia* L. (*Rubiaceae*) (feuille)

Nous n'aborderons pas le cas du fruit, déjà commercialisé à grande échelle comme supplément alimentaire, principalement aux États-Unis, sous forme de jus de fruit pasteurisé (Tahitian Noni Juice) mais aussi de jus séché ou d'extrait sec. De nombreuses études sur le fruit de *Morinda citrifolia* ont été publiées récemment, concernant ses constituants chimiques et son pouvoir anti-oxydant, immunostimulant et antitumoral, avec des résultats parfois contradictoires. Alors que de nombreuses équipes à travers le monde s'intéressent à ce thème de recherche, il ne paraît guère utile d'engager d'autres études de ce type au niveau polynésien.

Pour sa part, la feuille de cette espèce présente de nombreux usages traditionnels dans la région Pacifique, et dans les régions tropicales en général. À Samoa, elle est utilisée comme anti-inflammatoire par voie orale et comme vulnéraire par voie externe (Dittmar, 1993). En Papouasie, la feuille est réputée antimalarique et antidysentérique par voie orale (Holdsworth, 1975 ; Holdsworth, 1980). En Inde et au Nicaragua, elle est utilisée en application externe comme vulnéraire, antiseptique et anti-inflammatoire (Srivastava et Singh, 1993 ; Barrett, 1994).

D'un point de vue biologique, la feuille présente des effets ascaricide (Kaleysa, 1975), nématocide (Mackeen *et al.*, 1997), antimutagénique (Kusamran *et al.*, 1998), et surtout montre une forte activité protectrice contre les tumeurs expérimentales provoquées par des dérivés du phorbol (Murakami *et al.*, 1995). Les travaux chimiques concernant les feuilles sont nettement moins documentés que ceux ayant trait au fruit. Ils ont permis de mettre en évidence la présence de flavonoïdes et d'iridoïdes monoterpéniques comme l'acide aspéruosique, les citrifollines A et B et le citrifolinoside (Sang *et al.*, 2001).

Dans l'hypothèse d'un développement important de la production locale et du marché international du « nono », fruit de *Morinda citrifolia*, il apparaît judicieux de poursuivre parallèlement des recherches complémentaires visant à une identification plus complète des métabolites secondaires foliaires et à une vérification des aspects relatifs aux activités antimutagénique et anticancérogène de ces constituants.

### 3.4. *Tephrosia purpurea* (L.) Pers. (*Fabaceae*)

Les constituants chimiques de cette espèce ont été assez bien décrits dans la littérature scientifique. D'un point de vue phytochimique, il faut surtout noter la présence de roténone et de roténoïdes dans les racines et dans les parties aériennes de l'espèce. Il apparaît toutefois que le contenu en roténone dans les racines de la plante originaire du Sri Lanka ne dépasse pas 0,033 % ; or il faut savoir que certaines espèces du genre *Derris* contiennent jusqu'à 7 % de roténone dans leurs racines (Sharma et Khanna, 1975 ; Kiuchi *et al.*, 1989).

La roténone est connue pour ses activités insecticides et ichtyotoxiques. D'un point de vue pharmacologique, la roténone présente en fait de nombreuses autres propriétés, mais les données bibliographiques apparaissent parfois contradictoires. Il semble toutefois assez bien établi que, contrairement à l'opinion généralement admise, la molécule présente une certaine toxicité chez l'homme et chez certains animaux à sang froid, notamment chez le rat et le porc (Oliver et Roe, 1957). Cette toxicité se manifeste notamment par des effets carcinogènes, embryotoxiques et génotoxiques (Guadano *et al.*, 1998). De plus, une étude récente suggère que cette classe de molécules pourrait être responsable de l'apparition de formes atypiques de la maladie de Parkinson (Sherer *et al.*, 2003).

Compte tenu de tous ces aspects, il apparaît important de réaliser préalablement une étude phytochimique des racines et parties aériennes de *Tephrosia purpurea*, afin d'apprécier quantitativement le contenu en roténone et en roténoïdes de divers échantillons de la matière première polynésienne.

Par ailleurs, il faudra évaluer d'une manière précise le marché potentiel de ces dérivés, aussi bien au niveau local qu'au niveau international. En effet, l'auteur d'une étude de marché récente de la Banque mondiale sur le développement pour l'exportation de produits naturels phytosanitaires, à partir de ressources locales, estime que le marché de la roténone dans les pays développés ne présente pas un intérêt suffisant pour encourager un développement de sa production en vue de l'exportation à partir des pays en développement. Enfin, il faudra être attentif aux études biologiques et toxicologiques menées actuellement par différentes équipes sur cette famille de composés utilisés comme agents phytosanitaires.

#### **4. Ressources végétales à intérêt potentiel mais avec travaux de recherche complémentaires (groupe 2)**

Les données bibliographiques concernant les ressources végétales du groupe 2 paraissent nettement plus hétérogènes, certaines espèces étant bien étudiées d'un point de vue chimique et/ou biologique, alors que d'autres n'ont fait l'objet que de travaux très restreints. Les critères retenus pour classer ces espèces dans le groupe 2 reposent sur leurs usages traditionnels éventuels, leur originalité chimiotaxonomique ou biologique et leur statut bio-écologique ou biogéographique, notamment l'accessibilité et l'absence de vulnérabilité. Voici les espèces concernées.

##### **4.1. *Astelia nadeaudii* (Asteliaceae)**

Les seules données chimiques concernent la composition des graines, riches en acides gras saturés ubiquitaires, comme l'acide stéarique et l'acide palmitique, et en acides gras insaturés du type  $\omega$  3, comme l'acide linoléique et l'acide  $\gamma$ -linoléique (Morice, 1975). Une étude approfondie de la composition lipidique des fruits est à

réaliser (prestation de service possible avec des laboratoires métropolitains). La présence d'alcaloïdes étant signalée dans le genre (parties aériennes), corrélativement l'absence de ce type de constituants dans les fruits est éventuellement à vérifier (Smolenski *et al.*, 1975).

#### 4.2. *Pittosporum orohenense* J. W. Moore (Pittosporaceae)

- *Pittosporum raivavaeense* H. St. John (Pittosporaceae),
- *Pittosporum rapense* F. Brown (Pittosporaceae),
- *Pittosporum taitense* Putt. (Pittosporaceae).

L'intérêt de ces trois ressources est lié à l'originalité chimiotaxonomique de la famille à laquelle elles appartiennent, ainsi qu'à des activités pharmacologiques marquées, au niveau du genre, dans des domaines de santé de première importance comme l'inhibition de protéases du HIV, ainsi que des activités antidiabétiques et antitumorales (Wan *et al.*, 1996 ; Lopez De Cerain *et al.*, 1996). Une étude phytochimique approfondie des espèces considérées, adossée à des essais pharmacologiques, est à entreprendre.

#### 4.3. *Siegesbeckia orientalis* L. (Asteraceae)

Cette ressource fait l'objet d'usages populaires diversifiés, mais pour l'essentiel orientés vers des utilisations comme vulnéraire et anti-inflammatoire par voie externe. Il est nécessaire tout d'abord que des observations ethnopharmacologiques puissent préciser quelles parties sont utilisées en thérapeutique traditionnelle polynésienne. Des analogies avec l'arnica, une espèce médicinale bien connue de la même famille botanique, existent aussi bien au niveau des usages que de certains constituants chimiques présents dans les deux plantes, en l'occurrence des sesquiterpènes lactones (Zdero *et al.*, 1991). La plante contient également des flavonoïdes et des diterpènes (Xiong *et al.*, 1997).

Une activité antitumorale intéressante a été mise en évidence par des chercheurs chinois, mais les références bibliographiques de ce travail sont très imprécises. Il faut noter également que la plante a fait l'objet de nombreux brevets relatifs à une utilisation en cosmétologie. Par ailleurs, l'huile de la graine serait susceptible de présenter des propriétés stabilisantes pour certains plastiques.

Les recherches complémentaires doivent s'orienter vers une étude phytochimique approfondie de cette ressource pour valider les travaux d'ordre phytochimique antérieurs et pour évaluer les activités biologiques et physicochimiques décrites.

#### 4. 4. *Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze (Taccaceae)

*Synonyme* : *Tacca pinnatifida* J. R. Forst. & G. Forst.

D'origine malaise, cette espèce, de par sa richesse en amidon, constituait une plante alimentaire de base sur certaines îles polynésiennes. Le tubercule contient une grande quantité de fécule blanche (jusque 25 % du poids), très nutritive, mais également des substances amères (saponines) qui disparaissent après lavage et cuisson. Un tubercule pèse généralement de cent à cinq cents grammes mais peut atteindre parfois le kilo. Les saponines de cette espèce possèdent des propriétés molluscicides. Il faut noter que l'extrait de feuille obtenu à partir d'une matière première du Soudan est actif comme molluscicide, contrairement à l'extrait de racine. Il est intéressant de noter que certaines saponines stéroïdiques isolées dans le genre *Tacca* présentent des effets antitumoraux marqués (Tinley *et al.*, 2003).

Les recherches complémentaires doivent s'orienter vers la vérification de la présence de saponines dans la ressource polynésienne. Dans une hypothèse favorable, il faudra procéder à leur isolement et leur détermination structurale. D'un point de vue biologique, la confirmation de l'activité de ces molécules pour la désinfection des eaux contre les formes larvaires (cercaires) de certains parasites, ainsi que l'évaluation de leurs propriétés cytotoxiques et antitumorales, doivent être réalisées.

#### 4.5. *Wikstroemia coriacea* Seem (Thymelaeaceae)

*Synonymes* :

- *Daphne foetida* auct. pl. non s. typi
- *W. foetida* auct. pl. non s. str.

Dans le cas de cette espèce, il faut au préalable résoudre les problèmes de taxonomie. De nombreuses Thymélacées présentent des propriétés toxiques importantes en raison de la présence d'esters diterpéniques de type daphnane et tigliane (Borris *et al.*, 1988). Il convient de mettre en rapport ces données avec la réputation traditionnelle de cette espèce.

Cette famille botanique est toutefois intéressante d'un point de vue chimiotaxonomique par la présence de métabolites secondaires diversifiés (coumarines, biflavonoïdes) doués d'effets biologiques marqués (activités antifongiques, antimitotiques, anti-HIV-1). Une étude phytochimique approfondie de l'espèce ainsi qu'une évaluation pharmacologique élargie des molécules isolées (activité antitumorale, antivirale, antihypertensive, anti-oxydante, toxicité) sont souhaitables.

## 5. Conclusions

En regard de l'ensemble des données floristiques réunies dans le cadre de l'expertise collégiale sur les stratégies de valorisation des substances naturelles en Polynésie française, notre contribution a porté sur l'orientation vers des recherches innovantes en chimie-biologie d'une sélection de ressources qui nous paraissent valorisables à moyen terme, après la réalisation de travaux complémentaires de validation.

De nombreuses espèces n'ont pas été retenues dans notre sélection pour des raisons de vulnérabilité ou d'accessibilité, ou encore du fait de l'absence totale de données d'ordre bibliographique. Pour ces ressources, l'orientation stratégique la plus pertinente en fait de valorisation consistera probablement à se tourner vers la constitution de collections pouvant être couplées à des plates-formes d'extraction et de formatage, rendant possible la création et l'exploitation d'extractothèques.

Il nous apparaît important d'ajouter, pour conclure, que si notre expertise permet d'apprécier, à un moment particulier, l'état de la connaissance chimique et biologique d'un certain nombre de ressources potentielles de la Polynésie française, les décideurs du territoire ne peuvent pour autant faire l'économie d'études de faisabilité technico-économiques, au cas par cas, projet par projet, avant la mise en chantier de réalisations concrètes.

## Bibliographie

- AGENCE DU MÉDICAMENT, 1998 – *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les Cahiers de l'agence, 3, 81 p.
- BARRETT B., 1994 – Medicinal plants of Nicaragua's Atlantic coast. *Economic botany*, 48 (1) : 8-20.
- BLUMENTHAL M., GOLDBERG A., BRINCKMANN J. (eds), 2000 - *Herbal Medicine, Expanded Commission E Monographs*. Austin, American Botanical Council, 685 p.
- BORRIS R.P., BLASKÓ G., CORDELL G.A. 1988 - Ethnopharmacologic and phytochemical studies of the Thymelaeaceae. *Journal of Ethnopharmacology*, 24 (1) : 41-91.
- DIRECTION DE LA QUALITÉ DU MÉDICAMENT, 2001 - *Pharmacopée européenne : publiée selon la convention relative à l'élaboration d'une pharmacopée européenne (série des traités européens, n° 50) - 4e éd.* Strasbourg, Conseil de l'Europe, XVIII-2623 p.
- DITTMAR A., 1993 - Morinda citrifolia L.- use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1(3): 77-92.
- DWECK A.C., MEADOWS T., 2002 - Tamanu (*Calophyllum inophyllum*): the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International journal of cosmetic science*, 24 (6) : 341-348.



- FILIP R., FERRARO G.E., 2003 - Researching on new species of "Mate": *Ilex brevicuspis*: phytochemical and pharmacology study. *European journal of nutrition*, 42 (1) : 50-54
- GOLDENBERG D., 2002 - Maté: a risk factor for oral and oropharyngeal cancer. *Oral Oncology*, 38 (7) : 646-649.
- GUADANO A., GONZALEZ-COLOMA A., DE LA PENNA E., 1998 - Genotoxicity of the insecticide rotenone in cultured human lymphocytes. *Mutation research. Genetic toxicology and environmental mutagenesis*, 414 (1-3) : 1-7
- HOLDSWORTH D., 1975 - Traditional medicinal plants used in the treatment of malaria and fevers in Papua New Guinea. *Papua New Guinea Medical Journal*, 18 : 142-148
- HOLDSWORTH D., 1980 - Traditional medicinal plants of the North Solomons province Papua New Guinea. *Quarterly journal of crude drug research*, 18 : 33-44.
- ISHIKAWA T., 2000 - Anti HIV-1 active *Calophyllum* coumarins: distribution, chemistry, and activity. *Heterocycles*, 53 (2) : 453-474.
- KALEYSA R., 1975 - Screening of indigenous plants for anthelmintic action against human *Ascaris lumbricoides*: part II. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 19 : 47-49.
- KIUCHI F., CHEN X., TSUDA Y., KONDO K., KUMAR V., 1989 - Studies on crude drugs effective on visceral larva migrans. VI Identification of nematocidal principles in *Tephrosia purpurea* Pers. *Shoyakugaku Zasshi*, 43 (1) : 42-49.
- KUSAMRAN W.R., TEPSUWAN A., KUPRADINUN P., 1998 - Antimutagenic and anticarcinogenic potentials of some Thai vegetables. *Mutation research*, 402 (1-2) : 247-258.
- LOPEZ DE CERAIN A., PINZON R., CALLE J., MARIN A., MONGE A., 1996 - Cytotoxic activities of Colombian plant extracts on Chinese Hamster lung fibroblasts. *Phytotherapy Research*, 10 (5) : 431-432.
- MACKEEEN N.M., ALI A.M., ABDULLAH M.A., NASIR R.M., MAT N.B., RAZAK A.R., KAWASU K., 1997 - Antinematodal activity of some Malaysian plant extracts against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Pesticide Science*, 51(2) : 165-170.
- MARTINET A., HOSTETTMANN K., SCHUTZ Y., 1999 - Thermogenic effects of commercially available plant preparations aimed at treating human obesity. *Phytomedicine*, 6 (4) : 231-238.
- MORICE I.M., 1975 - Seed fats of further species of *Astelia*. *Phytochemistry*, 14 (5-6) : 1315-1318
- MURAKAMI A., JIWAJINDA S., KOSHIMISU K., OHIGASHI H., 1995 - Screening for in vitro anti-tumor promoting activities of edible plants from Thailand. *Cancer letters*, 95 (1-2) : 139-146.
- OLIVER W.T., ROE C.K., 1957 - Rotenone poisoning of swine. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 130 (9) : 410-411.
- SANG S., CHEN X. F., ZHU N., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 - Flavonols glycosides and novel iridoïd glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49 (9) : 4478-4481.
- SHARMA R., KHANNA P., 1975 - Production of rotenoids from *Tephrosia* ssp. in vivo & in vitro tissue cultures. *Indian Journal of Experimental Biology*, 13 : 84-85.
- SHERER T.B., BETARBET R., TESTA C.M., SEO B.B., RICHARDSON J.R., KIM J.H., MILLER G.W., YAGI T., MATSUNO-YAGI A., GREENAMYRE J.T., 2003 -

- Mechanism of toxicity in rotenone models of Parkinson's disease. *The Journal of Neuroscience*, 23 (34) : 10756-10764.
- SMOLENSKI S.J., SILINIS H., FARNSWORTH N.R., 1975 – Alkaloid screening VI. *Lloydia*, 38 (3) : 225-255.
- SPINO C., DODIER M., SOTHEESWARAN S., 1998 - Anti-HIV coumarins from Calophyllum seed oil. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 8 (24) : 3475-3478.
- SRIVASTAVA M., SINGH J., 1993 – A new anthraquinone glycoside from *Morinda citrifolia*. *International journal of pharmacognosy*, 31 (3) : 182-184.
- TINLEY T.L., RANDALL-HLUBEK D.A., LEAL R.M., JACKSON E.M., CESSAC J.W., QUADA J.R., HEMSCHIEDT T.K., MOOBERRY S.L., 2003 - Taccalonolides E and A: plant-derived steroids with microtubule-stabilizing activity. *Cancer Research*, 63 (12) : 3211-3220.
- WAN M., BLOOR S., FOO L.Y., LOH B.N., 1996 - Screening of New Zealand plant extracts for inhibitory activity against HIV-1 protease. *Phytotherapy Research* : 10 (7) : 589-595.
- XIONG J., MA Y., XU Y., 1997 - The constituents of *Siegesbeckia orientalis*. *Natural Product Sciences*, 3 (1) : 14-18.
- XU Z.Q., HOLLINGSHEAD M.G., BORGEL S., ELDER C., KHILEVICH A., FLAVIN M.T., 1999 - In vivo anti-HIV activity of (+)-calanolide A in the Hollow fiber mouse model. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 9 (2) : 133-138.
- ZDERO C., BOHLMANN F., KING R.M., ROBINSON H., 1991 - Sesquiterpene lactones and other constituents from *Siegesbeckia orientalis* and *Guizotia scabra*. *Phytochemistry*, 30 (5) : 1579-1584.

---

## **Le contexte de la valorisation des substances naturelles : dimensions économiques, sociales et institutionnelles<sup>1</sup>**

---

Jean-Christophe SIMON

### **1. Quelques points de repère : les atouts exploitables d'un contexte pénalisant**

#### *1.1 Un territoire caractérisé par la dispersion insulaire*

Le territoire de Polynésie française comprend 76 îles habitées, soit 3 500 km<sup>2</sup> de surface, mais il détient une surface agricole exploitable fortement contrainte par la topographie et l'environnement – en particulier sur les îles hautes –, ainsi que par les habitats et les infrastructures (Berthommé et Ferraton, 1999). La ressource foncière semble donc limitée pour des productions nouvelles. Cependant, on peut identifier des facteurs de développement tant au niveau d'une réserve de terres notamment domaniales, et aussi d'un potentiel de redynamisation de l'agriculture traditionnelle révélé par des projets en cours de mise en œuvre.

Il est crucial de prendre en compte ces disparités et ces contraintes spatiales dans les schémas de développement du territoire : les nouvelles filières d'exploitation de substances naturelles peuvent-elles contribuer à générer des activités novatrices pour les populations des îles distantes ? Ces filières permettraient-elles le développement de sites d'extraction ou de cultures bénéficiant aux populations locales ? Comment les interactions entre acteurs privés et publics peuvent-elles contribuer à créer des activités, à former et motiver des producteurs, et à atténuer les effets défavorables tels que les structures de coûts de transport inter-îles ?

---

<sup>1</sup> Ce chapitre fait la synthèse d'éléments publiés aisément accessibles, de documents et d'études disponibles en Polynésie française et des résultats d'entretiens menés avec des acteurs privés et publics lors d'une mission locale en octobre 2003. Le rapport de mission est confidentiel, détenu par le commanditaire de l'expertise collégiale.

Les démarches des acteurs économiques sont très marquées par la diversité des ressources et des sites d'activité, dépendant donc du système des îles et archipels : par exemple, le poids des îles Sous-le-Vent dans la filière vanille, le rôle de la filière coprah pour les Marquises ou encore les nouvelles tentatives de dynamiser la production fruitière : ananas de Moorea, mangues aux Marquises, agrumes des îles Sous-le-Vent. L'enjeu des archipels géographiquement défavorisés comme les Marquises par exemple suscite des réflexions et des mesures politiques particulières : leur activité économique souffre de systèmes de production agricoles vivriers précaires, de l'éloignement effectif et mental – à la fois en termes d'insertion dans les projets d'entreprises et aussi de coût d'accès pour se lier à des réseaux de production ou de services.

L'étude socio-économique a rencontré ces questions sous divers aspects tant dans l'exploitation des documents (Présidence du gouvernement de la Polynésie française, 2000) que lors des entretiens menés avec les administrations et les responsables d'entreprises. La plupart des acteurs se préoccupent de ces disparités inter-archipels et le gouvernement entend développer des politiques volontaristes, dotées de moyens financiers : déconcentration administrative, promotion du tourisme à petite échelle, investissement pour l'agriculture. Cependant, il n'a pas été possible – pour des raisons de programme – de recueillir directement les points de vue d'acteurs implantés dans des archipels éloignés.

### *1.2 Une ressource humaine limitée mais une croissance démographique soutenue*

La Polynésie française compte une population de 246 000 habitants (estimation ISPF, Institut statistique de Polynésie française) – concentrés à 70 % à Tahiti, et près de 90% dans les îles de la Société – avec un accroissement démographique soutenu expliquant la jeunesse de cette population (un taux de 15 pour mille, environ + 3 600 habitants par an). Les projections démographiques envisagent un accroissement de la population en âge d'activité de près de 4 000 hommes et 6 000 femmes entre 2002 et 2007. Il en découle un défi réel de création d'emplois – auquel il faut ajouter celui de la dispersion insulaire des populations.

Dans ce contexte, les enjeux de formation se posent avec acuité. Le rapport d'évaluation et de prospective déjà cité dresse un bilan particulièrement étayé : d'un côté, nécessité de bien cibler les formations professionnelles, notamment de niveau technicien ou BTS et DEUST, avec l'impératif d'améliorer l'adéquation formation/offres d'emploi ; de l'autre, manque d'effet de taille pour l'Université de Polynésie française.

Le rapport annuel de l'institut d'Émission d'outre-mer souligne les progrès de l'enseignement supérieur, appuyés par des mesures incitatives du territoire : « La population étudiante, quelles que soient les filières, ne cesse de croître. Ainsi les effectifs de l'IUFM (Instituts universitaires de formation des maîtres) se sont élevés en 2003 à 140 étudiants en première année contre seulement 50 en 1996... De même les étudiants qui poursuivent leurs études hors de la Polynésie française sont plus nombreux (+ 47 % entre 1996 et 2002) avec 378 élèves boursiers en France et 4 à l'étranger en 2003. Les effectifs de l'Université de Polynésie française sont également en augmentation continue. À la rentrée 2003, l'Université a accueilli 2 318 étudiants, dont

33 % inscrits dans la filière droit/AES et 24 % dans la filière langues, contre environ 1 400 en 1996. Afin de pallier le déficit de cadres, le gouvernement de la Polynésie française a pris en août 2003 deux mesures en faveur des étudiants. La première concerne la majoration des bourses dans les filières prioritaires que sont notamment la santé, l'éducation, l'action sociale, la gestion ou le tourisme. La seconde porte sur la création d'un dispositif de "corps de volontaires au développement" [...] mis en place afin de favoriser l'adaptation à l'emploi et l'insertion professionnelle des résidents polynésiens... » (IEOM, 2004).

Ajoutons à cela le fait que les jeunes Polynésiens diplômés de l'enseignement supérieur (principalement de France) semblent avoir été fréquemment intégrés dans des postes administratifs, ne leur permettant guère – au moins dans un premier temps – de mettre en avant leur expérience scientifique<sup>2</sup>.

Une valorisation des substances naturelles peut agir à ce niveau comme un stimulant : ce, dans le cadre des filières de formation initiale qui touchent un petit nombre de jeunes Polynésiens, mais aussi en ayant pour effet de populariser une culture scientifique sur les ressources du territoire. La valorisation des substances peut aussi contribuer à réhabiliter et promouvoir les filières de production plus classiques fondées sur la ressource terrestre ou marine. Cette démarche de promotion est largement engagée par le territoire, avec des moyens substantiels et des dispositifs adaptés (filiale pêche hauturière, filière vanille).

### *1.3 Un marché local étroit et des marchés internationaux distants*

Le marché local est très restreint : il ne peut donc pas soutenir le développement d'un produit innovant à forte valeur ajoutée – tout au plus peut-il contribuer à préserver ou tester un produit fondé sur des savoirs locaux. C'est le cas pour les pharmacopées et la cosmétique traditionnelles, par exemple l'huile de tamanu. Pour autant, il y a un potentiel. Ainsi la production de jus de fruit peut-elle encore renforcer son approvisionnement local et restreindre les importations. Dans le même ordre d'idées, certains produits cosmétiques sont demandés par le secteur touristique.

Les industriels polynésiens – et l'administration – sont informés sur les marchés étrangers. Certes situées en regard de la métropole et de l'Europe, les relations économiques (exportations, investissements) n'en sont pas moins connectées avec l'Asie et le continent américain mais aussi la Nouvelle-Zélande.

La destination des exportations est révélatrice de la segmentation des marchés. Le Japon et Hong Kong sont de loin les premières zones d'exportation (en raison de la demande des perles de Polynésie dans ces pays), suivis par les États-Unis. Au cours des trois dernières années, il faut ajouter les exportations vers les pays de l'Union européenne aux ventes vers la France métropolitaine pour atteindre le montant des exportations dirigées vers les États-Unis.

---

<sup>2</sup> Parmi les exemples proches de notre thème, citons Mme Frogier (déléguée à la recherche, chimiste de formation) et M. Alpha (docteur en chimie, directeur de l'EPIC Vanille, après avoir occupé pendant 5 ans des fonctions politiques au service du territoire).

Ce qui peut apparaître comme un handicap lourd se révèle en fait comme une contrainte face à laquelle les Polynésiens ne sont pas désarmés. Les entreprises semblent prêtes à jouer sur plusieurs tableaux. Le territoire s'inscrit dans des réseaux d'échange, de promotion, qui se densifient et peuvent aussi se diversifier. Ainsi le service de promotion des investissements vise-t-il les principaux pays voisins : d'abord le Japon, mais aussi la Nouvelle-Zélande<sup>3</sup>.

#### 1.4 La référence économique du tourisme et de la filière perliculture

En termes de fondamentaux économiques, l'économie de la Polynésie reste largement appuyée sur les transferts de la métropole (de l'ordre de 55 % du produit intérieur brut), ce qui justifie amplement les préoccupations de diversification de l'économie. On doit notamment rappeler qu'une convention pour le renforcement de l'autonomie économique de la Polynésie française a été signée en 1996 pour dix ans. Elle prévoit des flux financiers destinés à « pallier la diminution des transferts liés à l'arrêt du Centre d'expérimentation du Pacifique » (IEOM, 2002). Dans ce cadre, un fonds pour la reconversion économique de la Polynésie (FREPF) a permis la mise en place d'une société de financement des projets privés – la SOFIDEP (voir paragraphe § 4.2).

Dans ce contexte, quelques activités productives très visibles polarisent la création de richesse du territoire. Les recettes de la perliculture sont stabilisées, après une forte régression due à une surproduction et une saturation des marchés internationaux. Les perles représentent 80 % des exportations en 2001 et, avec celles du tourisme, elles peuvent symboliser la rente économique tirée de l'image de la Polynésie française, mais aussi une activité construite progressivement et dont la compétitivité nécessite des efforts accrus et une bonne coordination entre acteurs privés et publics.

Le tourisme connaît un tassement ces dernières années, mais cette tendance est à mettre principalement sur le compte de facteurs externes. Mesuré globalement, le flux actuel est de l'ordre de 190 000 visiteurs annuels – en baisse de 17 % entre 2001 et 2002. L'origine des visiteurs est d'abord l'Europe (principalement la France) pour 40 % en moyenne les dernières années, l'Amérique pour près de 40 % et l'Asie près de 20 %.

Tableau 1. Données sur le tourisme

Nombre / unités	2000	2001	2002	2003
Visiteurs	210 000	227 600	189 000	212 700
Hôtellerie classée	48	44	48	46
Petite hôtellerie	198	247	267	255

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF)

Le tourisme a cependant bénéficié de mesures d'encouragement destinées à améliorer les infrastructures hôtelières mais aussi à diffuser l'activité, en particulier à travers la promotion des pensions ou hôtels. Comme le tourisme capitalise sur l'image du territoire et sur ses actifs spécifiques en matière de sites naturels et traditions locales,

<sup>3</sup> Informations recueillies lors d'un entretien avec Mme H. Dexter, déléguée à la promotion des investissements de Polynésie française.

il requiert des mesures de protection de ces ressources et des politiques de développement durable (actions contre la pollution, dispositifs de partage de l'accès des utilisateurs aux lagons – cf. référence aux « plans de gestion de l'espace maritime », ci-après).

La conjoncture économique locale reste aussi largement déterminée par les conditions économiques dans les grands pays industriels. Les flux de tourisme, la demande de perles et produits perliers sont marqués par la conjoncture nord-américaine et japonaise. C'est pour cette raison que la prudence de l'enquête de conjoncture fait place pour le début 2004 à un optimisme mesuré (sondage de conjoncture ; Service du développement de l'industrie et des étiers, ministère de la Pêche, de l'Industrie et des Petites et Moyennes Entreprises).

**Tableau 2. Principales exportations de Polynésie (valeur)**

	2000*	2002*	Euros (millions)	2003*	Euros (millions)
<b>Produits perliers</b>	20 934	15 006	126,1	10 345	86,9
<b>Poissons/crustacés</b>	804	1137	9,6	656	5,5
<b>Monoï</b>	124	162	1,4	138	1,2
<b>Nono</b>	220	733	6,2	722	6,1
<b>Vanille</b>	141	259	2,2	351	2,9
<b>Coprah</b>	259	232	1,9	225	1,9
<b>Jus de fruit</b>	340	231	1,9	226	1,9

\* En millions F CFP : 1 euro est égal à 119 F CFP / 1F CFP vaut 0,0084 euro.

**Tableau 2bis. Relations économiques extérieures en 2002**

Destinations exportations	Valeur*	Provenances importations	Valeur*
Japon	6 546	France métrop.	74 178
Hong Kong	6 417	UE	21 592
France métrop.	1 521	États-Unis	14 731
États-Unis	3 156	Australie	13 796
UE	459	Nvlle-Zél.	11 945
		Japon	4 861

\* En millions F CFP.

Par conséquent, toute activité émergente doit se situer peu ou prou par rapport à ces « fleurons » de l'économie du territoire :

- Une nouvelle valorisation des substances naturelles peut conforter l'image du « paradis préservé », et conforter les démarches de défense de l'environnement et de bonne gestion des ressources.
- L'enjeu est donc qu'une activité soit relativement attractive et rentable pour les porteurs de projets ou pour les acteurs économiques d'une filière nouvelle.
- En même temps, la valorisation des substances naturelles doit pouvoir démontrer son intérêt économique et social, pour s'afficher comme une voie complémentaire, même modeste, en matière de création de richesse et d'emploi. À ces conditions, elle méritera l'effort de promotion des pouvoirs publics.

L'exemple récent du boom de la production de produits à base de nono (pourtant inattendu d'après la majorité de nos interlocuteurs) vient confirmer le bien-fondé des préoccupations de diversification : la ressource naturelle semble offrir des possibilités inexploitées, permettant en quelque sorte de concilier des activités ancrées dans le territoire et une création de valeur en répondant aux nouveaux besoins de marchés dans des pays à fort pouvoir d'achat.

Dans ce contexte, cependant, les substances naturelles *stricto sensu* ne peuvent être présentées comme une nouvelle corne d'abondance à moyen terme (5-10 ans), au niveau de leur apport pour la création de richesse. À ce sujet, le passé doit inspirer un enthousiasme mesuré : d'une part, la Polynésie a connu des vagues d'activités non pérennes au cours du XX<sup>e</sup> siècle, « du coprah à l'atome » pour paraphraser le titre de l'ouvrage de notre collègue C. Robineau ; d'autre part, de nombreux interlocuteurs de Polynésie nous ont rappelé que l'engouement récent pour la perliculture et sa mauvaise maîtrise ont provoqué une crise qui continue de laisser des traces, et dans le même ordre d'idée les attentes vis-à-vis d'une filière « crevettes » se sont révélées un mirage sans suite.

## 2. La dynamique de production et de transformation des produits et substances naturelles dans le territoire

### 2.1 Quelques données actuelles

La mission d'étude locale en octobre 2003 a pu recueillir des informations sur certaines activités de valorisation des produits naturels, bien établies dans le territoire telles que celles de la vanille, du coprah. En corollaire, des filières émergentes permettent de compléter la réflexion sur de nouveaux modèles économiques pouvant être mis en place : nono, monoï. Elles fonctionnent et se structurent de manière fort contrastée, et donc constituent autant de cas particuliers. Elles sont cependant exemplaires et fournissent matière à réflexion car leurs acteurs, leurs logiques et leurs évolutions récentes présentent un réel dynamisme, leurs modèles économiques pouvant ainsi inspirer ceux de nouvelles filières de valorisation des substances naturelles.

Tableau 3. Quelques grandeurs de référence de certaines filières « produits naturels »

2002	Production (tonne)	Exportations (tonnes)	Valeur export (millions euro)	Nombre de producteurs
Coprah	9 649	5 201	1,9	3 000
Monoï	260	243	1,4	-
Nono	+ de 10 000	3 580	6,2	8-10 000 ?
Vanille	36	10	2,2	5 000

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF), divers interlocuteurs

### Le coprah et son exploitation

Il s'agit d'une filière qui dépend principalement d'une volonté politique du territoire, à travers la Caisse de soutien des prix du coprah (établissement public fondé en 1967). Cette dernière « a pour but de soutenir les prix du coprah afin notamment d'assurer des revenus stables aux producteurs. Aux termes de la convention passée avec



le territoire et la Caisse de soutien des prix du coprah, la SA Huilerie de Tahiti (établissement dont le territoire détient une participation à 99 %) s'oblige à acheter comptant l'intégralité du coprah produit dans le territoire, à un prix fixé par les pouvoirs publics<sup>4</sup> ».

Le mécanisme en est donc le suivant. Le coprah est récolté, préparé et conditionné pour son acheminement vers Tahiti depuis les archipels, des mandataires assurant l'expédition. Les armateurs sont réglés directement par le Service des affaires économiques. Le prix payé aux producteurs dépend de la qualité du coprah collecté. Sur les quelque 9 600 tonnes collectées en 2002 plus de 9 000 sont recensées en première qualité, payées 90 CFP/kg.

Le prix de soutien comprend le prix d'achat au silo de l'huilerie à Papeete (103 CFP en moyenne couvrant le prix producteur, selon la qualité, majoré des frais d'acheminement depuis les îles) auquel il faut ajouter plus de 3 CFP car le prix de vente sur le marché de Rotterdam (moyenne 32 CFP) ne suffit pas à couvrir le coût d'acheminement au centre d'échange en Europe. Le coût du soutien pour le territoire en 2002 est donc d'environ 10 FCFP par kilo, soit un budget de l'ordre du million de FCFP.

Il s'agit d'un choix politique pleinement assumé par le territoire<sup>5</sup>. On retrouve d'ailleurs des dispositifs comparables dans d'autres États du Pacifique. Concrètement, ce dispositif d'appui compte près de 3000 exploitants agricoles, principalement sur trois archipels : Tuamotu, Gambier (65 % du total avec 1940 coprahculteurs en 2002), îles Sous-le-Vent (16 %, 483 coprahculteurs), Marquises (14 %, 422 coprahculteurs). Comme un ménage moyen comprend 4 personnes, selon les termes du recensement, 12 000 Polynésiens sont liés plus ou moins fortement à cette activité. On constate un recul de la production aux Marquises (-45 % de 2000 à 2002) probablement du fait d'une concurrence du nono, plus rémunérateur, ainsi que par des emplois dans les travaux publics, alors même que l'augmentation aux Tuamotu (+30 %) s'expliquerait par les difficultés de la perliculture<sup>6</sup>.

Ces éléments permettent d'alimenter une réflexion sur l'attractivité relative des filières agricoles, et sur les choix des actifs ruraux : il est raisonnable de penser qu'à moyen terme, les actifs se positionneront sur des filières pour lesquelles le rapport revenu/effort est favorable, ce qui pourrait amener à un recul de la récolte de coprah si les perspectives offertes actuellement par le nono, et peut-être à l'avenir le tamanu, se confirment (voir ci-après).

Cela est d'autant plus plausible que, d'après les témoins, l'effort de récolte des producteurs est substantiel dans l'archipel des Marquises, complétant d'autres pratiques

---

<sup>4</sup> Document CA/ CSP 13 août 2003, document non diffusé.

<sup>5</sup> Mme Pieroni, chef du Service des affaires économiques, a souligné la priorité de la politique sociale à travers ce dispositif.

<sup>6</sup> Document CA/ CSP 13 août 2003, document non diffusé.

culturelles. Il s'agit donc d'une activité d'intérêt social, confortant une pratique agricole traditionnelle, favorisant le maintien dans les îles et l'entretien des espaces ruraux.

### **Les nouvelles perspectives de la filière vanille**

La filière vanille a marqué l'histoire agricole de Polynésie. Diverses sources décrivent le système extensif traditionnel de production qui permettait d'atteindre une récolte de l'ordre de 200-300 tonnes de gousses de vanille mûre dans les années 1950. Actuellement, les objectifs visent à relancer la production pour atteindre 100 tonnes fournissant 25 tonnes de vanille préparée de haut de gamme à l'intention du marché gastronomique.

L'essentiel de la production est assuré dans les îles Sous-le-Vent. Deux systèmes coexistent : un système extensif, dans lequel les producteurs cultivent les lianes sur support naturel, dans des vergers, et système intensif, sous ombrière, dans lequel la liane est placée sur un tuteur artificiel. Dans le premier cas, la culture présente des variations de production, en fonction notamment de la dynamique des agriculteurs et des données climatiques. Dans le second cas, l'emprise foncière est moindre (permettant par exemple d'installer de nouveaux producteurs) mais la technique de culture suppose un bon contrôle en particulier des risques phytosanitaires. Au niveau de la recherche, le Cirad est intervenu à la demande du Service du développement rural, afin de travailler sur les aspects techniques (phénotypes du vanillier) et socio-économiques (système d'exploitation).

Les efforts récents du gouvernement témoignent des espoirs importants dans les perspectives de développement. Plusieurs plans de relance et de dynamisation se sont succédé depuis les années 1980. Ils sont motivés par une hausse tendancielle des cours depuis quelques années, tant pour la vanille courante que pour la vanille haut de gamme...

Le gouvernement du territoire a adopté une politique très volontariste fondée sur la mise en place d'un établissement public EPIC Vanille de Tahiti, doté de moyens publics importants. Il intègre des fonctionnaires du SDR (Service du développement rural) et bénéficie du contrat de Plan et a pour mission d'encadrer un programme de développement visant à installer de nouvelles exploitations intensives, en mobilisant des financements bonifiés, gérés par la SOCREDO. L'EPIC Vanille de Tahiti doit à compter de 2004 faire porter cet effort sur une labellisation, sur la promotion et la commercialisation de la vanille de Tahiti.

### **Nono : l'or vert nauséabond <sup>7</sup>**

Il s'agit d'un des produits phares tant de cette expertise que de la scène économique locale, divine surprise, semble-t-il, en matière de création de valeur tirée des produits naturels du territoire depuis le début de la décennie. Cette surprise, le rapport de l'IEOM l'exprime en ces termes : « La culture du nono, inexistante il y a une

---

<sup>7</sup> Ce titre fait allusion à l'odeur caractéristique désagréable de la purée ou du jus de nono non traité. Le liquide alimentaire bénéficie d'additifs le rendant plus attractif.

dizaine d'années, a profité de l'enthousiasme des consommateurs américains, convaincus de ses vertus médicinales... » (IEOM, *op. cit.*).

Transformé sous forme de jus de fruit ou de complément alimentaire santé, le nono bénéficie d'une abondante promotion appuyée sur plus de 50 marques (cf. liste des sites Internet recensés par C. Bonhomme, rapport de mission préalable à l'expertise en Polynésie, en février 2003). Il s'agit d'un produit qui capitalise une demande concernant un aliment doté d'une image santé avec le thème de la nature et des traditions ethnopharmaceutiques insulaires. Le mythe du surfeur blessé sur les coraux, se soignant grâce au jus de noni prescrit par sa grand-mère émerge facilement au fil des conversations. De nombreux ouvrages de vulgarisation confortent l'image de ce produit nouveau (Solomon, 2000 ; Elkins, 2003).

Un de nos interlocuteurs a décrit ainsi le succès de la filière nono : « Un produit nouveau labellisé "santé" répondant aux attentes des consommateurs, plus la force du marketing à l'américaine auquel il faut ajouter la puissance du réseau financiers et commercial des mormons. » Au-delà de cette formule assez juste, et en recoupant les informations des interlocuteurs les plus compétents (Cirad, SDR, M. Besnard), on peut suggérer le diagnostic suivant :

- Le nono prend une nouvelle dimension dans le système agricole du territoire avec une réduction – au moins relative – du système de cueillette au bénéfice d'une plantation qui semble d'un excellent rapport relatif (cf. tabl. 4). La production est répartie sur plusieurs archipels : Marquises, îles du Vent et îles Sous-le-Vent. Nous ne disposons pas de données détaillées à ce sujet, mais cette dispersion est certainement un facteur positif pour fonder un système économique étayant l'objectif de redistribution au sein du territoire. La chambre d'agriculture a modifié le statut des planteurs qui sont reconnus depuis 2000. Il n'y a pas à ce jour d'intervention de vulgarisation sur ce produit.
- Le boom du « noni » semble devoir beaucoup à la dynamisation de la filière par le système de l'entreprise Morinda présente dans le territoire depuis 1998. Elle organise la collecte, fixe les normes de qualité et la rémunération des producteurs, sous-traite la transformation, en attendant la mise en activité d'une usine en construction qui devrait être opérationnelle en 2005.
- L'essentiel de la production est exportée. Il s'agit essentiellement d'une exportation de jus de nono, les ventes de gellules et autres capsules sont très marginales, réalisées notamment par Royal Tahitian Noni, établie à Moorea en 2002.

**Tableau 4. Exportations de nono**

Exportation de nono	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Poids (tonne)	2 648	3 689	3 091	3 427	3 579	3 973
Valeur (million FCFP)	271	345	370	861	959	900

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF)

L'enjeu réside en partie seulement dans l'organisation de l'amont : culture rémunératrice, organisation de la collecte, car sa prospérité dépend de paramètres extérieurs au territoire. Le ressort international est celui d'un marketing très dynamique. Aux États-Unis et au Japon, il se fonde principalement sur un réseau de vente à domicile et une organisation pyramidale. La diffusion à venir en Europe (« Autorisation de mise

en marché du jus de noni », en date du 5 juin 2003) devrait être riche d'enseignements sur le potentiel commercial réel dans les marchés relativement saturés des pays développés.

Laissons à un anthropologue, volontairement anonyme, la conclusion provisoire de ce diagnostic : « L'irruption du nono comme nouvelle filière semble être pour la Polynésie ce que l'ambrosie est pour la mythologie grecque ou l'amarit pour l'hindouisme : un produit doté de vertus miraculeuses, dont le producteur divin contrôle la source et l'apparition surprend les dévots. »

#### **Valorisation du tiaré : le monoï**

Ce produit est mentionné ici à plusieurs titres. C'est tout d'abord une substance fabriquée, tirant parti d'une ressource spécifique de la Polynésie. On lui doit aussi une filière active approvisionnant le marché intérieur et l'exportation. De plus, il bénéficie d'une forme institutionnelle intéressante : un label d'Appellation d'origine contrôlée, valorisée par un groupement interprofessionnel.

#### **Quelques textes instructifs sur le monoï**

« Le Monoï, traduit par "huile parfumée", est au cœur de la tradition polynésienne depuis toujours. Ses vertus médicinales et cosmétiques continuent aujourd'hui à séduire le consommateur du XXI<sup>e</sup> siècle ; à la fois agent hydratant pour la peau et les cheveux, antifongique, antiseptique, il prévient même la piqûre des insectes », rapport IEOM 2002, p 82.

« Issu de traditions millénaires, seul le monoï de Tahiti vous assure de bénéficier des vertus de la fleur de tiaré et de l'huile de coprah raffinée qui le composent. La qualité des ingrédients utilisés autant que les conditions de son élaboration sont depuis 1992 garantis par l'Appellation d'origine », institut du Monoï 2003.

« Le monoï de Tahiti est le produit obtenu par macération de fleurs de tiaré dans l'huile de coprah raffinée, extraite de noix de coco récoltées dans l'aire géographique de Polynésie française au stade de noix mûres, sur des sols d'origine corallienne. Ces noix doivent provenir du cocotier *Cocos Nucifera* et des fleurs de tiaré de l'espèce végétale *Gardenia Taitensis* (flore de Candolle) récoltées au stade de fleur en bouton... », décret 92-340 du 1.4.1992.

La progression récente des exportations de monoï ne doit cependant pas occulter le fait que l'essentiel (de l'ordre de 95 %) en est exporté vers la métropole. Cette polarisation des ventes est l'un des points que le GIE Monoï entend corriger. Des actions marketing ont été entreprises en Europe et en Asie. Les ressources du GIE groupement interprofessionnel du monoï de Tahiti sont basées sur une taxe à l'exportation. Les priorités du groupement visent à promouvoir une nouvelle image du monoï, « actif régénérant du corps et de l'âme », à consolider les connaissances scientifiques et cosmétiques, et à diversifier les zones de commercialisation.

### **Autres ressources d'origine agricole**

Au-delà des quatre produits susmentionnés, pour lesquels l'activité existante peut déjà être évaluée et offrir matière à réflexion, une nouvelle valorisation semble potentiellement exister pour d'autres produits des îles polynésiennes, et notamment sur les produits déclinés ci-après, qui présentent pour certains le double caractère « produit agricole naturel consommable / produit agricole susceptible d'extraction de substance ».

#### *Le kava*

Il n'est pas apparu, lors des entretiens, que le kava de Polynésie offre des perspectives économiques prometteuses. Les travaux de recherche du SDR ne semblent pas identifier un potentiel pour développer la culture dans le territoire. On fait valoir l'inexistence d'un potentiel en termes d'exportation, largement du fait de la concurrence d'autres pays ou territoires du Pacifique. Cependant, un industriel (Jus de fruit de Moorea) envisage de promouvoir un produit, « la boisson de l'accueil », à base de kava local.

#### *Fruits et fleurs de Polynésie*

Il est fait état de la spécificité en goût, donc en arômes, de plusieurs fruits des archipels polynésiens, par exemple ananas, mangues. Des travaux de recherche semblent nécessaires pour mieux identifier les arômes, les variétés, ainsi que les perspectives d'utilisations extra-alimentaires (parfumerie ?). Le Cirad notamment est partenaire du SDR dans le cadre d'une étude sur les mangues des Marquises. La société Jus de fruit de Moorea a réalisé une étude sur le potentiel de production de fruits, notamment aux Marquises, afin de conforter sa stratégie de diversification de produits alimentaires utilisant la ressource locale.

L'expérience de promotion d'exportation de fleurs de Tahiti a montré qu'il est difficile de construire de nouvelles filières sur des productions locales, certes à bonne valeur ajoutée, mais fragiles et engageant une logistique délicate. Le GIE constitué sur cette activité a échoué dans sa mission, selon nos interlocuteurs.

### **Les essences et huiles naturelles**

#### *Tiaré*

La production d'extrait de la fleur de tiaré semble offrir un potentiel intéressant. L'extraction d'une essence pour la parfumerie apparaît comme une activité bien adaptée au territoire : forte valeur ajoutée, enjeu de collecte régulière fournissant une activité à temps partiel pour des populations rurales. Une entreprise de Moorea, Tahiti Aromes, filiale du Cairap, s'est positionnée sur ce créneau. Elle a rodé en 2003 un équipement produisant la concrète de tiaré. Le problème de l'adéquation de la ressource au marché reste cependant posé.

#### *Tamanu*

Il semble selon le SDR que le tamanu n'offre pas le même potentiel que le nono. La ressource n'est pas aussi abondante. Elle pose des problèmes de difficulté de cueillette et d'approvisionnement. L'huile de tamanu a une réputation plutôt

confidentielle, mais un groupement de producteurs-transformateurs et exportateurs entend s'attacher à sa notoriété et sa vente.

Dans le tableau présenté ci-après, on s'applique à identifier le nombre des principaux exportateurs installés sur le territoire. Certes, pour la plupart des filières, on se trouve dans des situations d'oligopoles, mais les conversations avec certains exportateurs, notamment dans la filière vanille, semblent indiquer que cette situation ne pèse pas sur les conditions économiques, par exemple au détriment des producteurs agricoles. On reste plutôt sur une impression de concertation possible et de négociations bien rodées entre les acteurs.

**Tableau 5. Entreprises exportatrices de produits naturels**

	Exportateurs recensés	Produits
<b>Coprah</b>	Huilerie de Tahiti	Huile de coprah
<b>Aliments et boissons</b>	3	Liqueurs, confitures, sauces
<b>Nono</b>	15	Jus, purée, pulpe, tisane
<b>Vanille</b>	5	Gousses, extraits
<b>Cosmétique</b>	11	Monoï, huiles essentielles

Source : Département des exportations (liste/ identité des exportateurs recensée(s) par le département).

## 2.2 Quels enseignements tirer des développements récents des filières fondées sur des produits naturels en Polynésie ?

### Les « modèles économiques » constatés

Nous proposons ici une première synthèse comparative sur quelques activités fondées sur l'exploitation de substances naturelles terrestres. Dans le tableau suivant, nous reprenons les principaux produits retenus précédemment afin de caractériser leurs dynamiques particulières en fonction de critères économiques, sociaux, institutionnels.

**Tableau 6. Les éléments structurels de quelques filières établies**

	Expérience commerciale	Rentabilité	Innovation	Enjeu social-patrimonial	Institutions	Perspectives de développement
<b>Coprah</b>	+ 40 ans	Nulle	Nulle	Fort	Caisse de soutien 1967	Nulles
<b>Monoï</b>	+ 20 ans	Forte	Moyenne	Moyen	GIE GIMT 2002 AOC 1992	Moyennes
<b>Nono</b>	- 5 ans	Forte	Forte	Moyen		Moyennes
<b>Vanille</b>	+ 50 ans	Moyenne	Moyenne	Fort	EPIC 2003	Fortes
<b>Tamanu</b>	?	?	?	Moyen	Syndicat producteurs huile	?

Ce tableau reste général quant à une véritable caractérisation structurelle, mais permet de dégager et de synthétiser plusieurs éléments de réflexion :

- Un système production fortement subventionnée s'applique à la filière coprah. Peut-on envisager que de nouvelles filières viennent réduire son espace, et son coût, sans peser sur son rôle social et son enjeu de solidarité inter-archipels dans le territoire ?

- Le succès du nono suggère qu'il peut offrir une solution de rechange à des activités peu rémunératrices et fortement subventionnées. Toutefois, cette nouvelle filière reste à étayer sur le moyen terme – la demande des consommateurs pour cet aliment santé est-elle durable ?
- Il est risqué d'envisager une analogie entre le nono et le tamanu. Les modes de fonctionnement du système de production et la dynamique des marchés sont très dissemblables.
- Les incitations financières publiques sont existantes tant pour des activités d'intérêt social, non rentables, que pour le développement ou la réactivation de nouvelles activités ; elles semblent cependant encore absentes actuellement de certaines filières comme le nono et le tamanu.
- Les formes d'organisation de producteurs sont instructives. La capacité locale d'organisation est réelle mais on peut s'interroger sur les voies de renforcement du tissu d'entreprise en aval de la production agricole.
- L'enjeu des marchés extérieurs est déterminant, et perçu avec acuité dans le territoire. La volonté des entrepreneurs locaux de se situer face aux États-Unis, au Pacifique et à l'Europe est réelle. Un renforcement des actions d'exportation est en cours, appuyé par les pouvoirs publics.

Le tableau 7 présenté ci-après vient compléter le cadre de réflexion sur les filières de produits naturels. Il montre que le choix des producteurs semble dépendant des considérations de revenu, qui peuvent être compatibles avec d'autres de type non monétaire. Ce facteur ne peut donc être sous-estimé dans la mise en place de nouvelles activités de valorisation des substances naturelles. Certes, les données peuvent être discutées mais il apparaît sur cette base que le succès de la filière nono tient largement à sa création de valeur et de revenu.

En caricaturant un peu, selon ces données, une alternative entre deux types d'activités semble offerte à l'agriculteur polynésien : une production de faible rapport, pour un usage peu valorisé (coprah ou taro), *versus* une production bien rémunératrice destinée à des marchés extérieurs considérés comme prometteurs.

**Tableau 7. Productivité du travail : comparaison du revenu par heure des systèmes de culture**

2000	Vanille	Coprah	Nono	Taro
Prod./actif kg	400	12 500	50 000	6 500
Prix /kg	3 500	80	60	200
Revenu /an	1 306 000	1 000 000	294 000	1 300 000
Revenu horaire	870	513	1506	660
Unité FCFP	Nb : SMIG Polynésie : 592 FCFP/h			

Source : Berthommé et Ferraton, 1999.

### Quelle prise en compte des produits de la mer ?

Les contacts noués lors de la mission locale n'ont pas permis d'identifier d'activités spécifiques nouvelles, axées sur la valorisation des substances naturelles d'origine marine. La visite du centre de recherche Ifremer permet de souligner le progrès potentiel qui pourrait être accompli pour des filières classiques telles que l'aquaculture et la perliculture. Pour cette dernière, les connaissances scientifiques

peuvent encore faire un grand bond et des techniques innovantes de sélection et de culture seront très probablement mises au point au cours des prochaines années.

Nous n'avons pas recueilli d'information sur des activités actuelles de production d'algues pour des usages alimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques... Peut-on étayer l'hypothèse qu'il n'y a pas d'avantage spécifique de la Polynésie sur ce créneau, tant en raison de la non-spécificité des espèces que des coûts de main-d'œuvre ou encore de l'éloignement par rapport aux marchés ?

### **Le Groupement d'intérêt économique perles de Tahiti**

Le GIE perles de Tahiti dispose d'un budget de 750 millions CFP (6,3 millions d'euros) pour 2003. Ce budget est alimenté par la taxe à l'exportation sur les perles. Sur les 200 FCFP (1,67 euro) perçus par le territoire par gramme de perle, 70 FCFP sont reversés au groupement pour la promotion de la perle dans le monde (source *Tahiti presse*, 19.10.03).

Les données statistiques dont nous disposons ne permettent pas de proposer une comparaison des contributions relatives des filières de produits marins et terrestres à l'emploi et à la création de valeur dans le territoire.

Les priorités du Service de la pêche semblent clairement axées sur la dynamisation de la pêche hauturière qui a fait l'objet de mesures publiques d'encouragement à l'investissement, ainsi que sur une amélioration de la gestion de la pêche lagonaire. D'après M. Ugolini, responsable du service, les moyens sont mobilisés à 50 % sur la pêche hauturière, le reste étant réparti entre pêche lagonaire et aquaculture. La pêche industrielle représente environ 1200 emplois directs, pour une flotte de 64 unités en 2003.

Un élément à souligner dans ce contexte marin est la concertation dans la gestion de la ressource et la bonne finalisation des plans littoraux : ainsi le Plan de gestion de l'espace maritime de Moorea était-il en cours de publication fin 2003. Coordonné par le Service de la pêche, ce règlement consacre la concertation des différents utilisateurs du littoral dans une optique de développement durable. Il arbitre entre les impératifs immobiliers, touristiques, environnementaux, économiques.

Dans notre champ d'information – où le domaine marin est finalement peu présent –, la seule exception notable est l'annonce par le groupe Wan et le GIE Perles de Tahiti du lancement en novembre 2003 d'une nouvelle ligne de cosmétique utilisant de la poudre de perle noire par la société l'Oréal. Ce nouveau produit a selon ses promoteurs un effet anti-âge. La poudre de perle est un sous-produit de la production du territoire puisque les perles hors norme pour la bijouterie sont exclues de toute commercialisation et broyées.

On doit mentionner ici les travaux de la filiale de la société Cairap, Biolib, portant sur le kopara et sur la sélection de molécules d'origine marine. Son approche technologique et commerciale semble particulièrement innovante. Nous renvoyons à la contribution de J. Guézennec et C. Debitus sur ces aspects.



### Trois points noirs ?

Trois questions concernant le dynamisme des filières de produits naturels sont soulignées par plusieurs interlocuteurs.

#### *L'accès au foncier pour le développement de nouvelles cultures*

Il s'agit d'un problème de base créé par la coutume de laisser le foncier en indivision. Même si ces situations peuvent être réglées au cas par cas, la pression sur le niveau des prix est très forte. Cependant, l'exemple de la filière vanille ou de la production d'ananas montre que le développement de la production peut être recherché à travers des systèmes plus intensifs – donc sans recherche de terres supplémentaires – mais aussi que la pluri-activité permet d'introduire de nouvelles pratiques tout en garantissant mieux la stabilité des revenus ruraux.

Dans le même ordre d'idée, la question de la gestion du littoral reste posée : l'absence de surface disponible a annulé les perspectives de développement de l'aquaculture de crevette semi-intensive. *A contrario*, les expériences de gestion de la ressource lagunaire (plans locaux d'utilisation) peuvent suggérer qu'un partage de la ressource peut être organisé.

#### *La vulgarisation agricole par les services publics*

Plusieurs interlocuteurs, de divers statuts, soulignent les limites de l'intervention publique de formation et de vulgarisation au service des projets agricoles. Le Service du développement rural est montré du doigt fréquemment. Ses services centraux sont qualifiés de sclérosés, sa recherche est considérée comme insuffisante, par ailleurs les appréciations sur ses agents de vulgarisation dans les îles sont ambiguës : sont-ils peu compétents, mal dotés en moyens ou peu disponibles ? Ce qui est certain, c'est qu'avec les nouvelles mesures de déconcentration administrative, un large éventail de fonctions incombent, y compris pour le compte d'autres ministères, aux fonctionnaires du SDR dans les îles.

En ce domaine également, l'appréciation de la situation doit prendre en compte un contexte délicat. Pour la filière vanille, le SDR, désavoué par le gouvernement, a vu ses moyens transférés à l'EPIC. Pourtant, certains interlocuteurs ont indiqué que les agents du SDR pouvaient fournir information et appui. En tout état de cause, le territoire ne peut se passer d'un réseau d'animation et de vulgarisation tant pour répondre aux attentes de ses producteurs que pour encadrer des activités soucieuses de développement durable et de labellisation.

#### *La démographie des exploitants : le vieillissement des agriculteurs*

Tant nos interlocuteurs que les travaux d'étude récents ont souligné le caractère traditionnel de la plupart des exploitations, dirigées par des exploitants âgés, se contentant d'une activité vivrière : c'est le cas de nombreuses vanilleraies, mais aussi de la plupart des productions fruitières traditionnelles (ananas, mangues, etc.). On peut consulter à ce sujet la présentation de la démographie des agriculteurs dans le rapport Berthommé et Ferraton.

Pourtant, il semble que la possibilité de dynamiser la population des exploitants agricole est réelle : l'expérience de l'EPIC Vanille montre que des dossiers de développement peuvent être préparés par de nombreux agriculteurs motivés et dans la force de l'âge (pas de renseignement chiffrés, mais critère de refus de dossier pour les plus de 60 ans). Dans le même ordre d'idée, les projets de la société Jus de fruit de Moorea semblent rencontrer un accueil très favorable auprès des producteurs d'ananas locaux (cf. plus haut), ce qui indique une bonne réactivité et une motivation effective des agriculteurs polynésiens dans le sens d'une amélioration du système de production.

### **3. Innovation et projets en Polynésie**

Comment des projets nouveaux fondés sur les substances naturelles peuvent-ils être accueillis dans le territoire ? En commençant par donner un bref aperçu des projets innovants du territoire, puis en mentionnant les efforts de l'État, nous allons examiner les initiatives des entreprises implantées localement.

#### *3.1 Le contexte de l'innovation*

##### **Le contexte général dans le territoire**

Compte tenu de l'étroitesse relative du tissu local d'activités productives, l'innovation semble être un thème mineur, tant dans les informations générales que dans les politiques publiques ou les pratiques des milieux économiques. Cependant, des événements globaux, tels que les problèmes écologiques (espèces invasives, gestion des déchets) ou encore de santé publique (nutrition), mais aussi plus ponctuels comme la fête de la Science, suscitent des questions, des articles de presse, pouvant accroître les motivations des décideurs pour un meilleur ancrage de la recherche, des nouvelles technologies, et des pratiques innovantes dans le territoire.

Plusieurs de nos interlocuteurs ont exprimé leurs préoccupations quant à la promotion des innovations, mais aussi leurs doutes en raison d'un manque de moyens pour coordonner et mettre en œuvre localement des projets construits de recherche-développement innovante. Pourtant, le gouvernement a mené une réflexion dans ce sens depuis plusieurs années, qui s'est notamment traduite par des actions mobilisatrices telles que le projet Metua. Cette réflexion sert aussi de toile de fond aux projets sectoriels dont certains ont été évoqués plus haut. De plus, les travaux entrepris sur la filière perlière, mais aussi les ambitions en matière de pêche hauturière et lagonaire, comportent une forte composante de recherches finalisées. L'émergence du projet de plate-forme technologique Gepsun (« Génie des procédés substances naturelles ») inscrit dans le contrat de Plan avec l'État, concrétisée par un accord signé en novembre 2003, constitue un nouveau support pour renforcer le travail de recherche-développement sur les substances naturelles dans le territoire (cf. ci-après encadré sur le Gepsun).

Le **programme METUA** (Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access) est actuellement l'instrument principal de la politique territoriale en faveur du développement des technologies de l'information et des communications en Polynésie française.

Décidé en avril 1999, c'est un des éléments clés en faveur du développement d'une activité économique fondée sur les technologies de l'information et des communications. Il vise la remise en cause de certains handicaps structurels qui pénalisent le développement économique de la Polynésie française. Les distances apparaissent désormais comme un marché pour les technologies de l'information et des communications, et l'innovation en général. Par conséquent, tout comme les pouvoirs publics sont intervenus dans les secteurs traditionnels pour développer les infrastructures et créer un environnement propice à leur croissance (construction d'aéroport, de port de plaisance, aménagement des côtes), le gouvernement s'investit dans certains secteurs technologiques. En effet, un préalable indispensable à la promotion des investissements privés dans ces secteurs est la création d'un environnement adapté. Des exemptions fiscales ont été décidées pour l'importation de matériel informatique et des investissements sont renforcés dans le domaine des réseaux de télécommunication.

« Le principe du Village METUA est à rapprocher, toute proportion gardée, du modèle de Sophia-Antipolis. [...] comme cette cité de la science il y a 40 ans, le projet polynésien est ambitieux mais pas irréalisable ; d'ailleurs, le Gouvernement polynésien a signé une convention avec la Fondation Sophia-Antipolis afin de partager un savoir-faire et trouver des entreprises susceptibles d'être intéressées pour s'installer dans le Village METUA. Ce dernier consiste en une technopole qui pourrait accueillir des entreprises du secteur des services dans le domaine du multimédia, et pourquoi pas, dans tous les secteurs technologiques.

« Il ne s'agit encore que d'un projet, mais qui se fonde sur trois piliers principaux, (i) l'implantation d'entreprises polynésiennes et extérieures, (ii) le développement d'un pôle de recherche et de formation de haut niveau rayonnant sur toute la zone Pacifique, et (iii) faire du Village METUA un lieu d'animation et d'échange convivial<sup>8</sup> » (Bagnis, 2003).

On peut penser que la dichotomie État-territoire ne facilite pas la réflexion ou la mise en œuvre des projets. D'un côté, le retard du lancement du projet Gepsun doit probablement être mis sur le compte de cette dualité. De l'autre, l'expérience du concours annuel national de création d'entreprise de technologie innovante du ministère français de la Recherche semble indiquer que l'État peut faire émerger des projets dynamiques.

---

<sup>8</sup> En ce sens, des études sont menées pour trouver le lieu d'implantation idéal, qui impliquera des constructions importantes et des répercussions économiques pour la commune choisie. Source : Service des technologies de l'information et des communications de la Présidence du gouvernement.

Le délégué dans le territoire (DRRT), M. Maurin, a fait part de plusieurs cas de projets innovants présentant une configuration originale : une articulation réelle entre un porteur localisé dans le territoire, appuyé sur des structures scientifiques ou technologiques de l'État (UPF par exemple) et des relais techniques ou commerciaux de la métropole.

Nous n'avons pas eu accès à l'ensemble des dossiers des années passées. Cependant, M. Maurin précise que le nombre de dossiers présentés annuellement reste assez stable : 4-7 environ. Il s'agit de dossiers sérieux, bien construits, portés par des universitaires, industriels, jeunes diplômés. Parmi ceux primés, on trouve un projet d'exploitation de larves de poissons lagunaires, une installation d'horticulture innovante (culture hydroponique réfrigérée sous abri avec contrôle des rejets, pour substituer des productions locales à des importations).

### **Recherche publique et projets innovants**

La mission de coordonner la recherche est dévolue au délégué régional à la Recherche et à la Technologie. Il a pour mission « d'animer et de coordonner le développement de la recherche et de la technologie », ce qui en fait un pivot majeur pour « coordonner l'action des établissements publics..., mener ou susciter toutes les actions nécessaires en vue de favoriser le décloisonnement de la recherche et son ouverture sur le monde socio-économique..., développer les actions de valorisations et organiser les transferts de technologie ».

Un nombre appréciable d'institutions publiques conduisent une activité de recherche scientifique finalisée dans le territoire. Cette recherche est très fréquemment menée en collaboration avec des partenaires locaux tels que services du territoire ou de l'Université.

Le CIRAD intervient dans le cadre d'un accord cadre État-territoire, signé en 1995. Ses activités sont menées principalement en réponse à la demande du Service du développement rural, et s'orientent selon trois axes : recherche d'accompagnement, expertises et études de filières, actions de formation des cadres locaux. Les travaux innovants recouvrent notamment les domaines de la caractérisation des santals des Marquises, et de celle des virus des vanilliers.

L'IFREMER dispose d'un centre de recherche en propre situé à Vairao. Nous retirons de la présentation de D. Buestel, son directeur, que l'axe prioritaire est l'appui à la filière perlière. De manière complémentaire, les travaux de l'institut visent à conforter les activités aquacoles dans le territoire.

Le laboratoire d'histologie mène actuellement une étude du greffon/ sac perlier. Cette recherche intéresse le mode de formation de la perle pour comprendre la genèse des défauts, tels que cerclage et piquetage.

Le laboratoire de biologie moléculaire conduit des travaux sur le typage des populations d'huîtres perlières, sur l'originalité des populations. Il s'agit de mieux prendre en compte les problèmes affectant les populations et les interactions entre les sites : pathologies, génétique, micro-salissures.

Deux difficultés sont signalées pour la valorisation de ses recherches dans le territoire :

- au niveau du transfert des outils et méthodes mis au point par les scientifiques de l'IFREMER par manque de cadres scientifiques et de moyens dans les services techniques ;
- au niveau des modes de définition et de concertation pour les programmes de recherche-développement avec les services du territoire : prestation de service ou partenariat ?

L'IRD gère un centre et des laboratoires permanents. Il restructure ses programmes, dans le cadre du renouvellement quadriennal de ses unités en 2004. De nouvelles actions sont annoncées sur des thématiques telles que la gestion des milieux lagunaires, l'application de la télédétection à la prévision des déplacements des stocks halieutiques.

Quant à l'Université de Polynésie française, nous n'avons pu mener une approche descriptive de ses ressources et de ses activités dans le domaine de l'expertise. Elle apparaît cependant réellement impliquée sur plusieurs axes de recherche-développement et d'innovation, notamment à travers des travaux au bénéfice de services du territoire, par l'encadrement de boursiers en thèse Cifre avec la société CAIRAP et l'implication dans le groupement Gepsun.

Deux structures visitées par la mission préalable à l'expertise de février 2003 peuvent donc être à nouveau mentionnées : le laboratoire de chimie analytique, unité comportant quatre enseignants chercheurs et deux thésards et la jeune équipe « Terre-Océan ».

### **Organismes territoriaux**

S'agissant de l'institut Malardé, un entretien réalisé avec le nouveau directeur, le professeur R. Chansin (novembre 2003), fait ressortir une volonté de consolider la position de l'ILM dans le territoire. Il s'agit de renforcer son potentiel et sa crédibilité scientifiques, et de répondre en priorité aux défis bio-médicaux du territoire. Ce nouveau directeur souligne aussi qu'un renforcement des travaux sur les substances naturelles passerait impérativement par la construction d'une équipe de haut niveau. Idéalement, celle-ci mobiliserait 4 à 5 chercheurs à plein temps.

On rappelle que le laboratoire de recherche sur les substances naturelles a été créé en 1991.

Selon les informations publiées, il effectue des travaux dans plusieurs domaines :

- étude sur les substances volatiles et aromatiques issues de la flore locale ;
- analyse de la composition chimique et des propriétés biologiques d'espèces végétales employées en médecine traditionnelle.

Le laboratoire est doté d'équipements performants : chromatographe phase gazeuse, spectromètre de masse, chromatographie liquide à haute performance.

Le potentiel de recherche du Service du développement rural n'a pu être apprécié lors de notre visite. Il en est de même pour le Service de la pêche et le Service de la perliculture. Il a été mentionné plus haut que ces services assurent une fonction d'animation et de promotion technique et scientifique au profit des acteurs économiques du territoire, en mobilisant notamment les compétences des établissements nationaux susmentionnés.

Les établissements/ laboratoires publics (État ou territoire) affichent donc un potentiel non négligeable. Le Territoire peut se prévaloir d'un tissu diversifié, bien établi, mesuré à l'aune des autres territoires et nations du Pacifique. Cependant, il est certain qu'un renforcement des moyens et de la coordination entre les acteurs est nécessaire tant pour une meilleure prise en compte des programmes de travail sur les substances naturelles que pour appuyer des projets fédérateurs. Est-il possible de favoriser une mobilité des chercheurs vers le territoire, peut-on conforter des groupements temporaires sur des actions mobilisatrices (on pense à des configurations du type du Gepsun), mais aussi à des projets de plus long terme nécessitant un engagement fort (par exemple, l'idée d'une structure assurant le rôle de « souchothèque publique » envisagée dans le chapitre sur les substances marines, etc.).

### **Le Gepsun : une plate-forme technologique à l'essai**

Le GEPSUN est un groupement d'acteurs scientifiques et industriels. Son statut définitif (GIE, association...) n'est pas fixé. Les partenaires fondateurs sont convenus que la coordination est organisée à partir de l'Université de Polynésie française. Les fondateurs sont côté recherche l'UPF, le CIRAD et l'IRD, et côté industriel Jus de fruit de Moorea, le Laboratoire de cosmétologie du Pacifique Sud et le CAIRAP.

Il bénéficie pour ses deux premières années d'activité d'un financement de l'État, prévu au contrat de Plan quadriennal. Il vise à promouvoir les projets d'études finalisées sur les substances naturelles dans le territoire. Des travaux peuvent être réalisés par les membres du groupement pour des clients extérieurs. Des projets de recherche-développement peuvent être soutenus par les moyens du groupement.

### **Comment conforter le projet Gepsun ?**

– Préconiser une meilleure insertion et une articulation avec le territoire. De ce point de vue, on peut relever comme une incohérence le fait qu'aucune institution ou service du territoire ne fasse partie des fondateurs.

– Appuyer son insertion dans les réseaux de diffusion scientifique internationale et de veille technologique de métropole (on suggère par exemple une entrée axée sur deux régions de métropole Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes).

– Favoriser la mobilisation de jeunes chercheurs par le biais d'octroi de bourses de recherche master/ post-doctorants qui seraient co-financées par le territoire et Gepsun pour favoriser le travail scientifique, en particulier de jeunes Polynésiens.

La situation est évolutive. Plusieurs établissements publics ont restructuré leurs activités dans le territoire. On peut la qualifier de transitoire, ce qui amène à poser plusieurs questions :

- Y a-t-il une masse critique pour les activités de recherche, en particulier dans le domaine des substances naturelles ?
- La relation entre établissements nationaux et services du territoire est-elle suffisamment articulée ? Peut-on imaginer de nouvelles articulations ? Un meilleur affichage de la politique des autorités polynésiennes est-il susceptible de favoriser une nouvelle mobilisation des établissements scientifiques nationaux – EPIC et EPST confondus ?

### 3.2 L'innovation dans les entreprises

#### Les entreprises dans le territoire de Polynésie

Le tissu d'entreprise de Polynésie française est relativement dense et actif pour une économie insulaire de cette taille. L'Institut statistique recense plus de 18 000 entreprises de l'industrie et du commerce, tous secteurs confondus. On relève que plusieurs dizaines sont créées ou radiées chaque mois (taux inférieur à 1 %), ce qui traduit une réelle dynamique entrepreneuriale dans le territoire. Ces dynamismes sont certes concentrés sur Tahiti. Cependant, les initiatives de projets agricoles ou touristiques montrent que de nombreux archipels ou îles peuvent présenter un contexte favorable aux nouveaux développements d'entreprise. On peut considérer que la population des entreprises petites et moyennes (plus de 10 salariés) est de l'ordre d'une centaine d'entreprise dans l'industrie, l'agriculture ou la construction, et de près de 600 entreprises dans les services (tableau 8ter). Le tissu des entreprises est relativement diversifié, avec une bonne complémentarité entre activités industrielles et de service. Il est aussi appuyé par un secteur bancaire solide ainsi que par d'autres services efficaces (juridiques et comptables notamment).

**Tableau 8. Quelques données sur les entreprises dans le territoire**

	2000	2001	2002
<b>Nombre (toutes activités)</b>	34 800	36 800	39 000
<b>Sarl</b>	1 939	2 025	2 227
<b>Salariés</b>	57 900	59 000	61 400
<b>Industrie</b>	2 650	2 760	2 820

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF)

**Tableau 8bis. Taille des entreprises (2004)**

Taille	0-9 salariés	10 à 49 salariés	Plus de 50 salariés
<b>Agriculture</b>	6 364	44	13
<b>Construction</b>	2 964	75	17
<b>Industrie</b>	2 730	106	9
<b>Service</b>	28 474	479	140

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF)

**Tableau 8ter. Statut des entreprises (2004)**

	<b>Sarl</b>	<b>SA</b>	<b>Sté coopérative</b>
<b>Agriculture</b>	60	9	32
<b>Construction</b>	217	23	25
<b>Industrie</b>	287	41	52
<b>Service</b>	1797	294	581

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF)

### **Entreprises et innovation**

L'étude locale a pu rencontrer plusieurs responsables d'entreprises engagés dans des projets innovants :

- Il s'agit dans certains cas de diversification d'activité concernant des produits proches de l'activité principale, par exemple de nouveaux produits alimentaires ou cosmétiques.
- Il s'agit plus ponctuellement de projet misant sur l'innovation : productions nouvelles pour le territoire, dans certains cas utilisant des équipements et procédés de bon niveau technologique, innovants dans le contexte polynésien.
- Certains industriels ont exprimé une attitude positive vis-à-vis de propositions d'affaires qui leurs seraient soumises par des porteurs de projet ayant besoin d'un appui pour une localisation polynésienne. C'est un indice d'une possibilité pour un projet innovant concernant les substances naturelles de s'enraciner dans des réseaux locaux, à condition qu'il soit réaliste et mûri.

Il semble que le contexte local soit plutôt favorable à la mise en œuvre de projets nouveaux : les idées innovantes dérivées de la recherche peuvent dans certains cas être reprises par des porteurs de projet locaux en recherche de diversification, dans d'autres cas il serait judicieux de favoriser « l'importation » et l'insertion de porteurs de projets extraterritoriaux susceptibles de renforcer les activités locales. Par ailleurs, les ressources financières du secteur privé sont mobilisables, des réseaux de projet ou des collaborations interentreprises sont envisageables dans un tissu local caractérisé par une diversité d'acteurs privés et publics dont les interactions sont dynamiques et évolutives.

## **4. Domaines d'intervention pour favoriser la valorisation des substances naturelles dans le territoire**

Le renforcement de la valorisation des substances naturelles peut s'appuyer sur des éléments tangibles dans un territoire où, face à une biodiversité terrestre intéressante ou marine peu prospectée, les conditions socio-économiques structurelles ne sont pas très porteuses à première vue.

Cependant, les projets émergent et la réactivité des acteurs témoignent d'un dynamisme réel, qui peut probablement bénéficier de nouveaux dispositifs susceptibles d'être mis en place dans le territoire. Il est donc possible d'identifier plusieurs domaines sur lesquels faire porter les efforts dans l'avenir : renforcement des actions réglementaires, appui aux projets innovants d'entreprise, appui à l'innovation scientifique et technologique.



## 4.1 Possibilités de renforcement des actions réglementaires

### Politique de labellisation

On signale deux catégories de produits bénéficiant de labels « bio » attribués à des producteurs en Polynésie<sup>9</sup> : d'une part pour des agriculteurs (production fruits et légumes), de l'autre pour un producteur-transformateur de jus de nono (Royal Tahitian Noni à Moorea).

Le territoire ne détient qu'une appellation contrôlée, dont le monoï bénéficie. Les informations produites par l'EPIC Vanille indiquent toutefois qu'une demande d'AOC ou d'AOP est envisagée pour la vanille de Tahiti. D'un côté, l'INAO cherche à promouvoir sa démarche en soutenant que les appellations protègent définitivement la spécificité d'un triptyque terroir-méthode de production-produit. De l'autre, la valorisation industrielle des appellations suppose marché conséquent et approvisionnement maîtrisés. Ainsi une politique publique visant à développer les labels serait-elle sans doute plus adaptée aux produits agroalimentaires qu'aux substances naturelles d'intérêt pour les activités cosmétiques ou la parfumerie. Nous renvoyons donc à la contribution de V. Boisvert dans cette partie analytique, qui offre un cadre de référence pour clarifier les termes de ce choix.

### Politique de protection de la ressource

Nous n'avons pas recueilli d'avis ou d'expression de préoccupation concernant l'épuisement des ressources naturelles, à quelques exceptions près, puisque trois aspects ont été évoqués lors des entretiens :

- La protection des ressources en larves de poissons des lagonaires. Dans les lagons, le prélèvement risque de s'accroître au cours des prochaines années tant pour l'usage alimentaire local que pour des valorisations commerciales (exportations pour aquariophilie).
- Les espèces d'invasives posent le problème de démarches scientifiques et techniques appropriées mais aussi d'une sensibilisation et d'une éducation renforcées des Polynésiens. Par exemple en ce qui concerne la transmission de parasites entre les îles et archipels, un meilleur encadrement administratif mais surtout une responsabilisation des Polynésiens apparaissent comme la condition d'une meilleure maîtrise des risques.
- Les efforts de protection s'imposent dans un cadre de longue durée. Ce point a été souligné par le SDR à propos de la promotion des plantations de bois précieux. Le programme sur le santal par exemple apparaît comme un projet de longue haleine, à l'inverse du nono qui semble offrir une valorisation immédiate.

---

<sup>9</sup> Entretiens avec le Service du développement rural et le Service des affaires économiques.

## 4.2 Création d'activités et appui aux projets innovants

### L'appui à la création d'entreprises

L'appui à la création d'entreprise bénéficie de l'intervention de plusieurs organismes coordonnés : l'Agence pour la création d'entreprise dépend du ministère de la Pêche, de l'Industrie et des PME. Le SDIM (service de développement de l'industrie et des métiers) du même ministère coordonne l'intervention de l'agence avec celle de la Chambre de commerce d'industrie et des métiers de Polynésie française (CCISM).

D'une façon générale, les projets d'entreprises sont considérés favorablement par les pouvoirs publics. Les porteurs de projet peuvent bénéficier d'un appui, notamment de formations subventionnées, en liaison avec la CCISM. Cette dernière permet l'accès des porteurs de projet à divers réseaux d'appui, notamment des conseils et des financements (collaborations signalées avec des associations, par exemple Tahiti Business Angels). Le territoire a également mis en place un système « d'ateliers relais » qui proposent des locaux temporaires aux créateurs d'entreprise artisanale et de service.

Tableau 9. Aide à la création et au développement des entreprises

	2000	2001	2002
Nombre d'entreprises	8	19	12
Investissement prévu*	24	140	4
Aide accordée*	7,2	13,5	12,4
Emplois prévus	14	35	19

Source Institut statistique de la Polynésie française (ISPF) - \* millions FCFP

Pour autant, il n'y a dans le territoire ni pépinière pour accueillir une jeune entreprise en cours d'implantation ni de structure d'incubation pour permettre de tester des projets à caractère technologique au stade de pilote. Quelques remarques de M. Boyer, chef du Service de l'industrie et des métiers, déclinées ci-après, expliquent cette situation :

- Il n'a pas été envisagé de construire un cadre de type « technopôle », ni de concevoir un projet d'incubateur, car la demande semble inexistante. On ne décèle pas actuellement de projet innovant en manque d'insertion locale. Les porteurs de projets se débrouillent avec leurs réseaux propres.
- La panoplie des aides publiques semble adaptée et couvre toutes les situations. Les porteurs de projets peuvent trouver des appuis effectifs. D'ailleurs, une étude sur les défaillances d'entreprise montre que les deux écueils sont la formation et la mauvaise gestion de trésorerie.

Pourtant, on peut s'interroger sur l'étendue et l'efficacité des réseaux existants. Les synergies locales sont-elles dynamiques. Le projet Metua qui semble combler un vide sera-t-il poursuivi ? Les relations avec les structures métropolitaines voire européennes ne semblent pas clairement identifiées...

De ce fait, il est possible de proposer un renforcement de la liaison recherche appliquée-industrie-création d'entreprise. Ce point fait plus avant l'est l'objet du § 4.3.

## Le financement des projets

Au-delà des structures bancaires commerciales, divers dispositifs peuvent appuyer les projets innovants dans le territoire. La Polynésie bénéficie du FDPMI (fonds de développement des PMI – petites et moyennes entreprises) qui subventionne des améliorations renforçant la compétitivité, et une société financière locale, la SOFIDEP, a été créée avec l'appui de l'AFD (Agence française de développement) pour renforcer les fonds propres des entreprises. « Les pouvoirs publics apportent également leur soutien en octroyant des exonérations de droits sur les matières importées, des aides à l'exportation et des incitations fiscales à l'investissement productif... », comme le précise le rapport de l'IEOM (2003).

### Réflexion sur l'appui public aux projets innovants (Bagnis, 2003)

« [...] Par conséquent, si les pouvoirs publics territoriaux souhaitent stimuler le développement des secteurs technologiques, ils devront encourager plus activement l'investissement dans ces secteurs, en proposant, notamment, des incitations fiscales suffisamment attractives pour pousser, par exemple, les industriels à financer des projets où leur prise de risque n'est pas minimum. Ils doivent également tenir compte de la nécessité d'importer du matériel et des substances chimiques coûteux, pour des succès qui ne sont pas garantis ; un système d'exonération des droits de douane devrait donc également être envisagé, compte tenu de l'absence de rentabilité (en principe) des projets avant plusieurs années.

Outre le manque de personnel qualifié et expérimenté<sup>10</sup>, se greffe la difficulté de mobiliser des ressources financières (« business angels », fonds de capital-investissement, dispositif particulier de financements type prêts SOFIDEP, etc.) susceptibles d'accompagner les porteurs de projets vers la concrétisation de leurs idées. Les réticences des acteurs financiers ainsi que la difficulté subséquente à trouver ces fonds propres pour les projets constituent un frein majeur. Contrairement à une logique de subvention, le financement en capital implique un partenariat économique, à l'origine du succès du projet. Par conséquent, les logiques administratives disparaissent au profit d'une logique économique et financière.

L'offre de financement complémentaire est, par conséquent, indispensable pour accompagner des mesures d'incitation à l'investissement car, compte tenu de la nouveauté de ces activités et des particularités de ces dernières (résultats incertains, retour sur investissement à moyen terme), les risques sont trop importants pour des financements classiques.

Aussi, le développement des secteurs technologiques nécessite la reconnaissance de ce secteur comme prioritaire, tout comme le tourisme et la perliculture, pour qu'il participe effectivement au développement économique et social de la Polynésie française...

---

<sup>10</sup> Le gouvernement polynésien doit participer à la création d'un environnement favorable au développement de ces secteurs, ce qui peut se traduire par la mise en place de formations professionnelles en collaboration avec le secteur privé, afin notamment d'assurer une alternance entre la théorie et la pratique. Toutefois, il convient d'envisager des filières de formation dans les secteurs technologiques afin de pourvoir l'économie polynésienne en ressources humaines suffisamment qualifiées pour répondre aux besoins de ces secteurs spécialisés. Il conviendrait par exemple de former les étudiants dans des sections technologies de l'information et des communications telles que : informaticiens de gestion, administrateurs réseaux et télécoms, administrateurs de bases de données, techniciens de maintenance, en tenant compte de la nécessité de faire venir des compétences extérieures lorsqu'on ne les trouve pas localement.

### **4.3 Conforter une politique publique en faveur de l'innovation : quelques pistes**

L'étude locale a permis d'identifier certains domaines de recherche-développement sur lesquels des travaux sont en cours ou susceptibles d'être engagés, et ce qu'il s'agisse de la filière vanille ou de la perliculture. Pourtant, des actions finalisées devraient être renforcées à court terme, en particulier dans le domaine des produits marins, et de nouveaux axes d'intervention politique devraient être définis pour coordonner les rôles de l'État et du territoire. Dans cette perspective, la dynamisation des activités liées aux substances naturelles semble nécessiter un double effort : d'une part, renforcer les actions et les réseaux de la recherche appliquée, et d'autre part favoriser des dispositifs nouveaux et adaptés pour la valorisation des travaux, la finalité en étant une exploitation mieux maîtrisée des ressources et substances naturelles.

#### **Appuyer les actions de recherche publique et leur valorisation dans le territoire**

Même s'il est difficile d'envisager de renforcer substantiellement les activités de recherche dans le territoire, il doit être possible, à partir des ressources existantes, d'appuyer davantage des projets locaux de recherche-développement bénéficiant aux activités économiques dans le domaine des substances naturelles.

Plusieurs axes de réflexion pourraient permettre de capitaliser sur des actions déjà entreprises mais aussi d'identifier de nouveaux créneaux et partenariats pour les actions futures.

On peut aisément renforcer des actions coordonnant les moyens existants de l'État et ceux du territoire. Ainsi revient-il à l'État de favoriser la consolidation des activités de l'Université de Polynésie française, notamment à travers une politique d'accueil de chercheurs/enseignants, un encouragement à la mobilité en faveur du territoire. Les actions de valorisation soutenues par l'État semblent fécondes : plateforme Gepsun inscrite au précédent contrat de développement, bourses CIFRE renforçant le potentiel R&D des entreprises locales. Il convient de les conforter au cours des prochaines années.

La relance des activités des grands établissements publics est aussi une condition majeure du maintien d'un terrain fécond pour la recherche développement. Leur engagement au sein du Gepsun, qui reste à confirmer, a bien valeur de test.

Le territoire de son côté doit prendre la mesure du potentiel de l'institut Malardé au service de la valorisation des ressources naturelles locales. La place de cette institution et ses partenariats avec les établissements de l'État, dont notamment l'UPF, doivent renforcer l'attractivité de la Polynésie pour les scientifiques. Ne pourrait-on multiplier les stages de niveau master recherche (ex-DEA) ou les stages post-doctoraux avec un abondement financier du territoire ou des entreprises locales ? Ne faut-il pas reconsidérer les opportunités de contribution des institutions territoriales au Gepsun ?

Il serait opportun que la politique d'innovation du territoire vise un affichage global et cohérent, et ce qu'elle concerne les télécommunications, les services publics ou la valorisation économique des ressources locales. Cela suppose probablement une réflexion large associant les partenaires économiques et sociaux.

### **Identifier et promouvoir les projets innovants**

Un axe de travail pour les autorités peut viser à améliorer le cadre d'éclosion des projets innovants, ainsi que les modes d'intervention des institutions d'appui – et leurs réseaux dans et hors du territoire, notamment dans le domaine des produits et substances naturelles.

- L'administration du territoire semble mûre pour réfléchir et proposer un statut aux projets innovants, prenant en compte plus spécifiquement les substances naturelles. Cela rejoint les préoccupations de la CCISM, en mettant l'accent sur la spécificité des projets technologiques (en termes de durée de maturation, de partenariats, de marchés...).

- Des outils nouveaux peuvent être mis à l'étude : création d'une structure virtuelle d'incubation de projet favorisant le dialogue et la complémentarité des moyens territoire-État, mise en place de dispositifs tels que crédit-impôt recherche, abondement de la Polynésie au préfinancement de projets (en complément d'un dispositif tel que celui de l'Anvar, effectivement absent de la Polynésie).

- Le Gepsun semble pouvoir offrir un cas instructif et devrait, au terme de sa période de rodage, servir de pilote pour un cadre de collaboration tripartite entreprises/État/Territoire.

- Le lien avec les réseaux français et européens d'innovation et transfert de technologie reste à étayer et diversifier. Cela ne sera opportun que si le territoire décide de construire un réseau d'acteurs locaux pour prendre en compte les opportunités d'innovation, faire émerger et incuber des projets et valoriser leur potentiel.

### **En guise de conclusion**

L'étude locale socio-économique ne constitue qu'une partie de l'expertise collégiale. Elle vise principalement à prendre en compte les informations produites par les acteurs du territoire de manière pertinente, mais ne peut prétendre isolément tirer des conclusions ou proposer des recommandations définitives à ce stade du travail.

- L'étude souligne l'existence d'un potentiel local de formulation et de portage de projets innovants par des acteurs du territoire. Des expériences instructives ont été menées au cours des dernières années, sur lesquelles il est possible de capitaliser.

- L'analyse éclaire les contraintes particulières de la Polynésie, qui conduisent à préconiser l'organisation d'un dispositif d'appui à l'innovation plus cohérent, et s'inscrivant dans une programmation construite, prenant en compte divers domaines sectoriels pertinents.

- On peut cependant retenir plusieurs éléments favorables au prolongement de l'expertise, à son appropriation par les acteurs privés et publics locaux, notamment :

- Un tissu d'acteurs diversifié et dynamique... et attentif aux retombées de l'expertise. On peut compter à la fois sur des agriculteurs réactifs et qui peuvent s'organiser, et sur des industriels en recherche de diversification, dotés de moyens propres et de réseaux actifs.
- Des dispositifs institutionnels bien établis, pouvant être ciblés sur les projets relatifs aux substances naturelles. Le territoire dispose de ressources humaines, d'un potentiel de conception de projets et de dispositifs de financement pour des activités nouvelles.

## Bibliographie

- BAGNIS H., 2003 – *La promotion des investissements en Polynésie française : approches nationale, communautaire, internationale*. Université de Nice-Sophia Antipolis, Institut du droit de la paix et du développement, Nice, 459 f.
- BERTHOMMÉ P., FERRATON N., 1999 - *Analyse des conditions et des performances de production de vanille sur l'île de Tahaa en Polynésie Française*. Master of Science Développement Agricole Tropical, PVED, 157 p.
- ELKINS R., 2003 - *The noni revolution: today's tropical wonder that can battle disease, boost energy and revitalize your health*. Pleasant Grove, UT, Woodland Publishing, 175 p.
- IEOM Institut d'émission d'Outre Mer, 2002 – *La Polynésie française en 2001*. IEOM, Paris, 188 p.
- IEOM Institut d'Emission d'Outre Mer, 2003 - *Bulletin trimestriel de Conjoncture*, n° 115
- IEOM Institut d'émission d'Outre Mer, 2003 – *La Polynésie française en 2002*. IEOM, Paris, 190 p.
- IEOM Institut d'émission d'Outre Mer, 2004 – *La Polynésie française en 2003*. IEOM, Paris, 194 p.
- PRÉSIDENTE DU GOUVERNEMENT DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE, 2000 - *Rapports de la mission d'évaluation et de prospective*. Gouvernement de la Polynésie française, 2 tomes, 253p.+ 235p.
- ROBINEAU C. 1984 – « I : Du Coprah à l'atome ». *In Tradition et modernité aux Iles de la Société*, Paris, ORSTOM, Mémoires ORSTOM, No 100, 500 p.
- SOLOMON N., 2000 - *Tahitian Noni Juice: How Much, How Often, For What* - Direct Source Publishing.
- Décret no 92-340 du 1er avril 1992 relatif à l'appellation d'origine <<Monoï de Tahiti>>. *Journal Officiel* n° 79 du 2 avril 1992. <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9200033D> (8 août 2005)
- Décret no 92-340 du 1er avril 1992 relatif à l'appellation d'origine <<Monoï de Tahiti>> (rectificatif). *Journal Officiel* n° 98 du 25 avril 1992. <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9200033Z> (8 août 2005)

---

## Développement des filières de production adaptées aux substances naturelles en Polynésie française

---

Yves BARBIN

### 1. Généralités

L'objectif de valorisation des ressources naturelles de Polynésie française passe par une étape obligatoire de mise en place de filières de production visant à assurer l'approvisionnement des activités de transformation en aval, et, au final, la satisfaction des besoins du marché, actuel ou potentiel.

Pour être viables et jouer pleinement leur rôle économique, ces filières doivent répondre à un certain nombre d'objectifs économiques mais aussi sociaux, parfois contradictoires :

- **Stabilité.** La condition *sine qua non* du développement d'une filière de valorisation est que soit mise à sa disposition une matière première naturelle, cultivée ou collectée, stable en quantité. Cette exigence de stabilité doit prendre en compte les phénomènes de saisonnalité mais aussi les aléas climatiques au travers de la mise en place d'une logistique adaptée (dispersion des cultures, stockage, pré-transformation...).
- **Qualité.** L'objectif n'étant pas de produire une ressource naturelle mais bien d'alimenter une activité de valorisation, il est nécessaire de développer et de produire selon des critères de qualité spécifiques, définis à l'avance.
- **Prix.** Le prix proposé pour les productions doit être suffisamment attractif pour permettre la mise en place d'une filière de valorisation viable. Mais il s'agit sans doute d'un des points les plus critiques. Le surcoût lié à l'insularité et au système social français rend la compétitivité de certaines productions incertaine. Cela sera en particulier le cas pour des ressources largement répandues au niveau mondial comme le tamanu. La compétition des pays à faible coût de main-d'œuvre ne sera supportable que s'il est possible de valoriser une spécificité locale forte (qualité ou image).

- **Développement social.** Le contexte de forte dépendance sociale d'une production agricole comme le coprah incite à privilégier la piste d'une production « familiale » pour autant qu'elle soit compatible avec les objectifs économiques envisagés.

Il est cependant important de signaler dès ce préambule que les modalités de mise en place et de développement de filières de productions sont spécifiques :

- à la plante (annuelle/ pérenne, collecte/ culture...);
- à l'utilisation et au mode de transformation envisagés (exportation en l'état/ transformation sur place, alimentation/ pharmacie...);
- au marché visé (local/ exportation, marché de masse/ niche...).

Dans ce contexte, il sera pas aisé de détailler l'organisation de filières dont nous ne connaissons pas, à ce stade, la finalité. Nous nous efforcerons cependant de dégager un certain nombre de grandes orientations applicables aux espèces retenues comme prioritaires dans le cadre de cette expertise collégiale.

## 2. Constat : les productions actuelles

L'existence sur le territoire d'un certain nombre de productions est un fait positif puisqu'elles peuvent servir de références pour la mise en place de nouvelles filières. Ces filières donnent une première idée du potentiel de production et d'organisation existant.

Si l'on exclut le cas du coprah, dont le maintien relève plus du traitement social de l'insularité que d'une volonté de développement à travers une action économique, trois exemples sont à retenir : morinda (nono), vanille et monoï.

Ces trois exemples présentent l'intérêt d'illustrer la mise en place de trois filières selon des modes d'organisation différents, étant destinées, comme nous allons le voir, à des secteurs économiques différents.

### 2.1 *Morinda citrifolia* (nono)

Cette filière est un très bon exemple d'une production récente destinée au marché international.

Le marché visé est celui des compléments alimentaires, principalement aux États-Unis, mais ce peut être aussi l'Europe dans un futur proche, puisqu'une autorisation de commercialisation vient d'y être délivrée.



Le grand intérêt de cette filière réside dans son mode de mise en place et son organisation :

- La demande provient d'une firme privée en prise directe sur le marché.
- L'intérêt marketing est important en termes d'image du produit : Polynésie = pureté originelle, nono polynésien = produit purifiant +/- universel.
- Les besoins en matière première (fruits de nono) sont assurés dans un premier temps par la collecte de plantes sauvages avec passage progressif à une organisation de la culture pour faire face à la montée en puissance des besoins.
- Le rapport financier est intéressant pour les producteurs de fruits en raison du faible investissement de base nécessaire et du rapport prix de vente sur effort requis relativement élevé par rapport aux productions traditionnelles comme le coprah. L'absence (ou le faible nombre) d'intermédiaire(s) entre le producteur de fruits et l'utilisateur final est sans doute aussi un élément très positif.

La limite de cette filière réside certainement dans le caractère « volatile » et scientifiquement peu fondé des allégations santé prêtées au nono. Comme tous les compléments alimentaires de ce type, le nono peut se révéler très sensible à une contre-publicité occasionnée par des cas d'intolérance ou d'effets secondaires, ou à une attaque *via* des allégations au caractère non scientifique.

L'usure dans le temps de l'effet marketing n'est pas non plus à négliger.

## 2.2 Vanille

Il s'agit d'une filière traditionnelle, principalement destinée à l'industrie alimentaire et à l'exportation, même si une partie du produit peut être commercialisée sur place.

Cette filière peut se révéler intéressante en termes de développement potentiel car elle concerne un produit pour lequel il existe un réel marché international.

## 2.3 Monoï

C'est le produit polynésien typique (et typé).

Le marché visé est celui des produits de cosmétologie, à deux niveaux :

- les produits locaux vendus sur place (produits finis), principalement aux touristes ;
- le marché international où le monoï est un ingrédient de formulation dans des compositions utilisant l'image de la Polynésie.

L'organisation de la filière de production de la matière première (fleur de tiaré) paraît être restée très artisanale et familiale. Cette forme de production est un bon compromis entre nécessité de production et efficacité sociale tant qu'elle permet un approvisionnement suffisant du marché.

La mise en place d'une structure de type GIE pour assurer la promotion du monoï est un bon exemple de structuration d'une filière. Elle montre la capacité des intervenants du territoire à travailler ensemble pour le développement d'un produit.

La limite du développement du produit monoï, au moins sur les marchés internationaux, réside probablement dans le manque d'efficacité objectivée de cette préparation, qui en détourne les formulateurs à la recherche d'un effet biologique prouvé.

Par ailleurs, l'existence d'une AOC, si elle se révèle sans doute positive quant à la protection des produits fabriqués sur place, a cependant un effet négatif sur son utilisation comme ingrédient dans des produits finis, car elle introduit des contraintes de formulation toujours difficiles à gérer.

### **3. Les conditions de mise en place de nouvelles filières**

Avant de mettre en place une politique de développement ou d'incitation au développement de filières de production, un certain nombre de conditions doivent être remplies, ou, tout au moins, prises en compte et évaluées.

On ne devrait envisager d'injecter de l'argent ou des moyens (ce qui revient au même) que lorsqu'il existe une probabilité raisonnable de succès ou de progrès. L'engagement de programmes de développement non maîtrisés aboutit, généralement, à des échecs qui découragent les tentatives ultérieures (on en connaît des exemples, y compris en métropole).

Nous avons listé ci-après un certain nombre de points qu'il nous semble important de prendre en compte dans ce cadre.

#### **3.1 Besoin du marché**

Il ne peut y avoir de développement d'une filière de production que s'il existe un besoin réel du marché pour ce produit. Toute autre démarche relève plus d'un traitement social que d'un traitement économique.

En général, on ne peut que constater l'échec des projets de développement basés une réflexion du type :

- nous disposons d'un produit (ou souvent d'un sous-produit) ;
- nous savons le produire en quantité ;
- nous allons le commercialiser,
- et enfin nous verrons s'il y a des clients.

En parallèle, la démarche consistant à aller voir un industriel pour lui demander : « De quelle plante avez-vous besoin ?, je peux la produire pour vous », est également vouée à l'échec. Lorsque le besoin industriel est présent, l'utilisateur responsable a depuis longtemps élaboré sa stratégie d'approvisionnement.

Il nous semble donc important de privilégier l'identification des besoins avant d'envisager tout autre étape et tout investissement (humain et matériel).

À ce stade, l'intervention, en appui ponctuel ou à plus long terme, d'organismes officiels comme l'ONIPPAM (Office national interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales), qui apporte sa connaissance du marché des plantes, national et international, à la fois au niveau de la production et des débouchés, peut se révéler tout à fait pertinente.

Cependant, le besoin pour une ressource naturelle (animale, végétale, marine) peut également se révéler au niveau de la phase de R&D. Il est alors très intéressant, dans le cadre d'un partenariat avec l'utilisateur, d'étudier d'emblée la mise en place des conditions de production.

En règle générale, cette stratégie, qui suppose une proximité de contact avec les utilisateurs, peut se révéler extrêmement payante pour deux raisons :

- Les contacts fréquents permettent d'instaurer toute la confiance nécessaire pour un projet à moyen ou long terme.
- L'étude d'un projet dès la phase R&D permet de prendre une longueur d'avance sur ses éventuels concurrents.

Une autre approche, plus institutionnelle, consisterait à partir d'un produit élaboré ou semi-élaboré existant traditionnellement sur le territoire, et d'en étudier le potentiel économique et réglementaire d'introduction sur les marchés extérieurs au territoire.

Cette démarche suppose un investissement initial, mais raisonnable, dans des études réalisées par des cabinets compétents.

### **3.2 Faisabilité matérielle**

La possibilité de création d'une filière sur le territoire polynésien est bien entendu fonction d'un certain nombre de conditions matérielles évidentes. Voici les principales :

- Les terrains nécessaires doivent être disponibles. Du fait de la faible superficie de l'archipel, de son morcellement géographique et de la structure de son foncier, ce type de production semble difficile (mais pas impossible) à mettre en place.
- La culture de la plante doit être possible. S'il s'agit d'une plante sauvage, un programme de domestication doit être mis en place et couronné de succès.
- Si la ressource est suffisamment disponible, une structure de collecte doit pouvoir être organisée dans des conditions respectueuses de la pérennité de la ressource.
- Le personnel nécessaire doit être disponible, ce qui se révèle parfois une contrainte certaine pour les récoltes saisonnières.

### 3.3 *Environnement technique*

Une filière de production structurée n'est jamais une entité autonome vivant sa vie indépendamment du milieu qui l'entoure.

Des points de communications et des synergies sont nécessaires avec le milieu économique du territoire pour assurer la mise en place et le développement de la filière.

Le premier besoin consistera en la présence de structures de recherche, fondamentale et appliquée, qui assureront l'appui scientifique et technique nécessaire. Les domaines de compétences recherchés seront principalement de deux types :

- Des laboratoires de chimie qui se chargeront de la connaissance fondamentale de la composition de la plante (ou autre ressource) mais qui assureront aussi, par exemple, la mise au point des méthodes d'analyses nécessaires au suivi des programmes de sélection agronomique ou à l'évaluation des ressources sauvages.

Si la partie connaissance fondamentale peut être assurée par un laboratoire géographiquement éloigné, la partie analytique doit impérativement être assurée sur place. La rapidité de réponse et l'implication du laboratoire de chimie dans les programmes de sélection sont un facteur clé du succès.

- Des laboratoires de biologie au sens large. Là aussi, la partie fondamentale (botanique, écologie...) peut être effectuée par des laboratoires éloignés. En revanche, les domaines appliqués, en particulier l'agronomie et les sciences proches (physiologie...), doivent impérativement disposer à la fois de laboratoires sur place mais aussi de moyens d'expérimentation au champ sous forme de parcelles d'essai ou de ferme expérimentale.

En second lieu, il faut pouvoir compter sur l'existence dans le territoire de filières économiques proches dont les moyens techniques, les infrastructures et le savoir-faire pourront être utilisés en coopération.

Une de ces nécessités est constituée par l'horticulture, dont les moyens techniques et le savoir-faire sont nécessaires tant à la production en masse de semences, de jeunes plants, à la multiplication des plantes, qu'à la propagation *in vitro* et à la conservation *in vitro* du germplasm d'intérêt.

De même, pour les phases de traitement industriel des productions, la présence d'une industrie alimentaire peut se révéler très intéressante en fournissant des possibilités de première transformation sur place (cf. jus de nono produit par Jus de fruits de Moorea pour la société Morinda).

Dans le même type de démarche, l'utilisation des systèmes de séchage, type four, utilisés en industrie alimentaire, se révèle une solution très satisfaisante pour la déshydratation de ressources végétales et leur préservation en vue d'une utilisation ultérieure. L'absence de cette possibilité technologique se révèle souvent un obstacle au bon développement de la filière.

La proximité technologique entre l'agro-alimentaire et les industries de première transformation des ressources naturelles est une synergie qui doit être exploitée par un recensement systématique des possibilités technologiques offertes sur place.

En règle générale, une bonne connaissance de l'environnement « technico-industriel » local est un préalable important. Ce travail d'inventaire et de mise en réseau des potentialités offertes permet un gain de temps et de moyens appréciables.

Au-delà de ce travail local, un appui doit être recherché auprès d'organismes spécialisés de la filière plantes médicinales et aromatiques.

Il s'agit principalement de l'ONIPPAM qui possède des possibilités de conseil technique, mais aussi de centres techniques comme l'ITEIPMAI (Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales) ou autres, spécialisés dans la recherche agronomique.

Leur expérience, à la fois technique et économique, de ce secteur, qui se présente comme une multitude de micro-marchés, sera précieuse.

### **3.4 Environnement « psychologique »**

Il s'agit d'un point délicat à évaluer. Par environnement psychologique, nous entendons la volonté exprimée par les producteurs potentiels de ressources naturelles de s'engager dans cette voie.

La volonté des autorités politiques et administratives de privilégier cette option de développement est un facteur important et positif. Cependant, s'il n'existe pas une réelle volonté des producteurs de base de s'engager dans cette production, la démarche est condamnée à plus ou moins long terme.

L'exemple de la filière nono et des signes comme la mise en place du GIE monoï montrent toutefois qu'il existe une volonté assez générale d'emprunter cette voie, ce qui permet un optimisme raisonnable pour l'avenir.

L'auto-organisation des producteurs, avec le soutien des autorités, sous forme de coopérative ou de groupements de producteurs est un signe positif fort de leur engagement dans cette démarche. Ce peut être l'ébauche d'une mise en place d'un instrument de régulation des marchés permettant la gestion des crises.

À titre d'illustration de cette stratégie, la régulation du marché de l'huile essentielle de lavandin par la mise en place de quotas de production par l'organisation des producteurs concernés est, pour l'instant, le seul instrument relativement efficace de gestion des crises chroniques que connaît ce secteur depuis des années.

Il favorise également la responsabilisation individuelle des producteurs.

### 3.5 Environnement réglementaire

Un certain nombre de points ayant trait aux réglementations en vigueur ou à mettre en place doivent être pris en compte.

Le premier concerne la possibilité de labellisation des produits. Diverses options sont possibles (cf. chapitre de V. Boisvert). Nous ne discuterons pas ces options mais nous donnerons quelques pistes fort de notre expérience.

La *certification « bio »* selon les directives européennes en vigueur : il s'agit *a priori* d'une solution tout à fait adaptée au contexte local :

- Elle est adaptée aux productions de petite surface.
- Elle nécessite un surcroît de main-d'œuvre par rapport aux productions traditionnelles.
- Elle bénéficie d'une bonne image auprès des consommateurs des pays développés.
- Elle permet un prix de vente plus attractif.
- Le mode de production « bio » est maintenant reconnu pour les ingrédients et les produits de cosmétologie.

Cette certification est particulièrement adaptée aux produits alimentaires, et l'est maintenant, dans un contexte qui reste à étudier du fait de la nouveauté des textes, aux produits de cosmétologie.

En secteur pharmaceutique, cette certification ne présente quasiment aucun intérêt, les médicaments étant exclus du champ de la certification bio.

La *labellisation AOC* est surtout adaptée aux produits finis directement vendus aux consommateurs.

Appliquée à des ingrédients intermédiaires utilisés par des industriels dans des formulations, elle induit des contraintes de formulations supplémentaires (pourcentage incorporé...) qui nuisent au développement de son utilisation.

L'exemple de l'huile essentielle de lavande dont l'AOC a failli disparaître par manque d'utilisation est là pour en témoigner. À l'heure actuelle, la principale utilisation de cette AOC concerne, non pas les gros volumes d'huile essentielle utilisés par les industriels, mais les petites quantités vendues directement pour l'aromathérapie.

Ce type de certification est également de peu d'intérêt pour le secteur pharmaceutique qui ne peut le valoriser.

L'*origine géographique*, quel que soit son mode de certification, ne semble présenter d'intérêt que pour la commercialisation d'un produit fini fortement marqué « terroir ». Le consommateur peut être sensible à cet argument marketing.

Au cas par cas, il sera possible de discuter des possibilités de *contrat d'exclusivité* avec un utilisateur sur des productions locales. Cette modalité de travail

peut avoir un effet fortement incitatif sur l'utilisateur en lui permettant de développer un marketing exclusif.

Cependant, cette politique a des limites évidentes :

- L'industriel doit s'engager en termes de volume et/ou de chiffre d'affaires à réaliser, simplement pour ne pas bloquer la voie à un concurrent.
- Le contrat doit porter sur le long terme.
- L'utilisation faite de l'image doit être contrôlée par le territoire.

Enfin, dans un but prospectif, attention doit être portée aux réglementations ou recommandations à venir ou en cours d'application :

- convention sur la biodiversité (même si sa portée est difficile à cerner) ;
- recommandations de l'OMS sur la collecte des plantes sauvages ;
- recommandations de l'EMEA (European Medicine Evaluation Agency) sur les bonnes pratiques agricoles pour les plantes médicinales.

#### **4. Après les filières**

La mise en place d'une filière étant une chose bien comprise, il importe également d'assurer son avenir. À cette fin, un certain nombre d'actions peuvent être mises en place.

Les *actions de communication* sont parmi les premières à étudier. La production d'une ressource naturelle, brute ou transformée, doit s'accompagner de sa promotion. Et les moyens appropriés doivent être mis en œuvre.

S'il s'agit d'une matière brute ou peu transformée, destinée à être utilisée comme ingrédient de formulation, quel que soit le secteur économique visé, il est judicieux de travailler avec un distributeur, de préférence international, bien introduit chez les utilisateurs potentiels. Il sera le plus à même de procéder au travail long et fastidieux d'approche et de démarchage des clients.

En parallèle, il faut concevoir des actions de marketing direct : participation aux salons professionnels internationaux, site Internet, publicité dans la presse écrite, peuvent être prévus, éventuellement en partage de fais avec le distributeur.

Si nous avons affaire à un produit fini, la communication dépendra de la stratégie de marketing/ vente envisagée. Mais dans tous les cas, s'agissant de produits originaires d'un territoire géographiquement isolé comme la Polynésie française, une stratégie Internet est un minimum requis.

Une *R&D prospective* peut également être envisagée. Cette action peut être gérée par les organes professionnels de producteurs.

Ses tâches pourraient être :

- de prévoir (si possible) l'évolution technologique du produit et de planifier les travaux de développement à effectuer ;
- de lancer des programmes d'amélioration génétique/ agronomique ;
- de développer des programmes de caractérisation et d'objectivation des activités biologiques des ressources naturelles produites ;
- de mettre en place des programmes de défense si le produit est attaqué, par exemple des études de toxicologie sur le modèle de l'étude clinique lancée par les producteurs français d'huiles essentielles de lavande et de lavandin.

Le kawa entre bien dans le cadre de ce dernier point. La mise en place d'études toxicologiques visant à préciser son innocuité ou les conditions de son éventuelle toxicité est le type même de tâche qui pourrait être gérée par une structure scientifique, émanation d'une interprofession territoriale ou régionale.

Pour cela, la première tâche viserait à constituer un réseau d'experts et de laboratoires intéressés pour participer à ces travaux.

À partir du moment où un produit est entré en production, une démarche de *prospective économique* est également envisageable. Elle consisterait à évaluer l'évolution des marchés existants, à identifier de nouveaux marchés, à étudier la concurrence.

Ces études permettent également de piloter la mise en place des programmes scientifiques nécessaires, d'assurer les arbitrages entre ces derniers et l'attribution des moyens nécessaires.

## **5. Les plantes prioritaires : ébauche d'étude des points critiques et des travaux à envisager**

### **5.1 *Ilex anomala***

Il s'agit du type même de plante dont le développement de la production jusqu'à un stade industriel (ou même pré-industriel) pose un ensemble de problèmes difficiles (mais pas impossible) à résoudre.

Pour cette ressource, l'objectif identifiable en l'état est une production de biomasse foliaire en vue d'une utilisation comme matière première d'extraction ou ingrédient de tisane.

Les principales contraintes identifiables sont les suivantes :

- ressource se présentant sous forme d'arbre, donc de croissance longue ;
- localisation écologique étroite et difficile d'accès (vallons et crêtes d'altitude) ;
- pas de tradition ni même d'essais de culture ;
- pas ou peu de connaissance de la biologie de cette plante.



Pour lever ces points critiques, un certain nombre de travaux de recherche et développement doivent être mis en place :

- évaluation fine des populations et des possibilités quantitatives de prélèvements, à la fois en termes d'individus entiers, de graines et de boutures ;
- étude de la biologie des plantes *in situ* ;
- étude de la composition chimique des plantes *in situ*, au niveau global et de la variabilité inter-individus ;
- étude de la germination des graines ;
- étude des possibilités de bouturage des individus d'origine et des possibilités de multiplication *in vitro* ;
- étude des possibilités de transplantation et de culture sur des zones écologiques économiquement compatibles avec la culture ;
- détermination des conditions de culture, en particulier des possibilités de conduite sous forme de taillis à forte croissance et forte productivité ;
- détermination de la qualité chimique et sanitaire du produit de culture par rapport au produit sauvage ;
- étude des étapes post-culture et de leur impact sur le produit : récolte, séchage, stockage...

Cet ensemble de travaux de développement doit être conduit sous forme de programme global et cohérent, avec des points étapes lors desquels la décision de continuer ou non les travaux est prise au vu des résultats obtenus.

Nous n'avons pas traité l'aspect réglementaire, fondamental pour le développement des marchés potentiels. Sur ce point, il faut se reporter à la contribution d'I. Fourasté.

## 5.2 *Tephrosia piscatoria*

Cette espèce semble beaucoup moins difficile à développer que la précédente, car il existe un certain nombre de points positifs :

- L'espèce est assez abondante.
- Son écologie semble compatible avec des zones de culture.
- Il existe une tradition de culture.
- C'est un arbrisseau et non un arbre, donc de croissance plus rapide.

On doit toutefois faire face à une difficulté supplémentaire : la partie la plus intéressante de ce végétal semble *a priori* être les racines. Ce facteur alourdit la mise en culture, au niveau financier (immobilisation plus longue des terrains) et pratique (nécessité de surfaces de culture importantes avec une planification et une rotation sur plusieurs années).

Nous considérerons que cette plante sera utilisée comme matière première pour l'extraction des roténoïdes en vue d'une production de pesticides d'origine naturelle.

Les travaux à mettre en place pourraient être les suivants :

- évaluation des populations et des possibilités quantitatives de prélèvements, à la fois en termes d'individus entiers, de graines et de boutures ;
- étude de la biologie des plantes *in situ* ;
- étude de la composition chimique des plantes *in situ*, de la variabilité inter-individus, mais surtout de la possibilité d'utilisation des parties aériennes en remplacement des parties souterraines ;
- étude des possibilités de bouturage et des possibilités de multiplication *in vitro* ;
- détermination des conditions de culture, en particulier de la durée de culture minimale nécessaire avant arrachage ;
- détermination de la qualité chimique et sanitaire du produit de culture par rapport au produit sauvage ;
- étude des étapes post-culture et de leur impact sur le produit : récolte, séchage, stockage...
- pré-étude de l'extraction des composés actifs.

Là aussi, une étude globale et cohérente doit être mise en place.

### 5.3 *Santalum insulare*

Cet arbre, dont le bois renferme une huile essentielle proche de celle du santal blanc des Indes (*Santalum album*), possède une valorisation évidente dans la production d'huile essentielle.

Cette essence pourrait venir en substitution de l'huile indienne dans de nouvelles formulations. Il semble en effet difficile de remplacer l'huile indienne dans une formulation car les caractéristiques organoleptiques des deux huiles essentielles sont légèrement différentes.

Le travail de développement de cette espèce est entamé sur le territoire (cf. fiche correspondante). Il importe de le poursuivre car l'utilisation potentielle de cette espèce est prometteuse : les besoins en huile essentielle de santal sont de plus en plus mal couverts par l'origine indienne traditionnelle.

Les fournitures du Pacifique Sud (Australie, Nouvelle-Calédonie) ne semblent pas non plus à même de satisfaire la totalité des besoins.

Parmi les principaux problèmes à résoudre, nous avons noté les points suivants :

- La nécessité d'une caractérisation fine des huiles essentielles des différentes variétés, et de leur acceptabilité par les parfumeurs.
- La mise en place d'un programme agronomique pluriannuel global. Les points sur la possibilité de multiplication par semences (disponibilité de celles-ci ?) et surtout par propagation *in vitro* sont prioritaires, car ils conditionnent la suite de l'étude.

Si un passage au stade de la culture pour la distillation s'avère possible, il conviendra de se pencher sur les problèmes suivants :

- La mise en culture doit être gérée de façon globale par une structure professionnelle d'organisation et de régulation sur le long terme.
- La distillation sur place doit être étudiée en ayant en mémoire les besoins importants en eau et les contraintes environnementales qu'elle génère, sans doute peu compatibles avec des îles de faible surface.
- La commercialisation doit être menée en partenariat avec une structure industrielle ayant une très bonne connaissance de ce marché à vocation internationale.
- La mutualisation d'outils industriels de distillation/ extraction pour la production du gardénia doit être exploitée.

Si ces conditions sont réunies, l'huile essentielle de santal, qui est un marché de niche à forte valeur ajoutée, correspondrait bien aux possibilités d'un territoire comme la Polynésie française.

#### 5.4 *Kawa (Piper methysticum)*

Le cas du kawa est très particulier. Sa production est bien connue et bien maîtrisée dans tout le Pacifique. Il n'est donc pas très utile de développer cet aspect.

Son avenir étant très largement suspendu à des décisions des autorités de santé publique, principalement en Europe, des travaux ne semblent envisageables que sur deux points :

- La caractérisation chimique et agronomique des variétés ou cultivars locaux afin d'en dégager les spécificités d'intérêt potentiel. Ce travail peut être mené à moindre frais par exemple dans le cadre d'une thèse.
- La participation en coopération avec les autres États du Pacifique intéressés à des études pharmacologiques ou cliniques visant à démontrer la sécurité du kawa.

En l'état actuel du dossier, il ne semble pas utile d'investir plus avant dans ce produit.

#### 5.5 *Vanille (Vanilla tahitensis)*

Pour cette filière actuellement en production, il est possible de se reporter à l'étude sur la secteur « cosmétologie » (voir document de synthèse, Annexe 2) consacrée à ce sujet.

#### 5.6 *Monoï (Gardenia tahitensis)*

La filière actuellement en place, basée sur une production artisanale, semble suffire à la production du monoï. Il n'est donc pas nécessaire de mettre en place quelque action que ce soit si l'on reste dans ce cadre.

En revanche, si la production d'autres dérivés, type concrète ou huile essentielle, (sous réserve de faisabilité technique pour cette dernière), devait être envisagée, il conviendrait de mettre en place des actions de développement sur quelques points clés :

- connaissance et caractérisation de la diversité génétique et chimique ;
- conditions agronomiques de culture à plus grande échelle ;
- technologie d'extraction (et aspects environnementaux liés) ;
- marchés potentiels et circuits de distribution.

L'étude des marchés potentiels est, bien sûr, la phase préliminaire de ces travaux.

### 5.7 *Nono (Morinda citrifolia)*

Une filière permet actuellement l'approvisionnement des industriels utilisateurs de nono (notamment de l'un d'eux). Constitué par le fruit, le produit semble principalement provenir de collecte et d'une culture débutante.

Les conditions d'un passage à une réelle culture de type industriel semblent assez aisées à satisfaire, et celles ayant trait à la multiplication et aux cultures sont assez bien connues car ces dernières sont déjà exploitées dans d'autres zones du Pacifique, comme Hawaii.

Il n'y a donc pas lieu de lancer actuellement des travaux lourds au niveau de la mise en place d'une filière de production. Il importe principalement de suivre l'évolution de la demande pour, si possible, adapter l'offre.

Si d'autres intervenants que Morinda Inc. devaient prendre de l'importance sur le marché local, il conviendrait de mettre en place un mécanisme d'organisation des producteurs et de régulation de l'offre (coopératives, groupements de producteurs, inter-profession...).

Le travail sur la qualité de la plante semble également difficile à envisager, la supériorité du nono polynésien reposant plus sur des spéculations que sur des données scientifiques validées. En tout état de cause, on ne connaît pas de critères de qualité pour ce produit autres que ceux relatifs à la qualité sanitaire (microbiologie, pesticides...).

Des travaux visant à repérer des variétés à forte productivité pourraient éventuellement être intéressants en vue du développement futur de la production.

Si l'utilisation de la feuille devait se développer, la problématique de développement d'une filière serait la même que pour le fruit.

### 5.8 *Tamanu (Calophyllum inophyllum)*

Nous n'envisagerons que l'utilisation de l'huile pour des usages cosmétologiques. Les usages potentiels en pharmacie nécessiteront, s'ils aboutissent,

des quantités importantes de matières premières, donc des prix bas, pour lesquels la Polynésie sera très mal placée par rapport à d'autres pays tropicaux.

Il est cependant difficile d'envisager la mise en place d'une filière de production pour cet arbre. La demande est en effet pour l'instant embryonnaire et couverte par la collecte, et la meilleure qualité potentielle de l'huile polynésienne pour l'utilisation en cosmétologie ne paraît pas étayée par des données fiables.

Il semble donc que les seules actions à entreprendre concernent la caractérisation de la qualité de l'huile et la mise en place de structures organisées de collecte des fruits.

En fonction de l'évolution de la demande, un passage à un stade de culture plus industriel est envisageable. Toutefois, en raison de la longueur du cycle de développement de l'arbre et de la concurrence internationale potentielle, cela ne semble pas très raisonnable.

## 6. Conclusion

Compte tenu du caractère très prospectif de cette étude, il est malaisé de donner des directions précises concernant la mise en place de filières de production. Nous nous sommes donc borné à en définir le cadre général et les objectifs, tout en nous attachant à un certain nombre de difficultés spécifiques.

Il faut garder à l'esprit les points suivants :

- Ces actions de développement doivent être conduites à partir de demandes du marché.
- Elles conservent un caractère aléatoire relatif au succès des produits sur le marché.
- Compte tenu de la taille et de l'isolement du territoire, il faut veiller à ce que les actions aient une dimension régionale.

## **Règlement des produits à base de plantes**

---

Isabelle FOURASTÉ

Le monde végétal est source de vie. À tout moment, l'homme et la nature sont soudés l'un à l'autre aussi bien dans les besoins les plus fondamentaux que dans les applications les plus futiles. Il est donc normal que des législations multiples et complexes régissent les domaines d'utilisation des plantes, que ce soit en tant que matériel industriel (construction, habillement, confection d'objets d'utilisation courante...), dans l'alimentation humaine et/ou animale, dans le domaine de la santé, ou encore celui de la beauté.

Dans le cadre de l'expertise sur les substances naturelles végétales de la Polynésie française, il est bon de s'interroger sur la possibilité de valorisation de ces substances dans un des domaines précités. En effet, les diverses législations proposent des parcours plus ou moins difficiles à suivre, avec des contraintes administratives plus ou moins strictes et une connaissance des données scientifiques permettant d'étayer l'intérêt d'une plante en fonction de son emploi.

La synthèse présente n'a pas pour objet d'aborder tous ces domaines. Nous nous intéresserons particulièrement à la législation des plantes dans le domaine de la santé en soulignant les frontières avec les aliments et les compléments alimentaires.

Afin de bien situer les différents domaines, il nous a semblé important de définir avec précisions les termes que nous utiliserons.

## 1. Définitions

### 1.1 Plante médicinale

Bien que très anciennement rencontrée dans des textes de référence comme, par exemple, le Code de la Santé publique, la locution de « Plante médicinale » n'a été définie que récemment et, pour la première fois, en 1972 dans la IX<sup>e</sup> édition de la *Pharmacopée française*. En 2000, la monographie *Plantes médicinales* est revue à des fins d'harmonisation avec la *Pharmacopée européenne* (4<sup>e</sup> édition). Il y est indiqué ceci « Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne (...) dont au moins une partie possède des propriétés médicinales. »

Les termes de *plante médicinale* et de *drogue végétale* sont donc actuellement équivalents même si, dans les ouvrages de pharmacognosie, on continue à distinguer la plante médicinale « végétal dont une partie au moins possède des propriétés médicinales » et la drogue végétale « partie de la plante médicinale qui possède les propriétés médicinales ».

### 1.2 Drogue végétale

La *Pharmacopée européenne* définit cette expression comme suit : « Les drogues végétales sont essentiellement des plantes, parties de plantes ou algues, champignons, lichens, entiers, fragmentés ou coupés, utilisés en l'état, soit le plus souvent sous forme desséchée, soit à l'état frais. Certains exsudats n'ayant pas subi de traitements spécifiques sont également considérés comme drogues végétales. Les drogues végétales doivent être définies avec précision par la dénomination scientifique botanique selon le système à 2 mots (genre, espèce, variété, auteur) ».

Il est à noter que la locution de *drogue végétale* va bien au-delà de la plante et est étendue aux algues, champignons, lichens, ainsi qu'aux baumes, résines, gommes, sucs, latex...

### 1.3 Médicament

Le médicament est défini, à la fois, au niveau européen et au niveau national.

La directive européenne 2001/83/CE instituant un code communautaire relatif aux médicaments à usage humain stipule ceci :

« On entend par *médicament* toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ; toute substance ou composition pouvant être administrée à l'homme en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier des fonctions physiologiques chez l'homme est également considérée comme médicament. »

Le Code de la Santé publique français, dans son article L. 5111-1, en donne cette définition :

« On entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que tout produit pouvant être administré à l'homme ou l'animal en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions organiques ».

« Sont notamment considérés comme des médicaments les produits diététiques qui renferment dans leur composition des substances chimiques ou biologiques ne constituant pas elles-mêmes des aliments, mais dont la présence confère à ces produits, soit des propriétés spéciales recherchées en thérapeutique diététique, soit des propriétés de repas d'épreuve ».

« Les produits utilisés pour la désinfection des locaux et pour la prothèse dentaire ne sont pas considérés comme des médicaments. »

Ces deux définitions, proches, montrent cependant, que

- d'une part, au niveau communautaire, on distingue nettement les médicaments à usage humain de ceux à usage vétérinaire ;
- d'autre part, la directive européenne parle de fonctions physiologiques là où le texte français parle de fonctions organiques ;
- enfin, le document européen n'aborde pas, dans sa définition, les produits diététiques à usage thérapeutique.

#### *1.4 Spécialité pharmaceutique*

Est considéré comme une spécialité pharmaceutique « tout médicament préparé à l'avance, mis sur le marché sous une dénomination spéciale et sous un conditionnement particulier » (Directive européenne 2001/83/CE, article 1).

Ainsi, il est évident que toute spécialité pharmaceutique est un médicament ; mais, à l'inverse, tous les médicaments – notamment, les préparations magistrales, hospitalières, officinales – ne sont pas des spécialités pharmaceutiques.

#### *1.5 Autorisation de mise sur le marché (AMM)*

« Aucun médicament ne peut être mis sur le marché d'un État membre sans qu'une autorisation de mise sur le marché n'ait été délivrée... » (Directive européenne 2001/83/CE, article 6).

Il y a plusieurs procédures d'octroi de l'AMM :

- procédure centralisée, pour les produits de biotechnologies, au niveau de l'Agence européenne pour l'évaluation des médicaments (EMA) ;
- procédure de reconnaissance mutuelle entre plusieurs États membres ;
- procédure nationale.

Pour obtenir l'autorisation de mise sur le marché, quelle que soit la procédure suivie, le demandeur doit introduire un dossier prouvant, entre autres, la qualité, la



toxicité et l'efficacité de la spécialité pharmaceutique à commercialiser. Selon les produits, le niveau d'exigence du dossier est variable.

Il n'y a qu'une AMM mais des dossiers sont plus ou moins aménagés.

### 1.6 Complément alimentaire

La directive 2002/46/CE définit le complément alimentaire comme ceci :

« On entend par *complément alimentaire* les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seules ou combinées, commercialisées sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité .»

### 1.7 Produit cosmétique

Les produits cosmétiques sont également définis par une directive européenne (76/768/CEE). C'est ainsi que :

« On entend par produit cosmétique toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain (épiderme, systèmes pileux et capillaires, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue exclusivement ou principalement de les nettoyer, de les parfumer et de les protéger afin de les maintenir en bon état, d'en modifier l'aspect ou de corriger les odeurs corporelles. »

Cette définition montre que seule la voie externe est autorisée pour les produits cosmétiques et qu'aucune notion de soin thérapeutique n'y est incluse, différenciant ainsi nettement la cosmétologie de la dermatologie.

### 1.8 Huile essentielle

La *Pharmacopée européenne* envisage d'introduire dans sa cinquième édition une monographie générale « huile essentielle ». Actuellement, le texte à y introduire fait l'objet d'une enquête publique, paru dans le *Pharmaceutica* (vol.15, n° 4). Une huile essentielle y est ainsi définie :

« Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Ne sont pas incluses dans cette définition, les substances odorantes obtenues par extraction avec un solvant organique, ni celles résultant de l'utilisation de procédés d'extraction non conventionnels comme le CO<sub>2</sub> supercritique.

## 2. Réglementation actuelle européenne et/ou en France des produits à base de plantes

### 2.1 Produits alimentaires

Le *Codex Alimentarius* est l'ouvrage de référence concernant les nutriments.

Deux cas peuvent se présenter :

(1) Soit il s'agit d'un aliment, connu, utilisé en tant que tel depuis longtemps, et donc considéré comme traditionnel.

Dans ce cas, il n'y a pas de dossier à fournir avant sa commercialisation sous réserve que le produit soit :

- conforme à la réglementation des denrées alimentaires ;
- contrôlé sous la responsabilité de la Direction générale de la consommation, de la concurrence et de la répression des fraudes (DGCCRF) ;
- présenté comme apportant des macronutriments, avec une allégation nutritionnelle exclusive ;
- présenté sans revendication thérapeutique.

(2) Soit il s'agit d'un produit innovant qui revendique une ou des allégations relatives à la santé.

Ce produit peut être une plante nouvellement utilisée comme aliment, un extrait végétal enrichi en certains constituants ou une nouvelle molécule extraite d'une plante.

Les allégations relatives à la santé susceptibles d'être retenues concernent :

- l'amélioration d'une fonction physiologique avec un effet physiologique spécifique,
- *la prévention en réduisant un facteur majeur de risque de développement d'une maladie.*

Dans ce dernier cas, il faut soumettre un dossier complet auprès de l'AFSSA. Ce dossier est complexe et très proche du dossier d'AMM demandé pour les médicaments (AFSSA, 2003).

### 2.2 Produits médicamenteux

Les produits à base de plantes sont à classer dans trois catégories.

#### Le cas général

Les médicaments à base de plantes sont traités comme tout médicament.

Ils répondent de la Directive européenne 2001/83/CE qui institue un code communautaire relatif aux médicaments à usage humain et à la Directive 2003/63/CE

qui apporte des précisions concernant notamment les produits à base de plantes. Cette directive est applicable depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003.

En effet, il y est reconnu que « les médicaments à base de plantes sont sensiblement différents des médicaments traditionnels dans la mesure où ils sont par essence associés à la notion très particulière de substances végétales et préparations à base de plantes. Il convient donc de définir des exigences spécifiques pour ces médicaments pour ce qui concerne les exigences standardisées d'autorisation de mise sur le marché ».

Dans ce cas, le demandeur est tenu de répondre à l'ensemble des exigences du dossier standardisé de demande d'autorisation de mise sur le marché.

Celui-ci comprend 5 modules

- Module 1 : Renseignements d'ordre administratif
- Module 2 : Résumés des modules 3, 4 et 5
- Module 3 : Information chimique, pharmaceutique et biologique
- Module 4 : Rapports non cliniques
- Module 5 : Rapports d'études cliniques

#### **Le cas où le médicament a un usage médical bien établi**

*Par dérogation, le demandeur d'une autorisation de mise sur le marché « n'est pas tenu de fournir les résultats des essais toxicologiques, pharmacologiques et cliniques s'il peut démontrer que le ou les composants du médicament sont d'un usage médical bien établi et présentent une efficacité reconnue ainsi qu'un niveau acceptable de sécurité, au moyen d'une bibliographie scientifique détaillée » (Directive 2001/83/CE, article 10). Dans ce cas, seuls les modules 1, 2 et 3 sont à constituer.*

Les facteurs à prendre en considération pour démontrer que l'usage médical est bien établi sont les suivants :

- la durée d'utilisation de la substance,
- les aspects quantitatifs de l'usage de la substance,
- le degré d'intérêt scientifique de l'usage de la substance (tel qu'il se reflète dans la littérature publiée),
- la cohérence des évaluations scientifiques.

« En tout état de cause, le laps de temps nécessaire pour démontrer que l'usage médical d'un constituant d'un médicament est bien établi ne peut cependant pas être inférieur à dix ans comptés à partir de la première application systématique et documentée de cette substance en tant que médicament à l'intérieur de l'Union européenne » (Directive 1999/83/CE).

#### **Le cas où le médicament à base de plantes est d'usage traditionnel**

Le texte de cette directive a été approuvé par le parlement européen en décembre 2003. Le texte définitif n'a cependant pas encore paru au *Journal officiel* des communautés européennes.

Dans l'attente de cette nouvelle directive qui ne manquera pas de modifier considérablement l'octroi des AMM, la législation nationale reste en vigueur.

C'est ainsi qu'en France, le texte de référence pour obtenir une autorisation de mise sur le marché de médicaments à base de plantes traditionnellement utilisées est le *Cahier n° 3 de l'Agence* (1997).

Un dossier allégé comportant principalement le module 3 peut être suffisant si le demandeur se conforme aux exigences du cahier de l'Agence :

- choix de la ou des plante(s) sur une liste préétablie d'environ 200 drogues,
- respect de l'indication thérapeutique, toujours d'intérêt mineur,
- associations limitées à celles préconisées dans le texte,
- administration uniquement par voie orale ou externe,
- limitation du nombre de plantes dans une spécialité.

Dans certains cas, une partie toxicologique peut être demandée. Elle est alors limitée à une toxicité aiguë et chronique à 28 jours sur une seule espèce animale, le rat.

Un dossier clinique n'est jamais demandé.

Les indications thérapeutiques sont toujours précédées de la mention : « Traditionnellement utilisé dans... », à l'exception des médicaments contenant laxatifs stimulants pour lesquels seule l'indication « laxatif » est utilisée.

#### **Cas des plantes médicinales vendues en l'état**

Les plantes médicinales, inscrites à la *Pharmacopée française*, sont vendues par le pharmacien. Elles font partie du monopole du pharmacien à l'exception de 34 d'entre elles libérées du monopole par décret.

Sauf si elles sont toxiques et inscrites sur une liste de substances vénéneuses, elles peuvent être délivrées au public sans AMM ; en effet, si le conditionnement ne comporte pas d'indication thérapeutique, elles ne sont pas considérées comme des médicaments.

Elles peuvent faire également l'objet d'une préparation officinale ou d'une préparation magistrale.

### **2.3 Compléments alimentaires**

La Directive 2002/46/CE en donne une bonne définition.

Elle précise également le sens de *nutriment* qui recouvre, à la fois, les vitamines et les minéraux, et propose une liste positive pour ces deux groupes de produits.

Toutefois, il serait nécessaire de préciser la notion d'effet physiologique car cette notion se trouve également dans la définition du médicament et peut prêter à confusion.

Cependant, on peut admettre que le complément alimentaire maintient un organisme dans un bon état physiologique, alors que le médicament restaure un état physiologique déficient.

La limite entre état physiologique et état pathologique est difficile à cerner, et pourrait conduire à des dérives commerciales.

C'est dans le domaine de la prévention que la frontière reste délicate à situer.

Mais, si on applique les textes européens en vigueur, qu'il s'agisse d'un médicament ou d'un aliment, un dossier complet est à établir.

Une réglementation communautaire concernant les denrées alimentaires à allégation de santé est en cours d'élaboration. Elle devrait permettre de placer dans un cadre plus strict ce qui appartient au système de santé et ce qui appartient à l'alimentation.

## 2.4 Produits cosmétiques

Contrairement aux catégories précédentes, en cosmétologie, tous les végétaux sont autorisés s'ils ne sont inscrits dans l'annexe II de la directive 76/768/CEE. Ainsi, certaines plantes médicinales, réputées toxiques, telles que *Aconitum napellus* L., *Adonis vernalis* L., *Ammi majus* L., *Atropa belladonna* L., *Conium maculatum* L., et leurs préparations sont interdites. Il en est de même de certaines huiles essentielles (*Chenopodium ambrosioides* L.) ou certaines huiles végétales (*Croton tiglium* L ou *Laurus nobilis* L.).

Les colorants naturels ou synthétiques autorisés en cosmétologie font l'objet d'une liste positive. Dans cette catégorie sont nettement différenciés les produits qui n'entrent pas en contact avec les muqueuses et ceux qui n'entrent qu'en bref contact avec les muqueuses.

## 3. Orientations

### *Textes européens en cours d'élaboration*

#### **La directive concernant les médicaments de tradition**

Elle est élaborée dans le but :

- d'harmoniser les législations nationales actuelles,
- de faciliter la libre circulation des produits,
- d'assurer une protection optimale de la santé publique.

Les médicaments de tradition, à base de plantes, pourront bénéficier d'une procédure aménagée ne comportant qu'un dossier pharmaceutique correct afin d'assurer une traçabilité et une qualité constantes. On parle plus facilement d'enregistrement que d'AMM.

Le dossier devra prouver un recul d'usage traditionnel d'au moins 30 ans, dont au moins 15 ans dans la communauté européenne.

La décision d'inscrire une drogue végétale sur une liste de médicaments de tradition ou sur celle des médicaments d'un usage bien établi sera prise au niveau de l'EMA (European Medicines Agency, agence européenne d'évaluation des médicaments) ; le groupe de travail HMPWP (Herbal Medicinal Products Working Party) a en charge l'élaboration de ces listes.

#### **Directive sur les compléments alimentaires**

La directive 2002/46/CE prévoit des dates butoirs pour l'harmonisation de l'utilisation des vitamines ou des minéraux en tant que compléments alimentaires au sein de la communauté.

Notamment, en juillet 2007, au plus tard, des listes positives sur les catégories de nutriments ou de substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique devront être présentées au parlement européen. Les plantes proposées comme complément alimentaire devraient être incluses dans ces listes.

#### ***Textes français en cours d'élaboration***

##### **Pharmacopée française : liste alphabétique des plantes médicinales**

Une réflexion nationale visant à mettre à jour la liste inscrite dans la X<sup>e</sup> édition de la *Pharmacopée française* est en cours. En particulier, les allégations thérapeutiques de chacune des drogues sont revues à la lumière des travaux scientifiques actuels. Certaines drogues désuètes ont été supprimées, d'autres ont été ajoutées.

Les autorités de pharmacopée ont proposé, en enquête publique, les résultats d'une première réflexion. Les commentaires envoyés par les différents partenaires ont conduit à des modifications et rectificatifs. Le résultat des travaux devra être approuvé par la Commission nationale de pharmacopée lors d'une prochaine séance en 2004.

##### **Cahier n° 3 de l'Agence**

Depuis la dernière édition en 1997, de nombreuses modifications sont à apporter dans la forme mais aussi dans le fond.

En effet, il est apparu que :

- certaines drogues étaient à supprimer du cahier, soit pour des raisons de toxicité, soit pour des raisons analytiques, soit parce qu'elles n'ont plus d'intérêt dans ce cadre ;
- certaines drogues pouvaient être inscrites dans le cahier, soit parce que leur connaissance scientifique était accrue, soit parce qu'elles ont émergé en thérapeutique ;
- certains symptômes pathologiques devaient être revus, en particulier, pour mieux cerner les drogues ne présentant que des « effets physiologiques » ;
- certains points de toxicologie devront être éclaircis, en particulier des mentions spéciales devront être fournies, dans les posologies infantiles ;
- la différenciation entre les médicaments traditionnels et ceux d'usage bien établi devra être faite, les cahiers de l'agence ne concernant que les médicaments traditionnels.

Les travaux en cours devraient aboutir courant 2004.

## Conclusion

L'année qui vient de s'écouler et celle à venir marquent un tournant décisif dans le devenir des drogues végétales aussi bien dans l'alimentation, le complément alimentaire que dans le domaine de la santé.

Il est difficile en l'état actuel des textes de se faire une opinion claire sur le devenir de ces secteurs.

Les documents de travail provisoires doivent tenir compte, bien évidemment, de réflexions qui impliquent plusieurs secteurs (économiques, écologiques, sanitaires...) et des impératifs des politiques, nationales et communautaires. Ils doivent également prendre en considération les calendriers des diverses commissions afin d'harmoniser les décisions.

Aussi le laps de temps entre l'élaboration d'un texte et son adoption définitive est-il très variable et imprévisible. Ajoutons à cela que les directives européennes nécessitent, après leur adoption et avant leur application, un travail de traduction en droit national parfois particulièrement long et laborieux.

Souhaitons toutefois que l'harmonisation européenne permette une clarification rapide des législations existantes dans un but d'harmonisation et de sécurité dans le domaine de la santé publique.

## Bibliographie

- AFSSA, 2003 - *Démarche d'évaluation de la sécurité, de l'intérêt et de l'allégation des denrées alimentaires contenant des plantes destinées à la consommation humaine*. Paris, AFSSA, 37 p.
- AGENCE DU MÉDICAMENT, 1997 - *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les cahiers de l'agence n°3, 81 p.
- BEAUVAIS M., 2000 - *Plantes médicinales*. Paris, Gründ, 95 p.
- Code de la Santé publique*, 2004 - 18e éd. Paris, Dalloz, 2294 p.
- DIRECTION DE LA QUALITÉ DU MÉDICAMENT, 2001 - *Pharmacopée européenne : publiée selon la convention relative à l'élaboration d'une pharmacopée européenne (série des traités européens, n° 50) - 4e éd.* Strasbourg, Conseil de l'Europe, XVIII-2623 p.
- ORDRE NATIONAL DES PHARMACIENS, 1972 - *Pharmacopée française - 9e éd.* Paris, Ordre national des pharmaciens, 2 vol., XXII-677 + 605 p.
- SCHILTER B., ANDERSSON C., ANTON R., CONSTABLE A., KLEINER J., O'BRIEN J., RENWICK A.G., KORVER O., SMIT F., WALKER R., 2003 - Guidance for the safety assessment of botanicals and botanical preparations for use in food and food supplements. *Food and Chemical Toxicology*, 41(12): 1625-1649

- Directive 76/768/CEE du Conseil, du 27 juillet 1976, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques. *Journal officiel*, n° L 262 du 27/09/1976 : 169-200
- Directive 1999/83/CE de la Commission, du 8 septembre 1999, portant modification de l'annexe de la directive 75/318/CEE du Conseil relative au rapprochement des législations des États membres concernant les normes et protocoles analytiques, toxico-pharmacologiques et cliniques en matière d'essais de spécialités pharmaceutiques (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). *Journal officiel*, n° L 243 du 15/09/1999 : 9 - 11
- Directive 2001/83/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 novembre 2001 instituant un code communautaire relatif aux médicaments à usage humain. *Journal officiel*, n° L 311 du 28/11/2001 : 67-0128
- Directive 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 10 juin 2002 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les compléments alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). *Journal officiel*, n° L 183 du 12/07/2002 : 51-57
- Directive 2003/63/CE de la Commission, du 25 juin 2003, modifiant la directive 2001/83/CE du Parlement européen et du Conseil instituant un code communautaire relatif aux médicaments à usage humain (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). *Journal officiel*, n° L 159 du 27/06/2003 : 46-94



---

## Étude économique : modes de valorisation et de protection des substances naturelles

---

Valérie BOISVERT

Les objectifs assignés à cette contribution à l'expertise collégiale sur la valorisation économique des substances naturelles en Polynésie française sont doubles. Il s'agit d'une part d'évaluer le potentiel économique des produits mis en évidence par les experts des substances végétales, et, d'autre part, de proposer des modes de protection de ces produits susceptibles d'optimiser leur valorisation économique. Compte tenu de la nature des substances concernées, du fait que l'information économique sur certaines d'entre elles est très lacunaire voire inexistante, il n'est pas possible de se prononcer sur chacun des produits retenus. De plus, la notion de valorisation économique peut recouvrir des stratégies très variées selon la perspective dans laquelle on se place : l'objectif principal peut être le développement de la filière, la valorisation d'un territoire plutôt que d'un produit avec la volonté de maintenir des emplois... Par conséquent, la présente contribution s'attachera à présenter des options envisageables et à indiquer la nature des informations complémentaires à réunir et des choix à opérer. Pour ce faire, j'aborderai :

- (1) quelques éléments de cadrage relatifs à la valorisation économique des substances naturelles dans le Pacifique Sud ;
- (2) les deux principales options en matière de protection des produits tirés de substances naturelles (marques et indications géographiques), leurs domaines de validité, avantages et inconvénients respectifs ;
- (3) des informations sur quelques-uns des produits retenus dans le groupe 1 par les experts substances végétales ;
- (4) une synthèse des recommandations.

## 1. La valorisation économique des substances naturelles : contexte général dans le Pacifique Sud

La valorisation économique des substances naturelles est désormais couramment envisagée dans le cadre de l'application de la Convention sur la diversité biologique de 1992. Elle constitue en effet une des voies privilégiées mises en avant pour assurer la conservation de la biodiversité. Faire de la protection de ressources diversifiées une activité rentable est considéré comme le moyen le plus efficace de la promouvoir. Diverses voies de valorisation sont ainsi généralement mises en avant : favoriser la bioprospection, développer la production et le commerce de produits forestiers non ligneux, mettre sur pied des filières labellisées biologiques ou équitables, promouvoir l'écotourisme...

Que l'on adhère ou non à cette vision des choses, l'entrée en vigueur de la Convention sur la diversité biologique en 1993 a suscité de nombreux travaux et réflexions sur les politiques et le cadre institutionnel à mettre en œuvre pour une valorisation économique des substances naturelles.

- L'intérêt soulevé par ces questions dans le Pacifique Sud est relativement récent compte tenu de la richesse en ressources biologiques endémiques et diversifiées de la zone. Le séminaire de Nadi, première réunion régionale des îles du Pacifique sur l'application de la Convention sur la diversité biologique, s'est tenu en mars 1998 avec des représentants de 14 pays. Un guide destiné à éclairer les enjeux de la Convention sur la diversité biologique dans le Pacifique Sud a été édité à la suite de cette réunion (*Convention on biological diversity: an information package for Pacific Island Countries*, 2000). La question du potentiel économique des produits naturels du Pacifique y figure en bonne place, avec une annexe consacrée au kava, qui connaît alors un développement commercial fulgurant. Ce rapport met également en avant la bioprospection comme moyen privilégié de valoriser la biodiversité, et il souligne l'importance des savoirs traditionnels dans la découverte de nouveaux médicaments ou de nouveaux produits susceptibles d'être brevetés.

- Deux exemples sont couramment repris pour souligner les enjeux économiques associés à la bioprospection dans le Pacifique. Le premier est celui d'un contrat passé à Fidji, qui aurait associé de façon exemplaire la population locale à la recherche et au partage de ses retombées (Aalbersberg *et al.*, 1998). Le second est taxé de biopiraterie ; il s'agit de recherche menée sur une plante couramment utilisée à Samoa (Mamala), dont certains composés se seraient révélés intéressants pour le traitement du sida. La plante aurait été collectée dans le village de Falealupo par un ethnobotaniste, dont les recherches auraient finalement conduit au dépôt d'un brevet, détenu conjointement par Brigham Young University, le Department of Health and Human Services des États-Unis, et l'armée américaine.

- Ces exemples sont mobilisés pour défendre l'idée d'une valeur considérable des substances naturelles du Pacifique et des connaissances traditionnelles associées (*Environment*, 1998). L'essentiel des recommandations et des politiques

envisagées tourne alors autour de l'établissement d'un cadre juridique adéquat pour la bioprospection : réglementation de l'accès et de l'utilisation des ressources, reconnaissance et protection formelle de savoirs traditionnels. Sont aussi envisagés, classiquement, la réalisation d'inventaires de la biodiversité, l'amélioration de l'information relative à la biodiversité et l'établissement de réseaux pour favoriser sa diffusion, ainsi que la proposition de modèles et de principes directeurs pour les accords de bioprospection.

- L'idée d'un potentiel économique considérable pour les produits naturels traditionnels s'est trouvée renforcée depuis le milieu des années 1990 par les succès commerciaux considérables du kava et du nono. Le kava, qui était de longue date exporté, a fait une percée remarquable sur le marché américain, amorcée à la suite de la libéralisation de la commercialisation des compléments alimentaires en 1994<sup>1</sup>. L'exportation à grande échelle du nono a commencé à peu près à la même période et les ventes n'ont cessé de croître depuis.

- Il apparaît donc légitime dans ce contexte de s'interroger sur les possibilités pour les pays producteurs, dont la Polynésie française, de protéger et valoriser au mieux leur production de ces deux produits phares. En outre, ces succès commerciaux ont suggéré que d'autres plantes utilisées traditionnellement dans la pharmacopée pouvaient être aussi profitables.

- L'effondrement du marché du kava en 2001 à la suite d'interdictions en Europe n'a pas vraiment mis un terme à cet intérêt pour les substances naturelles. Certains pays producteurs le voient comme une opportunité pour réorienter la filière vers une plus grande qualité et promouvoir un produit différencié, en misant sur l'originalité. Cette interdiction a aussi relancé l'intérêt pour des substances naturelles susceptibles de se substituer au kava à l'exportation ou de permettre une diversification aux producteurs durement touchés par la crise (Keith-Reid, 2002b).

## **2. La protection en vue d'une valorisation économique des produits : les principales options**

Depuis la signature de la Convention sur la diversité biologique, les pays qui disposent d'une grande biodiversité se sont attachés à rechercher des instruments juridiques susceptibles de promouvoir une utilisation durable de leurs ressources. Avec le développement des biotechnologies et l'intérêt accru pour les substances naturelles au tournant des années 1980, il devenait nécessaire de légiférer pour mettre fin à la biopiraterie réelle ou supposée. Pour permettre un développement efficace et équitable des échanges de ressources biologiques, il fallait définir des droits pour les populations locales susceptibles de faire pendant aux brevets des industriels.

---

<sup>1</sup> Les exportations de plantes médicinales vers les États-Unis ont nettement augmenté après le Dietary Supplement Health and Education Act, adopté par le Congrès en 1994, qui a permis la commercialisation en masse de produits à base de plantes comme compléments alimentaires.

Un intérêt particulier s'est porté sur les types de droits de propriété intellectuelle pouvant s'adapter à des produits traditionnels et aux savoirs et savoir-faire collectifs associés à l'élaboration de ces produits. Les avantages attendus d'un développement de ces droits sont :

- une meilleure valorisation économique des ressources, faisant de leur conservation une activité rentable et justifiant des investissements dans leur mise en valeur ;
- des revenus accrus pour les populations autochtones ou communautés paysannes traditionnelles qui cultivent les matières premières et détiennent des savoir-faire particuliers associés à cette culture ;
- une reconnaissance des savoirs locaux liés à la préparation et aux utilisations des substances naturelles et une revalorisation des pratiques de médecine traditionnelle ;
- en termes d'aménagement du territoire, le maintien d'activités économiques rentables dans des zones périphériques ou marginales ;
- une source de revenu pour les pays mégadivers qui peuvent envisager une spécialisation fondée sur leurs substances naturelles en visant des marchés de niche et des secteurs à haute valeur ajoutée (du moins par rapport à des exportations agricoles plus conventionnelles).

Dans cette perspective, deux types de droits de propriété intellectuelle sont souvent mis en avant, les marques et les indications géographiques (Downes, 1997 ; Downes et Laird, 1999 ; Dutfield, 1997 ; Escudero, 2001). En effet, ils permettent de protéger la réputation d'un produit, plutôt que l'innovation, et peuvent être adaptés pour protéger des productions agricoles. Marques et indications géographiques sont utilisées sur des marchés segmentés, où la concurrence se fait sur la différenciation des produits plutôt que sur le prix.

Ces deux modes de protection, qui comportent un certain nombre de caractéristiques communes, ne sont pas équivalents. L'indication géographique garantit un lien fort au terroir alors que la marque bénéficie d'une bonne protection juridique internationale. Selon le produit concerné et le marché visé, le choix s'arrêtera sur l'une ou l'autre.

## *2.1 Les indications géographiques*

- Les indications géographiques – et leur déclinaison française, les AOC – protègent des produits de terroir dans leur région de production traditionnelle et à condition que cette production n'ait pas été interrompue. Elles s'appliquent à un espace donné, pour un produit donné, et tous les producteurs présents dans la zone protégée peuvent en bénéficier à condition de remplir les conditions fixées par les cahiers des charges. Ce sont donc des droits collectifs. Elles ne sont pas aliénables : elles ne peuvent être cédées et un producteur qui délocalise son activité hors de la zone protégée ne peut continuer à en utiliser le nom.

Ce sont des droits qui portent non pas sur l'innovation mais sur la réputation du produit, ce qui requiert à la fois un certain savoir-faire dans la production, éventuellement des traditions, mais aussi une reconnaissance du produit et de ses particularités de la part du public. Ces indications permettent de développer un marché

pour des consommateurs sensibles aux notions de terroir, d'environnement, de traditions sociales. Elles réclament un fort encadrement institutionnel et organisationnel (conseil technique, assistance juridique, formation...). En revanche, les besoins en technologie sont faibles.

- Outre leur intérêt strictement économique, elles sont considérées comme étant favorables au maintien d'activités économiques locales en fixant les populations dans des territoires défavorisés. Elles seraient également un frein à la délocalisation, dans la mesure où la mise en valeur des filières territorialise les relations clients-fournisseurs.

- Les indications géographiques ne sont pas adaptées aux « nouveaux produits », ou alors elles ne concerneront que la matière première. Pour obtenir une indication géographique, il faut en effet que l'application que l'on se propose de valoriser soit la même que l'utilisation traditionnelle.

Les indications géographiques en tant que telles font l'objet d'une protection internationale depuis l'Arrangement de Lisbonne pour la protection des appellations d'origine et leur enregistrement international (1958). Elles étaient protégées auparavant dans le cadre de la Convention de Paris et de l'Accord de Madrid qui couvraient de façon plus générale la protection de la propriété industrielle et la répression de la contrefaçon.

L'accord de Lisbonne a institué un registre international des appellations d'origine. Les indications géographiques doivent d'abord faire l'objet d'une protection dans leur pays d'origine pour pouvoir prétendre à l'inscription dans ce registre international, géré par l'OMPI (Organisation mondiale de la propriété intellectuelle). Une fois enregistrés, les produits sont protégés dans les pays signataires de l'accord de toute usurpation du nom ou imitation. La protection conférée est très forte dans la mesure où l'usage des noms protégés est prohibé même si la véritable origine du produit est indiquée (par exemple, Champagne de Californie) et même si ces noms sont traduits ou accompagnés de mention comme « type », « style »... Ces critères sont si stricts que seuls 20 pays ont adhéré à l'Arrangement, ce qui en réduit considérablement la portée. Ce système international, remis en cause par l'Accord ADPIC<sup>2</sup>, bénéficie essentiellement aux pays européens (y compris pays émergents) qui représentent 95 % des appellations enregistrées.

La protection internationale des indications géographiques est explicitement garantie par l'Accord ADPIC (articles 22 à 24). Ce dernier institue un système de protection à plusieurs niveaux, seuls les vins faisant l'objet d'une protection vraiment stricte (article 23). Au titre de l'Accord ADPIC, les produits déjà protégés par une indication géographique dans leur pays d'origine le sont dans l'ensemble des pays membres, c'est-à-dire que leur nom ne peut être usurpé ou utilisé de façon ambiguë à propos de produits fabriqués ailleurs. Il est impossible d'utiliser comme nom de marque un nom protégé par une appellation géographique.

---

<sup>2</sup> Aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce, en anglais TRIPS

Il existe toutefois des exemptions à cette protection :

- si le nom est considéré comme générique et déjà largement employé sans référence à la zone d'origine initiale du produit ;
- si le nom était déjà déposé comme nom de marque avant qu'une demande de protection par une indication géographique ne soit déposée ;
- si le produit a cessé d'être fabriqué dans la région dont il est originaire ou s'il n'est pas protégé dans son pays d'origine.

Autrement dit, quand des noms de produits associés à une origine géographique, voire des toponymes, ont déjà été déposés comme noms de marques par des firmes étrangères il est trop tard, la protection n'étant pas rétroactive.

## 2.2 Les marques

Une marque est un type de droit de propriété intellectuelle qui protège un signe distinctif, un symbole, un mot ou une série de mots, généralement repris sur les emballages et dans la publicité du détenteur du droit d'utiliser la marque. La protection de la marque est accordée pour des biens et services déterminés qui sont mentionnés dans son enregistrement.

Les marques sont définies dans l'article 15 de l'Accord ADPIC comme tout « signe ou combinaison de signes susceptibles de distinguer les biens et les services d'une entreprise de ceux d'autres entreprises ». Les États membres de l'OMC doivent mettre en place des procédures d'enregistrement et de protection des marques de façon que le propriétaire d'une marque déposée ait le droit exclusif d'exclure des tiers de l'utilisation de signes similaires pour des biens identiques ou similaires à ceux pour lesquels la marque est enregistrée.

Contrairement aux indications géographiques, les marques sont la propriété d'individus ou de groupes qui peuvent les céder, les vendre ou les léguer. Ils conservent le droit d'utiliser leur marque s'ils délocalisent la production. Les coûts associés aux poursuites en cas de contrefaçon sont à la charge des détenteurs de la marque tandis que, pour les indications géographiques, ils sont à la charge de l'administration.

Les marques protègent une image et une stratégie élaborées par leurs détenteurs. Les produits ou services qu'elles protègent doivent avant tout avoir une image de qualité. Ils peuvent éventuellement évoquer la tradition ou une relation particulière au terroir si ce sont les attributs que la communication de l'entreprise entend mettre en avant. Il n'est en tout cas pas nécessaire d'en apporter la preuve. Une marque peut ainsi être adaptée pour protéger de nouveaux produits, des utilisations nouvelles de plantes qui sont l'objet de pratiques traditionnelles, des préparations dans lesquelles l'ingrédient traditionnel n'intervient que de façon marginale...

Dans la perspective de l'expertise, deux types de marques peuvent être intéressants : les marques collectives, détenues et gérées par un groupement de producteurs, un syndicat interprofessionnel ou une association par exemple, et les marques certifiées. Dans le cas d'une marque collective, c'est l'entité détentrice de la marque qui décide des conditions de son utilisation : elle peut fixer un cahier des charges imposant des techniques de production particulières, une localisation précise de

l'activité. C'est par exemple le cas de la marque Stilton, détenue par un groupement de producteurs de fromage de la région de Stilton au Royaume-Uni. Il est possible de parvenir à un cadre assez proche de celui de l'indication géographique, les producteurs décidant toutefois unilatéralement des conditions d'utilisation de la marque. Il n'est alors pas nécessaire de faire la démonstration du caractère traditionnel de l'activité, ni de l'origine locale de tous les intrants, et les critères à réunir sont globalement plus souples.

Ces marques collectives peuvent être certifiées, ce qui implique le recours à une organisation tierce garantissant que les arguments mis en avant par les détenteurs de la marque (origine du produit, méthode de production employée...) sont authentiques (Dutfield, 1997). Ce mode de protection est utilisé par des communautés amérindiennes pour le marketing de leurs produits artisanaux. Très développé en Amérique du Nord, il commence à s'étendre en Amérique du Sud. La certification est alors assurée par les organisations autochtones ou les administrations en charge des autochtones. Il s'agit alors de valoriser les savoir-faire traditionnels plus que la matière première.

Les marques sont une forme de droit de propriété intellectuelle très développée, qui jouit d'une forte reconnaissance internationale. L'inconvénient majeur qu'elles représentent du point de vue des producteurs sont les coûts qu'elles entraînent. Il n'est par ailleurs pas possible de déposer comme nom de marque un nom qui serait déjà protégé comme indication géographique.

### 2.3 Quelques éléments de comparaison et de mise en perspective

<p>La marque est adaptée</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- aux produits pour lesquels <b>le lien au terroir est distendu</b>,</li><li>- aux produits dont les zones de production sont trop grandes ou trop petites,</li><li>- aux produits tirant leur spécificité d'un <b>assemblage</b> ou d'une <b>sélection des intrants</b>,</li><li>- aux produits soumis à une forte <b>variabilité du marché</b>,</li><li>- aux produits nécessitant <b>une protection internationale forte</b>.</li></ul> <p>C'est le système qui prévaut <b>aux États-Unis</b>.</p>	<p>L'indication géographique est adaptée</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- aux produits marqués par une forte <b>typicité</b>,</li><li>- aux produits bénéficiant d'un <b>marché local</b>,</li><li>- aux produits <b>haut de gamme</b>,</li><li>- aux produits présentant des caractéristiques communes et produits par un <b>collectif de producteurs</b>.</li></ul> <p>Le système est reconnu <b>en Europe</b>.</p>
--	--

Dans un cas comme dans l'autre, une protection ne se justifie que s'il y a un marché : une demande réelle pour le produit, des débouchés au moins locaux et une certaine concurrence. Le degré de segmentation du marché (et donc la différenciation possible des produits par des marques ou des indications géographiques) dépend largement des préférences des acheteurs et de leur perception des différences de qualité. Ces types de protection sont donc plus adaptés pour des produits finis, directement achetés par des consommateurs, que pour des produits qui seraient utilisés comme inputs industriels. L'opportunité de développer des marques ou indications géographiques supplémentaires est par ailleurs liée au degré de segmentation déjà observable du marché. La multiplication à l'extrême des signes et labels divers peut avoir un effet contre-productif et désorienter le consommateur.

- Dans la mesure où toute protection a un coût (lié à l'organisation des producteurs et de l'interprofession, au dépôt de la marque, au marketing...), il faut qu'elle entraîne des avantages qui égalent au moins ce coût.

- Marque et indication géographique visent la protection de la réputation ou de l'image d'un produit. Encore faut-il que cette réputation et cette image existent, que les acheteurs du produit soient prêts à le payer plus cher en fonction des qualités particulières qu'ils lui attribuent par rapport à d'autres produits jugés plus génériques. Autrement dit, ces mesures de protection ne se substituent pas aux investissements nécessaires à la promotion de la qualité d'un produit. Elles assurent simplement aux producteurs qui les auront consenties un monopole, leur permettant de tirer de façon exclusive profit de ces investissements.

Le système de protection qui prévaut aux États-Unis et dans une grande partie du monde est celui de la marque. Aux États-Unis et au Japon, les noms de marques qui renvoient à une origine géographique sont très fréquents. Aux États-Unis, les immigrants ont fréquemment repris des noms de leur pays d'origine qui, depuis, ont été associés à une qualité de produit particulière alors que la référence géographique à laquelle ils renvoyaient est inconnue des consommateurs. Le cas le plus fréquemment cité est celui de la bière Budweiser, nom sur lequel une brasserie de la ville de Budvar en République tchèque revendique des droits. De même, le dépôt de toponymes amazoniens comme noms de marque au Japon a récemment fait grand bruit au Brésil, où il a été dénoncé comme une nouvelle forme de biopiraterie. Il est donc inutile d'investir dans une indication géographique si on vise les marchés des États-Unis et du Japon. Une marque, y compris à référence géographique, est plus adaptée.

Des conflits peuvent apparaître entre marque et indication géographique. Cette dernière ne pourra s'imposer sur un marché où une marque homonyme existe déjà (par exemple, « Tahitian noni » et les multiples noms proches déposés par Morinda Inc. aux États-Unis et en Europe). Une double protection est possible : certains producteurs à l'intérieur d'une zone couverte par une indication géographique peuvent commercialiser le produit sous un nom de marque, ce qui leur permettra de tirer seuls les fruits de stratégies de communication ou de marketing plus ciblées et d'investissements publicitaires.

Les indications géographiques se déclinent dans l'Union européenne en appellations d'origine, indication géographique protégée et spécialité traditionnelle garantie, qui permettent de protéger une gamme assez étendue de produits, ayant un lien plus ou moins fort avec leur terroir, dont la production est plus ou moins artisanale et nécessite des savoir-faire plus ou moins spécifiques ou développés. Si le marché visé est le marché européen, il est possible de jouer sur cette gamme de protections et de trouver celle qui est la plus adaptée au produit concerné. Toutefois, tous ces signes ne jouissent pas de la même notoriété auprès du public qui, en France, connaît surtout les AOC. De plus, la définition internationale des indications géographiques, reprise dans l'accord ADPIC, se rapproche plutôt de celle des appellations d'origine.

Compte tenu du fait que la plupart des produits présents en Polynésie française le sont plus largement dans le Pacifique Sud, il importe que la stratégie de valorisation économique mise en œuvre soit cohérente avec les initiatives régionales en la matière.



### 3. Les produits identifiés dans le cadre de l'expertise

Le point de départ de l'expertise a été l'identification de substances naturelles présentes en Polynésie française, ayant une certaine originalité botanique et pouvant présenter un potentiel économique, ce dernier étant évalué sur la base de leurs activités connues ou supposées. L'idée était d'identifier des substances susceptibles de déboucher sur de nouveaux produits et peut-être de renouveler l'expérience du nono. Ont ensuite été réintroduites des plantes locales aux marchés déjà développés comme le kava ou la vanille.

Dans la perspective d'une valorisation économique, un premier problème se pose pour passer de la substance naturelle identifiée comme potentiellement intéressante à un produit. L'endémisme ou l'originalité des substances naturelles ne sont pas forcément des critères appropriés pour définir la spécificité voire l'unicité des produits. Sont aussi déterminants le savoir-faire ou les techniques mis en œuvre dans la transformation ou l'élaboration d'un produit commercialisable, ses différences par rapport à des produits comparables, les coûts correspondants... Un produit peut être unique sans être tiré de substances naturelles uniques, de même que le caractère unique de certaines substances naturelles ne sera pas forcément reconnu comme tel par le marché. L'objet même des marques est de créer de la différenciation et de distinguer certains produits, à l'identité forte, d'autres, plus génériques.

Il n'est par ailleurs pas évident qu'il faille à tout prix rechercher la différenciation, la spécialisation à l'extrême ou la production pour des marchés de niche, par définition limités. La plupart des produits identifiés dans le cadre de l'expertise sont présents ailleurs dans le Pacifique Sud ou pourraient y être mis en culture. Il faut se poser la question de l'opportunité de développer une différenciation forte dans la région – et donc une forte concurrence – pour des produits proches, alors qu'une approche régionale concertée pourrait être plus avantageuse pour l'ensemble des parties.

Ainsi, s'interroger sur les possibilités de commercialiser de façon rentable et durable des produits tirés de substances naturelles est une tout autre question que celle de l'identification de substances à l'activité prometteuse.

Pour la plupart des substances naturelles traitées dans le cadre de l'expertise, les potentiels de développement sont trop faiblement identifiés pour que l'on puisse se prononcer sur les stratégies à promouvoir, si ce n'est qu'il faudrait réaliser des études plus approfondies.

Pour d'autres produits (kava, nono, tamanu), une production existe déjà à partir de la substance naturelle et elle donne lieu à une commercialisation. Dans une perspective de meilleure valorisation économique, il faudrait tout d'abord faire un diagnostic des filières, ensuite et si c'est nécessaire suggérer des voies d'amélioration possibles, en termes d'organisation et de positionnement sur le marché. Cela nécessiterait un dialogue avec les acteurs locaux afin de définir ce qu'ils perçoivent

comme étant les objectifs à atteindre : maintien ou création d'emploi, objectifs d'aménagement du territoire, expansion commerciale des filières...

Des études approfondies n'ayant pu être menées dans le cadre de cette expertise, la recommandation majeure à faire est de capitaliser l'information et de l'organiser à la lumière des critères à réunir pour obtenir une indication géographique ou une marque :

- La concurrence justifie-t-elle une protection des produits ?
- Les acheteurs du produit seraient-ils prêts à payer plus cher pour un produit différencié ?
- Le marché du produit se prête-t-il à une différenciation ?
- Les avantages que l'on peut escompter d'une protection dépassent-ils les coûts ?
- S'agit-il d'une production traditionnelle qui n'a jamais été interrompue et qui bénéficie d'un marché local ?
- À quelle échelle géographique le produit spécifique se définit-il et requiert-il une protection (produit très local, régional...)?
- L'originalité de la production réside-t-elle dans les matières premières employées et/ou dans l'assemblage ?
- Quels sont les types de protection couramment utilisés sur les marchés visés ?
- Comment les produits similaires ou proches sont-ils protégés sur les marchés en question ? L'appellation du produit est-elle considérée comme générique ? A-t-elle déjà donné lieu à des dépôts de marques ?
- Quels sont les effets probables de ces protections sur les systèmes de production locaux (nouvelles contraintes techniques ou réglementaires, surcoûts...) ? Ses effets sont-ils acceptables ?

Seules des informations à caractère général ont pu être réunies pour le kava, le nono, et dans une moindre mesure le tamanu.

### 3.1 Le kava (*Piper methysticum*)

Le kava fait l'objet d'une utilisation traditionnelle de longue date et son activité est connue et décrite depuis longtemps. Il est aussi l'objet d'un commerce international depuis plus de cent ans. Traditionnellement, les marchés d'exportation étaient la France et l'Allemagne, plus récemment les États-Unis. Les prix ont considérablement augmenté au cours des années 1990, aussi bien pour la matière première que pour les produits transformés.

Le marché international du kava a connu un essor fulgurant pendant la seconde moitié des années 1990. En 1998, le kava était une des plantes qui se vendaient le mieux aux États-Unis et l'une de celles dont les ventes connaissaient la croissance la plus rapide, avec une augmentation de 473 % de 1997 à 1998 (Gruenwald *et al.*, 2003). En 1996, les principales industries de traitement en Europe étaient Potter's Herbal Supplies, Brenner-Efeka, Fink, Merrell Dow, Schwabe, et aux États-Unis Hauser, Pure World Botanicals et Quality Botanicals. Presque toutes les enseignes spécialisées dans les plantes proposaient des produits à base de kava, voire des gammes complètes (Downes et Laird, 1999).

Dans le Pacifique Sud, la production annuelle de kava était estimée à un montant de l'ordre de 60 millions de dollars US. Les superficies plantées en kava ont énormément augmenté pour faire face à la demande croissante. Ainsi 100 000 hectares supplémentaires auraient été consacrés à la culture du kava (Gruenwald *et al.*, 2003).

Il s'agit d'une importante source de revenu dans les îles du Pacifique pour les petits agriculteurs (principalement à Vanuatu, Fidji, Samoa, Tonga). C'est la seconde culture d'exportation aux Fidji après la canne à sucre. Des cultures industrielles ont été lancées en Australie, dans le Queensland, et développées à Hawaï au moment du boom du marché. Une des firmes qui commercialisent le kava aux États-Unis, Pure World Botanicals, aurait même envisagé une mise en culture au Mexique (Downes et Laird, 1999 ; GRAIN et GAIA Foundation, 2000)<sup>3</sup>. En 2001, il y avait 65 exploitations qui cultivaient le kava à Hawaï et assuraient une production de 225 tonnes pour des ventes rapportant 585 000 \$ aux producteurs.

Puis le marché a été durement frappé au cours des trois dernières années par des interdictions de mise sur le marché dans plusieurs pays d'Europe et en Amérique du Nord (Canada) à la suite de cas d'hépatite fulminante détectés chez des consommateurs de produits dérivés du kava. Les ventes auraient connu une baisse de l'ordre de 75 % à Fidji entre 2001 et 2002. Les compléments alimentaires contenant du kava ne sont pas interdits aux États-Unis mais la Food and Drug Administration a émis un avis en mars 2002 informant des risques hépatiques potentiels. Cette publicité négative a beaucoup affecté l'industrie naissante du kava dans le Pacifique Sud, en particulier dans les quatre principaux pays exportateurs (Vanuatu, Fidji, Samoa et Tonga). Le prix du kava à l'export a nettement diminué, de même que les perspectives de profit de l'économie locale qui commençait à s'établir autour de la production de kava. Des mesures d'assistance financière aux producteurs ont dû être adoptées depuis la fin 2001 pour atténuer les effets de cette crise. De même, les compagnies pharmaceutiques commercialisant des produits à base de kava ont vu leurs profits fondre.

En 2003, une étude commanditée par les pays producteurs de kava et réalisée avec le soutien de l'Union européenne (Gruenwald *et al.*, 2003) a confirmé l'absence de lien entre le kava et les cas d'hépatite qui avaient suscité ces interdictions. Le rapport scientifique ayant déclenché les premières interdictions en Allemagne et en Suisse serait très contestable. L'étude conclut à la nécessité pour les pays producteurs de faire du lobbying à l'OMC pour faire lever les interdictions pesant sur le kava, et de mener une campagne médiatique de réhabilitation de ce produit, démontrant le désastre économique engendré par l'interdiction de commercialisation. Toutefois, la normalisation du marché du kava en Occident n'est toujours pas une réalité et les pays océaniques tentent de réparer les dégâts énormes occasionnés à la réputation de leur produit. C'est dans ce contexte qu'est envisagé un « label de qualité », associé à une appellation d'origine contrôlée (*Trade Forum*, 2002). L'Institute of Applied Sciences de l'Université du Pacifique Sud (USP) travaille à la définition de normes de qualité et a fait des propositions de spécifications physiques et chimiques standards.

---

<sup>3</sup> D'après sa publicité, Pure World Botanicals s'alimenterait en kava principalement au Vanuatu.

La certification ou l'obtention d'une appellation d'origine seraient le moyen de tirer profit de ces investissements en vue d'une meilleure qualité. Les autorités du Vanuatu se sont déjà engagées dans une procédure d'appellation d'origine pour le kava qui est en passe d'être imitée par le gouvernement fidjien. Des projets dans ce sens avaient déjà été évoqués en 1998, avant la crise du kava.

Dans un premier temps, les marchés visés sont locaux mais à terme les marchés internationaux sont aussi concernés. Les promoteurs de cette relance du kava se veulent résolument optimistes et espèrent une normalisation rapide sur le marché américain des compléments alimentaires et une réouverture prochaine du marché pharmaceutique européen.

Compte tenu de ce contexte, il serait souhaitable que les producteurs de Polynésie française se joignent aux initiatives régionales et participent aux efforts internationaux de lobbying en faveur du kava, en particulier aux stratégies de relance du kava sur le marché européen. La réunion tenue à Bruxelles en août 2003 pour décider des actions à envisager comme suite au rapport commandité par les pays producteurs s'est conclue sur la formation d'un comité exécutif du kava (KEC), composé de représentants des quatre principaux pays producteurs et du secrétariat du Forum des îles du Pacifique et de représentants des industries européennes. Il serait opportun de suivre les travaux de ce comité. Si des normes de qualité s'imposent pour le kava du Pacifique, il est aussi souhaitable de s'associer à leur définition.

Rappelons que l'obtention d'une appellation d'origine nécessite de démontrer les spécificités du produit en lien avec son terroir et qu'elle ne se justifie vraiment que dans une perspective de reconquête du marché européen.

### 3.2 Le nono (*Morinda citrifolia*)

L'essentiel de la production et de la commercialisation du nono (*Morinda citrifolia*) est sous le contrôle de Morinda Inc., entreprise américaine basée en Utah, avec un mode de distribution original axée sur la vente directe par correspondance, notamment sur Internet. Le succès du nono s'expliquerait pour une bonne part par les techniques de marketing de Morinda Inc. qui recourt à la vente pyramidale et distribue ses produits à travers ses réseaux, lors de réunions, comme Tupperware ou Amway.

Bien que les superficies plantées en nono aient considérablement augmenté – et ce dans tout le Pacifique Sud –, il n'y a pas de preuves scientifiques très solides des vertus du jus de nono. Des responsables de l'industrie se demandent s'il n'y a pas à terme, d'une part, un risque de surproduction, et d'autre part si une communication exagérée autour des vertus – non avérées – du jus de nono n'est pas un facteur de vulnérabilité.

En Polynésie française, le commerce de ce produit semble être considéré comme un succès dans son organisation actuelle. La décision de la société Morinda de construire une nouvelle usine à Tahiti, en particulier, est perçue de façon très positive. Auparavant, Morinda louait des locaux à l'entreprise Jus de fruit de Moorea sur la commune de Taravao. Cette nouvelle implantation devrait lui permettre de produire davantage, entre 7 000 et 10 000 tonnes de purée de nono par an à partir de mars 2005

(contre 3 500 tonnes en 2003). La mise en place d'une activité d'embouteillage est également envisagée et vivement souhaitée par les autorités du territoire. La décision n'est toutefois pas arrêtée, la mise en bouteille se fait actuellement à la maison mère, dans l'Utah, et seul le siège américain est en mesure de décider si elle sera rapprochée du nouveau site de production. Les avantages escomptés de la commercialisation du nono par les autorités semblent donc résider essentiellement en termes de retombées pour l'emploi. En effet, actuellement, seule la purée du nono, matière relativement peu transformée, est exportée, avec une valeur ajoutée limitée. L'essentiel de la création de valeur ajoutée associée à la production de jus de fruit se fait sur le sol américain. Les fruits frais sont vendus entre 50 et 60 cents le kilo tandis que la bouteille de 50 ml est vendue entre 10 et 12 US \$ aux États-Unis.

L'image favorable de Morinda dépasse toutefois la Polynésie française, puisque l'entreprise s'est vu décerner le prix de l'entreprise solidaire 2003, remis par l'ICCC (International Council on Caring Communities), qui récompense des projets en faveur du développement durable et de la solidarité en faveur des communautés. L'action de Morinda a été saluée car l'entreprise achète du nono produit dans les îles et fait ainsi vivre des centaines de familles.

Si Morinda domine le marché mondial, selon le site Internet de cette société, plus de 200 entreprises commercialiseraient également des produits à base de nono (jus de fruit, gélules, sodas...), les parts de marché et progression d'une cinquantaine d'entre elles étant comparées à celles de Morinda<sup>4</sup>. Ainsi, 103 marques déposées aux États-Unis comportent le terme noni (appellation la plus courante de *Morinda citrifolia*), contre 8 en Europe où la commercialisation a débuté depuis peu. Les plus gros marchés pour le nono sont actuellement les États-Unis, où il est commercialisé comme complément alimentaire, suivis du Japon où il est vendu comme aliment depuis 1999, et de la Corée et plus récemment de la Chine. La demande de nono n'a cessé de s'accroître depuis 1996, date de création de Morinda Inc.<sup>5</sup>. De nouvelles perspectives s'ouvrent avec l'ouverture du marché européen<sup>6</sup>. Le jus de nono peut désormais être mis sur le marché des pays de l'Union européenne comme ingrédient dans les jus de fruits pasteurisés. Actuellement, les plus gros marchés européens sont l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie. Cependant, si l'on en croit les experts réunis à Port Vila en février 2002 pour le Forum des industries des plantes médicinales du Pacifique, la production excéderait la demande.

La Polynésie française n'est pas la seule zone de production du nono. Sur le marché des États-Unis, le nono de Hawaï est très présent et la fabrication de jus de nono se développerait aux Fidji<sup>7</sup>. Il y a aussi des plantations dans les Caraïbes et en Amérique du Sud. Plusieurs îles du Pacifique envisagent de se lancer dans la production de jus de

---

<sup>4</sup> <http://www.tahitiannoni.com>

<sup>5</sup> Le chiffre d'affaires annuel de Morinda devrait atteindre le milliard de dollars dans les deux ans si la progression se poursuit au même rythme.

<sup>6</sup> La Décision 2003/426/CE, parue au *Journal officiel* L 144 du 12.6.2003, autorise la mise sur le marché du « jus de noni » (jus de fruit de *Morinda citrifolia* L.) au titre d'« aliment nouveau ».

<sup>7</sup> *Pacific Forest Islands and Trees*, juin 1999 ; David Khan, Kura Exporter, Caubati-Fidji.

nono, pour compenser les pertes de revenus à l'exportation consécutives à la crise actuelle du kava (Downes, 1997). Un des arguments de Morinda en faveur de son produit est la qualité supérieure du nono de Polynésie française, particulièrement de celui des Marquises, mais en l'absence d'évaluation contradictoire il est sans doute difficile d'en juger. Il semble que l'expertise sur le nono soit assez directement contrôlée par Morinda et qu'avis scientifique et arguments marketing soient souvent mêlés dans la communication « institutionnelle » sur le nono.

Il est difficile de prédire ce que sera l'avenir du marché du jus de nono. Quelque peu échaudés par l'exemple du kava, les experts sont sceptiques et jugent qu'une poursuite de la croissance n'est pas plus probable qu'un effondrement du marché. Lors de la réunion en février 2002 du Forum des industries des plantes médicinales du Pacifique, certains spécialistes auraient présenté le jus de nono comme le prochain produit à risque après le kava (Keith-Reid, 2002b). Les vertus du jus de fruit de nono seraient discutables, ou du moins n'auraient rien d'exceptionnel. L'avenir du nono sur le marché européen serait incertain, le positionnement du produit étant probablement plus délicat qu'aux États-Unis. Notons qu'aux États-Unis, Morinda s'est fait épingle en 1998 pour avoir évoqué dans sa communication les vertus médicinales du jus de nono alors que ce produit n'a pas l'agrément de la Food and Drug Administration. Les méthodes de vente de Morinda ont également été critiquées, notamment pas la justice suisse, qui a alerté le public du caractère illégal de ses procédés de vente dits « boule de neige » (Office fédéral de la justice suisse, 2001).

Si la situation actuelle de l'exploitation du nono est jugée satisfaisante par les autorités de Polynésie française, il n'y a pas de raison particulière d'envisager des changements. Si le succès commercial du nono ne se dément pas, le développement de nouvelles marques, destinées en particulier aux marchés européens, peut être justifié. Toutefois, dans la mesure où l'essentiel du succès du nono repose sur le marketing, il serait souhaitable de commander au préalable une étude à un cabinet de conseil spécialisé.

Compte tenu du nombre de noms de marques comportant les mots « Tahitian Noni » déposés par Morinda Inc., le développement d'une indication géographique paraît peu adapté. Les préparations commercialisées sur les marchés étrangers n'ont du reste pas grand-chose à voir avec les utilisations traditionnelles de la plante (Dixon *et al.*, 1999). Enfin, la spécificité du nono de Polynésie devrait être démontrée, sa qualification comme « produit de terroir » n'est peut-être pas évidente.

### 3.3 Le tamanu (*Callophyllum inophyllum*)

L'huile de tamanu (*Callophyllum inophyllum*) est un produit relativement confidentiel par rapport au nono ou au kava. Le tamanu est vendu sur les sites Internet qui proposent également du nono et, de façon plus générale, des produits originaires du Pacifique.

D'après la dépêche de Tahitipresse annonçant la création d'un syndicat interprofessionnel de l'huile de tamanu (*Dépêche de Tahitipresse*, 2003), il y aurait des problèmes d'approvisionnement des producteurs d'huile en matière première. La création du syndicat a pour but de surmonter ces problèmes et de parvenir à une

meilleure organisation de la filière de production, de la récolte à la distribution. Il est également question de développer les exportations en visant les marchés internationaux, ce qui requiert au préalable des tests de validation des vertus de l'huile et le dépôt d'une appellation cosmétique auprès de l'INCI (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients). Des analyses génétiques seraient en cours et des projets de plantation à l'étude.

Les résultats de ces diverses démarches devraient permettre de déterminer la stratégie à adopter en matière de valorisation économique.

Dans la mesure où le tamanu n'est pas originaire de Polynésie française et où il est répandu dans une grande partie de l'Asie du Sud-Est, du Pacifique et même en Inde, il paraît difficile d'obtenir une appellation d'origine pour la matière première. Cependant, s'il est prouvé que l'huile de tamanu de Polynésie française a des vertus particulières liées à un mode de préparation traditionnel des noix, elle pourrait être éligible pour une indication géographique. Reste à savoir si cela serait rentable et opportun. Si l'huile de tamanu est appelée à être utilisée comme matière première dans l'industrie cosmétique, une telle protection n'est pas forcément indiquée.

La concurrence potentielle serait importante s'il s'avérait que l'huile de tamanu eût un avenir commercial à l'exportation. Une entreprise du Vanuatu, Industrial Botanicals Corporation Ltd, à Santo, s'est ainsi lancée récemment dans la production d'huile pour le marché américain (Keith-Reid, 2002a). Le dépôt d'une marque collective pourrait être envisagé par le syndicat interprofessionnel de l'huile de Tamanu si les résultats des diverses études lancées sont concluants.

Pour tous les autres produits, il faudrait réunir des informations sur les filières de production et les marchés potentiels, c'est-à-dire aussi bien les types de commercialisation envisagés – médicaments, cosmétiques, compléments alimentaires, etc. – que les aires géographiques visées et les modes de distribution. Dans une perspective de protection des produits de Polynésie française, il faudrait s'attacher à évaluer leur spécificité par rapport à des produits similaires venant d'autres îles du Pacifique, voire d'autres parties du monde. Il conviendrait de façon plus générale de mettre en avant les avantages comparatifs du territoire, ses éléments d'attractivité.

#### **4. Conclusion : quelles orientations en matière de valorisation économique ?**

Comme nous l'avons vu, le choix d'un mode de protection pour un produit, permettant de tirer au mieux profit de sa réputation et des investissements réalisés en termes de qualité, nécessite une bonne connaissance des filières de production et des marchés réels ou potentiels. Ces informations n'ont pu être collectées dans le cadre de l'expertise, ce qui limite la portée des conclusions qui peuvent être tirées. La recommandation majeure consiste à réaliser des études de filière et de marché pour les produits identifiés et à mener sur cette base et avec l'aide d'un conseil en stratégie une

réflexion plus générale sur les positionnements envisageables pour la Polynésie française en matière de commercialisation de produits tirés de substances naturelles.

Pour tous les produits identifiés comme potentiellement intéressants par l'expertise, il faut :

- Développer les recherches agronomiques, chimiques et génétiques sur les variétés concernées de façon à démontrer leur absence de toxicité et leur originalité par rapport à des variétés proches, et à obtenir une production de bonne qualité. Il convient également de bien décrire et étudier les modes d'utilisation traditionnelle de façon à les comparer et les distinguer d'éventuelles préparations industrielles (*WHO Pharmaceuticals Newsletter*, 2003).
- Développer les études de filières et favoriser l'organisation des producteurs et des interprofessions (création de syndicats, de groupements...).
- Réaliser des études de marché pour choisir en connaissance de cause un type de positionnement du produit et des pays cibles privilégiés pour l'exportation, ces deux éléments étant liés. Ces études devraient aussi permettre de définir les modes de distribution les plus appropriés.
- Participer aux initiatives régionales de valorisation et de normalisation, et à d'éventuelles actions de lobbying pour défendre les produits.

Pour limiter la vulnérabilité des systèmes de production et éviter que ne se reproduise une crise comparable à celle du kava :

- Miser sur une diversification plutôt que sur un seul produit. Les effets de mode sont très importants sur les marchés des produits naturels. La réaction du marché à des effets d'annonce sur la toxicité des produits, y compris infondés ou concernant des applications très éloignées, peut être très rapide et démesurée. Le marché est en outre à la merci de l'évolution du cadre réglementaire dans les pays importateurs.
- Privilégier les produits qui ont déjà un marché local et régional (Pacifique).
- Ne pas fonder d'espairs démesurés dans la possibilité d'un commerce lucratif de plantes utilisées dans la pharmacopée traditionnelle. Les revenus seraient vraisemblablement davantage à attendre de produits plus standards, comme la vanille, que de plantes médicinales.

En 2002, aucune plante originaire du Pacifique ne figurait parmi les 18 meilleures ventes en Europe et 79 % des plantes médicinales originaires du Pacifique étaient utilisées dans le Pacifique (*Trade Forum*, 2002). Le restant était exporté vers la Chine (de l'ordre de 4 %) et les marchés occidentaux (16 %), principalement l'Europe et les États-Unis. La valeur ajoutée se répartirait à peu près de la même façon pour toutes les plantes médicinales, les matières premières ne représentant que 8 % du prix de vente final du produit, les grossistes et les distributeurs réalisant respectivement des marges de 25 et de 50 %.



## Bibliographie

- 1998 - Who profits from the Pacific's natural treasures ? Environment, The quarterly newsletter of the South Pacific Regional Environment Programme, n°52 : 1
- 2000 - Convention on biological diversity : an information package for Pacific Island Countries. Apia, Samoa : South Pacific Regional Environment Programme, 254 p.
- 2002 – Bourrasque sur le Kava. Spore, information pour le développement agricole des pays ACP, 98 : 7.
- 2002 - The Pacific Herbs Business Forum, Port Vila, Vanuatu. Trade Forum, 23 (20) : 2. <http://www.forumsec.org.fj/docs/TF/Mar%20Apr%202002.pdf>, 2 juin 2005
- 2003 - Agriculture : création du syndicat interprofessionnel de l'huile de tamanu. Dépêche de Tahitipresse, 06/10/2003.
- 2003 – Safety Issues Involving Herbal Medicines: Kava as a Case Study. WHO Pharmaceuticals Newsletter, 5 : 8-9.
- AALSBERG W.G., KOROVULAVULA I., RUSSELL D., PARKS J.E., 1998 - « The Role of a Fijian Community in a Bioprospecting Project », 19 p. <http://www.biodiv.org/doc/case-studies/abs/cs-abs-fj.pdf>, 2 juin 2005
- DIXON A.R., McMILLEN H., ETKIN N.L., 1999 - Ferment this : the transformation of Noni, a traditional Polynesian Medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae). Economic Botany, 53(1) : 51-68.
- DOWNES D., 1997 — « Using Intellectual Property as a Tool to Protect Traditional Knowledge: Recommendations for Next Steps ». CIEL Discussion Paper prepared for the Convention on Biological Diversity Workshop on Traditional Knowledge, Madrid, November 1997, 24 p. <http://www.ciel.org/Publications/UsingIPtoProtectTraditionalKnowledge.pdf>, 2 juin 2005
- DOWNES D.R., LAIRD S.A., 1999 – « Innovative mechanisms for sharing benefits of biodiversity and related knowledge, Case studies on geographical indications and trademarks ». Prepared for UNCTAD Biotrade Initiative, 47 p. <http://www.ciel.org/Publications/InnovativeMechanisms.pdf>, 2 juin 2005
- DUTFIELD G., 1997 — Can the TRIPS Agreement Protect Biological and Cultural Diversity? Nairobi, Kenya, ACTS Press, African Centre for Technology Studies,
- ESCUDERO S., 2001 – « International Protection of Geographical Indications and Developing Countries ». South Centre , Genève, TRADE Working paper 10, 57 p. <http://www.southcentre.org/publications/geoindication/geoindications.pdf>, 2 juin 2005
- GRAIN, GAIA FOUNDATION, 2000 – Biodiversity for Sale. Dismantling the hype about benefit sharing. Global Trade and Biodiversity in Conflict, Issue n°4, 20 p. <http://www.grain.org/briefings/?id=134>, 2 juin 2005
- GRUENWALD J, MUELLER C, SKRABAL J., 2003 - Kava report 2003. In-depth investigation into EU member states market restrictions on kava products. Brussels, Belgium, CDE – Center for the Development of Enterprise. Available at: [http://archives.pireport.org/archive/2003/Special/kava\\_report.pdf](http://archives.pireport.org/archive/2003/Special/kava_report.pdf), 2 juin 2005

- KEITH-REID R., 2002a - In Vanuatu, Tamanu Oil is being extracted for export. It could become a significant revenue earner. Pacific Magazine, avril 2002. <http://www.pacificislands.cc/pm42002/pmdefault.php?urlarticleid=0032>, 2 juin 2006
- KEITH-REID R., 2002b — Our Herbs; A remedy for Pacific Islands economic ills? Pacific Magazine, avril 2002. <http://www.pacificislands.cc/pm42002/pmdefault.php?urlarticleid=0030>, 2 juin 2005
- KEITH-REID R., 2003 — Kava's safe, Producers to Meet to Decide Next Move. They want European import ban lifted. Pacific Magazine, novembre 2003. <http://www.pacificislands.cc/pm112003/pmdefault.php?urlarticleid=0026>, 2 juin 2005
- KILHAM Ch., 1996 - Kava : Medicine Hunting in Paradise. Rochester, Vermont, Park Street Press, 166 p.
- MATUS D., 2003 - The Next Big Thing? Tokyo Cafe Serving Noni Drinks Has Global Ambitions. Pacific Magazine, août 2003. <http://www.pacificislands.cc/pm82003/pmdefault.php?urlarticleid=0016>, 2 juin 2005
- McCLATCHEY W., 2002 — From Polynesian Healers to Health Food Stores: Changing Perspectives of *Morinda Citrifolia* (Rubiaceae). Integrative Cancer Therapies, 1(2) : 110-120.
- Office fédéral de la Justice Suisse, 2001 – « Noni » : attention ! Ce procédé « boule de neige » est illégal. Communiqué de presse du 13.08.2001. <http://www.ofj.admin.ch/themen/presscom/2001/20010813-1-f.htm>, 2 juin 2005
- PARETI S., 2004 - Taking The Kava Battle To Europe. Growers push for early lifting of ban. Pacific Magazine, Février 2004. <http://www.pacificmagazine.cc/pm22004/pmdefault.php?urlarticleid=0020>, 2 juin 2005

---

## Aspect juridique : droits d'accès aux ressources biologiques et partage des avantages

---

Christine NOIVILLE

### 1. Enjeu d'une étude juridique

Si les substances naturelles ont toujours constitué la base d'une activité industrielle et commerciale plus ou moins soutenue (voir, en Polynésie française, le nono, le monoï, le santal, etc.), le développement des biotechnologies a profondément renouvelé les perspectives de leur valorisation. À la faveur de ces techniques, on sait en effet que les ressources biologiques – et leurs composants – sont devenues une *matière première* de plus en plus convoitée qui, loin de n'acquiescer de valeur qu'à proportion des transformations technologiques dont elles font l'objet, ont une valeur *en soi*. En témoigne la multiplication des « bioprospections »<sup>1</sup> engagées par des acteurs divers (entreprises pharmaceutiques, instituts de recherche, universités, etc.), visant à identifier, collecter, placer en banque et dans des bases de données des échantillons et des savoirs qui les concernent pour, à terme, en tirer de nouveaux produits hautement technologiques pour la plupart. C'est l'ensemble de la biodiversité qui est ainsi devenu potentiellement valorisable et, du même coup, stratégique.

L'expertise collective « Substances naturelles en Polynésie française ; stratégies de valorisation » découle de cette problématique. Sans cantonner la réflexion à l'identification et à la valorisation de molécules susceptibles d'intéresser l'industrie des biotechnologies, elle vise à tirer parti de ces perspectives nouvelles et, à partir de là, à suggérer des stratégies de valorisation. Or si la définition de ces stratégies exige à cet égard des propositions d'ordre scientifique et économique (développement de la R&D et du tissu industriel par l'investissement local et les actions de nature à favoriser l'initiative privée), l'analyse juridique y a également toute sa place. Elle apparaît même déterminante et il faut expliquer pourquoi.

---

<sup>1</sup> Terme qui recouvre l'exploration de la biodiversité pour l'identification de ressources génétiques et biochimiques valorisables au plan commercial.

### 1.1 Un contexte juridique renouvelé

Avec le développement des biotechnologies, le statut juridique des ressources biologiques s'est profondément renouvelé.

Jusqu'à la fin des années 1980, ce statut s'articulait schématiquement autour de deux catégories juridiques, d'une part, la souveraineté nationale, et d'autre part le « patrimoine commun de l'humanité ». En elles-mêmes, les ressources biologiques relevaient, comme toute ressource naturelle, de la souveraineté nationale qui, à son tour, se déclinait sous la forme de propriétés publiques et privées. Aussi, *l'exploitation directe et immédiate* de ces ressources (par exemple, valorisation du nono, de la vanille ou du santal par des filières industrielles traditionnelles comme l'industrie alimentaire ou l'industrie de la parfumerie) n'était possible qu'avec l'accord de leur propriétaire. Mais dès l'instant qu'elles étaient utilisées dans le cadre de la recherche ou dans le cadre d'une *valorisation indirecte et différée* (collecte de différentes variétés de riz pour mettre au point une nouvelle variété plus adaptée à tel insecte ravageur, utilisation des molécules chimiques d'une plante pour développer un médicament, etc.), dès l'instant que l'on cherchait à les exploiter *non pas en tant que telles mais pour leur potentialité chimique ou génétique à mener à un nouveau produit*, les ressources naturelles étaient qualifiées de « patrimoine commun de l'humanité ». Juridiquement, ce concept signifiait qu'étant donné l'enjeu qu'elles présentaient pour toute l'humanité, tout particulièrement en termes de recherche et de sécurité alimentaire, elles devaient pouvoir circuler sans entraves et ne pouvaient donner prise à aucune forme d'appropriation. Dès lors que la ressource biologique était prélevée non pas pour une valorisation immédiate mais pour la recherche ou pour une valorisation différée, elle était donc laissée en accès libre, et, le plus souvent, fournie gratuitement.

Pourtant, dès le milieu des années 1980, ce statut s'est trouvé en porte-à-faux face à l'évolution du droit de la propriété industrielle, très précisément du droit des brevets. Engagée aux États-Unis puis confortée en Europe et, enfin, au plan mondial<sup>2</sup>, cette évolution a répondu au souci d'une grande quantité de chercheurs et d'industriels d'obtenir le monopole d'exploitation des inventions mises au point à partir de ressources biologiques. Au terme de cette évolution, toute ressource ou tout élément qui en est issu (cellule, gène, etc.) est désormais protégeable par un brevet d'invention si, une fois retravaillé, il apparaît nouveau, inventif et applicable dans un procédé industriel. D'où une distorsion entre, d'un côté, le patrimoine commun de l'humanité, qui postule l'absence de propriété, la liberté et la gratuité des collectes, et de l'autre côté le brevet, qui permet une exploitation non seulement lucrative mais aussi monopolistique des substances ainsi librement et gratuitement collectées.

C'est pour prévenir les conflits d'intérêts susceptibles de découler de cette situation que la Convention sur la diversité biologique (CDB) du 5 juin 1992 a établi un

---

<sup>2</sup> Directive n° 98/44/CE du 6 juillet 1998 relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques ([http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/1998/l\\_213/l\\_21319980730fr00130021.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/1998/l_213/l_21319980730fr00130021.pdf)) et l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle relatifs au commerce (accord ADPIC : [http://www.wto.org/french/tratop\\_f/trips\\_f/t\\_agm0\\_f.htm](http://www.wto.org/french/tratop_f/trips_f/t_agm0_f.htm)) signé en avril 1994 dans le cadre des accords de Marrakech de l'Organisation mondiale du commerce (OMC).

nouveau statut juridique des ressources biologiques. Puisque ces dernières sont désormais des éléments convoités et sources d'innovations protégeables par des monopoles d'exploitation, la convention abandonne la qualification de patrimoine commun de l'humanité et les rattache au principe de souveraineté des États sur leurs ressources naturelles. Ce faisant, elle permet aux pays, en particulier aux pays « mégadivers », c'est-à-dire biologiquement riches, de réglementer comme ils l'entendent toute forme d'accès au matériel biologique se situant sur leur territoire. L'objectif est de leur permettre de mieux contrôler l'utilisation, d'en organiser les échanges, mais aussi de tirer profit des richesses qui en découleront à la suite d'un processus chimique ou biotechnologique de recherche-développement.

C'est l'article 15 de la convention qui constitue à cet égard une disposition clé. Il énonce :

« 1. Étant donné que les États ont droit de souveraineté sur leurs ressources naturelles, le pouvoir de déterminer l'accès aux ressources génétiques appartient aux gouvernements et est régi par la législation nationale. [...]

5. L'accès aux ressources génétiques est soumis au consentement préalable donné en connaissance de cause de la Partie contractante qui fournit les dites ressources, sauf décision contraire de cette Partie. [...]

7. Chaque Partie contractante prend les mesures législatives, administratives ou de politique générale appropriées [...] pour assurer le partage juste et équitable des résultats de la recherche et de la mise en valeur ainsi que des avantages résultant de l'utilisation commerciale et autre des ressources génétiques avec la Partie contractante qui fournit ces ressources. Ce partage s'effectue selon des modalités mutuellement convenues. »

En vertu de la convention, l'accès aux substances naturelles s'organise donc désormais autour de trois grands principes corrélés entre eux : souveraineté de l'État, consentement préalable en connaissance de cause de ce même État avant toute collecte, partage des divers avantages résultant de l'utilisation des ressources fournies<sup>3</sup>. Avec, en filigrane, un souci de justice et d'équité envers ceux qui ont fourni ces dernières.

La présente étude juridique s'intéressera alors à la question de savoir comment mettre en œuvre, en droit polynésien, ce mécanisme préconisé par l'article 15 de la convention et désigné par l'acronyme « APA » (pour « accès et partage des avantages »). Sur le plan juridique, la valorisation des ressources biologiques ne se limite certes pas à cette seule question. Elle dépend de mécanismes multiples et fort variés : dispositions fiscales pour la valorisation directe, conception ou affinement de droits de propriété intellectuelle (AOC, indications géographiques, labels, etc.) pour des produits traditionnels issus des substances naturelles, réglementations applicables à ces produits (pharmacie, cosmétologie, agro-alimentaire, parfums, etc.), dont certaines rendent le développement de produits et la pénétration des marchés excessivement

---

<sup>3</sup> Le traité FAO propose certes une variante, qui tente, tout en respectant ces principes, pour ce qui concerne l'agriculture et l'alimentation, d'articuler souveraineté et accès garanti.

compliqués. Ces questions exigeant tantôt un travail de consultant plus que d'expert, ou étant prises en charge par d'autres membres de l'expertise collective, je me limiterai donc à la conception de dispositions juridiques permettant à la Polynésie française de contrôler et tirer profit de l'exploitation de sa biodiversité.

Mais avant tout, les États étant autorisés à mettre en œuvre ces principes par la Convention sur la diversité biologique sans y être toutefois contraints, il faut se demander s'ils sont d'ores et déjà applicables en Polynésie française et, dans la négative, s'il est à la fois possible et opportun de les mettre en œuvre.

## 1.2. Un cadre juridique à concevoir

À ce jour, contrairement à une quantité non négligeable d'États qui ont saisi cette opportunité offerte par l'article 15 de la CDB, la Polynésie ne s'est pas encore dotée d'une réglementation spécifique à l'accès aux ressources génétiques. Le terrain n'est pourtant pas en friche puisqu'un projet de texte est en cours d'élaboration, mais la raison d'être de ce texte étant manifestement sous-estimée ou mal comprise par certains, il faut insister sur son opportunité.

### Absence de réglementation spécifique à l'accès aux ressources génétiques

À l'analyse, il apparaît que le droit polynésien ne prévoit pas la possibilité offerte par l'article 15 de la CDB de soumettre l'accès aux ressources génétiques au consentement préalable de la Polynésie et de tirer une part juste et équitable des résultats de la recherche et de leur mise en valeur.

La Convention sur la diversité biologique est certes applicable en Polynésie française. Elle l'est par le biais de la loi n° 94-477 du 10 juin 1994 portant ratification, en France, de la Convention sur la diversité biologique. Sur le fondement de ce texte, la Polynésie a adopté ces dernières années de nombreuses dispositions concernant la biodiversité en général. On pense par exemple à la délibération n° 95-257 du 14 décembre 1995 relative à la protection de la nature<sup>4</sup>. Aucune disposition n'organise toutefois l'accès à la biodiversité et le partage des avantages qui peuvent en découler<sup>5</sup>. Par exemple, si la délibération n° 95-257 du 14 décembre 1995 relative à la protection de la nature vise, entre autres, la « biodiversité » et les « spécimens » (lesquels sont définis comme « tout animal ou toute plante, vivant(e) ou mort(e) ainsi que toute partie ou tout produit issu de l'animal ou de la plante), si elle évoque leur « intérêt entre

---

4 Voir aussi arrêté 1333 CM du 3 décembre 1997 (JOPF du 11 décembre 1997 - <http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/1333CM.pdf>) ; arrêté 171 CM du 9 février 1998 (JOPF du 18 février 1998 - <http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/171CM.pdf>) ; arrêté 244 CM du 12 février 1998 (JOPF du 26 février 1998 - <http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/244CM.pdf>) ; délibération n° 99-168 APF du 30 septembre 1999 ordonnant les dispositions à prendre en vue de la protection de la Polynésie française contre l'introduction des insectes xylophages, parasites du cocotier (*Oryctes* spp., *Strategus* spp. et *Scapanes* spp.) (JOPF du 14 octobre 1999 - <http://www.presidence.pf/stock/tree/pdf/7591.pdf>), etc.

5 Alors même que la Polynésie, bien que ne faisant pas partie de la CEE, bénéficie d'un régime spécial d'association en tant que territoire d'outre-mer en vue de la conservation, de l'exploitation et de la gestion durable de la diversité biologique, et, à ce titre, de l'aide de la Communauté pour mettre en œuvre des mesures appropriées concernant l'accès aux ressources génétiques (décision no 2001/822/CE du 27 novembre 2001, [http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/2001/l\\_314/l\\_31420011130fr00010077.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/2001/l_314/l_31420011130fr00010077.pdf))

autres, scientifique, génétique et économique », aucune disposition ne réglemente précisément les conditions de collecte de ressources biologiques. Une exception est certes à noter. Il s'agit du cas de figure dans lequel un scientifique veut capturer, cueillir ou enlever un ou plusieurs spécimens d'espèces protégées. La délibération du 14 décembre 1995 prévoit alors qu'une autorisation devra être demandée, qui sera accordée par « le Conseil des ministres sur proposition du ministre en charge de l'environnement après avis conforme de la Commission des sites et des monuments naturels, [...] à des fins strictement de recherche, [...] sur présentation d'un dossier explicitant précisément l'utilisation et la destination finale des spécimens [...] » (art. 19). Mais comme on le voit, cette obligation de solliciter l'accord de l'autorité publique comporte une double limite. D'une part, elle ne concerne que les espèces protégées. D'autre part, aucun partage des avantages au sens de l'article 15 de la CDB n'est prévu. Le texte ne prend donc pas en compte le fait que ce qui aura pu être à l'origine une expédition scientifique puisse déboucher, à terme, sur des résultats commerciaux. Et, s'il énonce certes que « tout détournement des spécimens à des fins autres que scientifiques sera passible de(s) peines [...] » (art. 19 al. 2), ce n'est pas pour empêcher la mise au point de tels résultats commerciaux mais plutôt pour interdire toute exploitation commerciale *directe* de spécimens protégés.

Aussi, en l'état actuel du droit, les opérateurs désirant prospecter en Polynésie des ressources biologiques pour leur capacité réelle ou potentielle à servir de base au développement de médicaments ou autres nouveaux produits n'ont ni à solliciter un accord préalable, ni à s'engager à une contrepartie.

Cette absence de disposition spécifique à l'« APA » ne peut s'expliquer par une absence de compétence juridique de la Polynésie française. Certes, la CDB énonce que le pouvoir de déterminer l'accès appartient aux « États ». Toutefois, en vertu de la loi organique n° 2004-192 du 27 février 2004 portant statut d'autonomie de la Polynésie française, les institutions polynésiennes sont dotées d'une autonomie renforcée et disposent de larges compétences déléguées dans certains domaines, parmi lesquels l'environnement et les ressources marines<sup>6</sup>. Les questions d'accès aux ressources biologiques et de circulation de ces ressources relevant au premier chef de l'environnement (terrestre ou marin), la Polynésie française a compétence pour mettre en place un dispositif juridique réglementant l'accès aux ressources biologiques.

---

<sup>6</sup> La loi abroge le précédent statut de la Polynésie française établi par la loi organique no 96-312 du 12 avril 1996 et en détermine le nouveau après la loi constitutionnelle no 2003-276 du 28 mars 2003 relative à l'organisation décentralisée de la République, qui a notamment procédé à la réécriture de l'art. 74 de la Constitution. La loi du 28 mars 2003 a d'abord introduit une nouvelle classification juridique des collectivités d'outre-mer et précisé, par ailleurs, pour la nouvelle catégorie des collectivités d'outre-mer, un cadre constitutionnel ouvert permettant l'élaboration de statuts sur mesure. La réforme a d'abord défini une nouvelle classification juridique des collectivités situées outre-mer. L'article 74 consacre une nouvelle catégorie juridique sous la locution de « collectivités d'outre-mer » qui se substitue à celle de territoire d'outre-mer. La Polynésie française est rattachée à cette nouvelle catégorie. Contrairement au régime de l'assimilation législative, les lois et règlements ne sont pas applicables de plein droit à ces collectivités et requièrent une mention expresse d'extension. Par ailleurs, les « collectivités d'outre-mer » exercent des compétences propres qui leur sont dévolues par une loi statutaire et leur permettent d'intervenir dans les domaines qui, en métropole, relèvent de la loi. Enfin, le nouvel article 74 fixe un cadre constitutionnel souple permettant d'élaborer des statuts « à la carte » en fonction des spécificités et des aspirations de chaque collectivité d'outre-mer. À quoi il faut ajouter que le constituant a permis deux avancées supplémentaires : la première en faveur de la protection des compétences propres de la collectivité puisqu'il est prévu une procédure de déclassement permettant à la collectivité de se protéger des éventuelles immixtions du législateur, la seconde destinée à donner à la collectivité la possibilité de participer à l'exercice de certaines compétences régaliennes.

### **Opportunité d'une réglementation spécifique à l'accès aux ressources biologiques**

Un projet de texte étant en préparation, qui vise précisément à réglementer l'accès aux ressources biologiques de la collectivité de Polynésie (en amendant la délibération du 14 décembre 1995 relative à la protection de la nature), on pourrait penser que l'enjeu d'une réglementation spécifique à l'accès aux ressources biologiques est désormais compris dans toute sa dimension, que la question est réglée et qu'elle n'appelle aucun développement supplémentaire. Pourtant, ce texte en cours d'élaboration paraît d'ores et déjà susciter certaines tensions. Il faut donc rappeler en quoi il est non seulement opportun mais nécessaire.

En effet, s'en tenir au droit en vigueur n'offre pas à la Polynésie française les moyens de tirer au mieux avantage des perspectives de valorisation de ses substances naturelles. Il faut prendre d'autant plus soin de s'en expliquer que, pour dénier toute nécessité d'une réglementation spécifique à l'accès à la biodiversité (Sontot, 2004), certains estiment que la réglementation en vigueur suffit à répondre aux exigences de l'APA. Ils font en effet valoir que l'on trouve, dans le corpus juridique existant, une série de dispositions précisant d'ores et déjà qui est propriétaire de telle ou telle ressource et à quelles conditions celle-ci peut être collectée et exploitée.

C'est ainsi que les substances naturelles situées sur une propriété privée ne peuvent être prélevées qu'avec l'accord du propriétaire. Ce dernier est libre de décider s'il accepte ou non de laisser le libre accès à son bien et dans quelles conditions<sup>7</sup>. De même, les ressources biologiques se situant dans une aire protégée (parc naturel, parc régional, réserve naturelle, etc.) ne peuvent être collectées qu'aux conditions fixées par le texte instituant l'aire en question. Il s'agira la plupart du temps d'obtenir une autorisation de recherche scientifique dans le parc.

Certains textes régissent également la collecte dans les domaines forestiers de l'État ou le prélèvement des ressources biologiques marines en mer territoriale et dans la zone économique exclusive. Le droit de la mer prévoit ainsi toute une série de dispositions établissant la souveraineté ou la juridiction des États sur les ressources situées dans ces espaces, réglementant l'accès aux ressources et définissant un régime relatif à la recherche scientifique marine, laquelle doit être autorisée par l'État côtier<sup>8</sup>.

L'État devrait d'autant moins ajouter à cet ensemble de règles classiques issues du droit civil, du droit de l'environnement ou du droit de la mer, qu'une telle démarche serait à la fois peu légitime et non nécessaire.

---

<sup>7</sup> Il ne sera tenu de respecter que certaines dispositions sanitaires ou écologiques, comme la protection de d'espèces menacées (dont la cession, l'utilisation, le transport, l'exportation, etc., soumises à autorisation).

<sup>8</sup> Convention de Montego Bay, qui s'applique à la Polynésie mais ne semble pas avoir été le support de dispositions plus précises quant à la recherche scientifique marine, par exemple. En mer territoriale, le consentement doit être express et l'État côtier peut imposer ses conditions ; pour la ZEE et le plateau continental, la Convention attend de l'État côtier qu'en des circonstances normales, il donne son consentement. Signalons par ailleurs que le Plan de gestion des espaces maritimes permet de fixer les orientations en matière d'exploitation des lagons.



Peu légitime, d'abord, car tout investissement plus approfondi de l'État pour organiser l'accès aux ressources biologiques nuirait aux principes libéraux tels que ceux que s'est fixés la France : liberté de la recherche, gestion décentralisée des ressources génétiques, promotion de mécanismes juridiques souples (Sontot, 2004). Telle est la raison essentielle pour laquelle la Métropole n'a pas cru bon de dégager de ligne politique et juridique plus claire en ce qui concerne l'accès à la biodiversité française. Si le Bureau des ressources génétiques (point focal français) a travaillé à la mise en place de règles d'accès aux ressources *ex situ* placées dans les grandes banques ou collections nationales, il s'est peu intéressé à l'accès *in situ*, y compris dans les collectivités d'outre-mer où la biodiversité est pourtant à la fois riche et vulnérable<sup>9</sup>.

Ensuite, il serait d'autant moins nécessaire que l'État fixe, en amont, les conditions de prospection des substances naturelles, que les opérateurs sont de plus en plus sensibilisés aux exigences d'équité et de partage requises par la Convention sur la diversité biologique. D'une part, ces exigences seraient devenues politiquement incontournables. On voit en effet émerger, dans certaines entreprises et grands centres de recherche habitués à collecter et valoriser des substances naturelles (Novo Nordisk, Glaxo Smith-Kline, Diversa Corp, CIRAD, etc.) des codes de conduite et autres chartes affirmant que les opérateurs s'engagent à respecter la philosophie de la CDB. Au point que, même en l'absence de réglementation les y contraignant, on a vu certains opérateurs se plier à cette exigence<sup>10</sup>. D'autre part, et plus généralement, ces exemples ne sont que les prémices d'un phénomène plus général de *normalisation internationale* des transactions portant sur la biodiversité. On voit en effet se développer, au plan international, trois séries de travaux parallèles visant à pousser les opérateurs à respecter la philosophie de la CDB, même lorsque l'État sur le territoire duquel ils prospectent ne s'est pas doté de réglementation mettant en œuvre la convention.

Il s'agit d'abord des lignes directrices de Bonn sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages issus de leur utilisation, élaborées dans le cadre de la mise en œuvre de la CDB (Décision VI/24 de la conférence des parties de Convention sur la diversité biologique, La Haye, avril 2002). Elles indiquent aux protagonistes (fournisseurs et utilisateurs de ressources biologiques) comment mettre en œuvre les dispositions de la CDB relatives à l'accès aux ressources et au partage des avantages. Par exemple, elles invitent toute personne voulant collecter à signer un accord de transfert de matériel avec une institution du pays fournisseur et suggèrent les éléments qui devraient y figurer.

Il s'agit ensuite du futur « régime international sur l'accès et le partage des avantages » qui va plus loin dans cette logique et cherche à promouvoir ce que l'on appelle les « mesures d'utilisateurs » (« *users' measures* ») (Nations unies, 2002) : parce que l'élaboration d'une réglementation protectrice de leurs droits représente un fardeau institutionnel pour les pays biologiquement riches, les opérateurs devraient se

---

<sup>9</sup> À ce stade, la France n'a pas décidé si elle souhaitait exercer le droit au consentement préalable ni formellement refusé d'exercer ce droit. Mentionnons d'ailleurs que sa position n'est pas différente, à cet égard, de celle de la plupart des pays industrialisés (Communauté européenne, 2002).

<sup>10</sup> Cas du contrat Yellowstone relativement atypique en ce que les deux parties sont américaines et que le contrat n'en met pas moins en œuvre la CDB (non signée par les États-Unis).

plier à des codes de conduite qu'ils mettraient eux-mêmes en place et qui assurerait un partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources génétiques, prévoirait les conditions de règlements des différends, etc.(UNEP , 2003. À ce titre, les industriels suisses se sont par exemple engagés à divulguer l'origine de leurs ressources génétiques dans leurs futures demandes de brevets.

Il s'agit enfin des travaux menés par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle qui, depuis quelque temps, a mis en place une base de données relative aux contrats portant sur des substances naturelles<sup>11</sup>. Elle cherche par là à satisfaire un double objectif. D'une part, mettre à la disposition des opérateurs une base de données de contrats mettant en œuvre l'APA, ce qui serait le prélude à des contrats sinon standardisés, du moins facilement utilisables/reproductibles. D'autre part, leur faire prendre conscience du rôle décisif que peuvent jouer à cette fin certaines clauses relatives à la propriété intellectuelle.

Autrement dit, à travers cet ensemble, on voit s'amorcer un mouvement de normalisation internationale, cette dernière étant destinée à assurer l'équité des transactions portant sur les ressources biologiques. Il s'agit notamment d'encourager les entreprises, les universités, les instituts de recherche, à utiliser le contrat en tant qu'outil pour s'acquitter de leurs obligations telles qu'elles sont définies par la CDB, à faire en sorte que le contrat juste devienne une pratique courante ; et, ainsi, de promouvoir de « bonnes pratiques contractuelles » que les entreprises seraient incitées à respecter, d'autant que cela leur garantirait une reconnaissance. Au point que l'Union européenne envisage d'intégrer ces bonnes pratiques relatives à l'accès et au partage des avantages dans la réflexion plus large sur la responsabilité sociale des entreprises (RSE)<sup>12</sup>.

Il faut pourtant montrer en quoi l'élaboration d'une réglementation nouvelle spécifique à l'accès est nécessaire. D'abord, quand bien même les évolutions en cours au plan international relèveraient de la responsabilité sociale des entreprises, aucune ne fait peser d'obligations sur les opérateurs. Toutes sont aujourd'hui facultatives et devraient le rester à terme puisque seuls les gouvernements africains militent pour un accord inter-gouvernemental juridiquement contraignant, englobant l'ensemble de la « problématique APA », l'Union européenne s'étant quant à elle jusqu'ici opposée à une telle option. Même si elles sont pertinentes sur le fond, les évolutions en cours paraissent donc fragiles quant à leur portée et ne suffisent donc pas à prévenir les pratiques déloyales.

Pour l'instant, c'est donc au seul droit en vigueur qu'il faut s'en tenir. Or plusieurs raisons exigent de le dépasser.

---

11. Travaux entrepris dans le cadre de l'« Intergovernmental Committee on Intellectual Property and Genetic Resources, Traditional Knowledge and Folklore » (IGC) <http://www.wipo.int/tk/en/igc>

12 La responsabilité sociale et environnementale (RSE) est un concept qui signifie que les entreprises intègrent de leur plein gré les préoccupations sociales et environnementales dans leurs activités commerciales et dans leurs relations avec les parties prenantes. En respectant des normes et des principes directeurs adoptés au niveau international, dont les lignes directrices de Bonn sont un exemple, et en les faisant figurer dans leurs activités de communication en matière d'environnement, les entreprises multinationales peuvent contribuer à assurer un fonctionnement des marchés mondiaux plus propice au développement durable (Communauté européenne, 2003).

D'un point de vue *économique*, en premier lieu, s'abstenir d'organiser plus avant les conditions de bioprospection, ce serait prendre le risque d'exposer la Polynésie, sinon au pillage de ses ressources biologiques, au moins de l'empêcher de tirer correctement avantage des retombées économiques de la valorisation de la biodiversité. Il ne s'agit pas d'être obnubilé par l'échappement des ressources biologiques et de chercher à concevoir un cadre prétendant opérer un contrôle le plus strict possible pour prévenir ce qu'il est désormais convenu d'appeler la « bio-piraterie » : non seulement le contrôle absolu est un leurre, mais il peut aboutir à décourager les opérations de prospection et s'opposerait à l'objectif de valorisation de la biodiversité qui est celui de cette expertise. Il ne s'agit pas non plus de voir dans la biodiversité une « poule aux œufs d'or » : il faut en effet insister sur le caractère aléatoire, à long terme, etc., des revenus tirés de la biodiversité<sup>13</sup> et sur le fait que, du coup, le pari selon lequel ce dispositif sera un fort moteur d'incitation à la conservation de la diversité biologique est fragile. Il s'agit simplement de se donner les moyens de tirer au mieux profit des éventuelles opérations de valorisation, certaines ayant montré (comme les opérations de valorisation d'extraits végétaux au Gabon pour fabrication de produits cosmétiques<sup>14</sup>) qu'elles pouvaient à la fois profiter aux pays fournisseurs (renforcement des infrastructures locales de recherche) et aux prospecteurs *à la condition qu'aient été organisés juridiquement, de façon précoce, les droits et obligations de chacun*. Puisque l'objectif de cette expertise est de valoriser les ressources naturelles polynésiennes, l'élaboration d'un cadre juridique approprié en constitue un rouage essentiel.

Il l'est d'autant plus qu'il apporte une *sécurité juridique* aux futurs utilisateurs de ressources biologiques qui répugnent, au moins pour certains d'entre eux, à investir dans des pays sans cadre juridique clair quant aux conditions d'accès à la biodiversité (l'accès est-il autorisé ou non ? À quelles conditions ? Quelle administration saisir ?). On rappellera, à cet égard, que les incertitudes caractérisant les procédures à suivre par les opérateurs souhaitant avoir accès à la biodiversité sont souvent grandes (voir le cas des collectes opérées en Guyane par l'IRD, lequel informe l'ONF de ses activités d'inventaire et de collecte mais sans que quiconque sache bien clairement dans quelle procédure précise se couler) et ont parfois été telles que, dans certains cas de figure, elles ont conduit à l'abandon de projets de valorisation *a priori* prometteurs (voir les démarches avortées de l'entreprise Roche au Brésil). Conçue de façon souple et flexible, une réglementation spécifique à l'accès constitue donc non pas un frein à l'innovation en Polynésie mais au contraire une chance d'attirer les opérateurs français et étrangers, et donc de renforcer les perspectives de valorisation.

---

13 Du reste, les discussions internationales concernant l'accès et le partage des avantages tirés de l'utilisation des ressources génétiques sont marquées par la frustration des pays du Sud riches en biodiversité. Cette frustration s'explique par le fait que ces pays doivent supporter une grande partie du coût de la mise en œuvre – via la mise en place de réglementations au niveau national – sans en retirer, pour l'instant, de retombées ni en termes financiers ni même de transfert de technologie. De fait, il n'y a pas encore vraiment de blockbuster connu. Par ailleurs, il faut insister sur le fait que l'on parle beaucoup des espoirs de la BD pour le développement de cosmétiques, mais comme le rappellent Y. Barbin et F. Demarne, en cosmétologie, les extraits naturels sont de faible valeur ajoutée (ne valent que quelques dizaines ou centaines de francs au kg alors que, pour la pharmacie, un extrait ayant une activité anti-cancéreuse vaudra 10 fois ou 100 fois plus cher), de faible tonnage (les besoins ne sont pas énormes) et de courte durée de vie (étant donné la volatilité du marché des cosmétiques, le turnover des produits est très rapide). Inversement, on peut nourrir de grands espoirs pour les molécules d'intérêt pharmaceutique, mais à long terme.

14 Voir les contrats signés entre le Gabon et de grandes entreprises, par l'intermédiaire de l'ONG Pronatura.

D'un point de vue *écologique*, une telle réglementation s'avère également nécessaire : s'il faut valoriser les ressources biologiques, c'est en assurant leur pérennité et, donc, en prévenant les incidences néfastes sur l'environnement de la Polynésie, milieu biologiquement riche mais vulnérable [voir la présence d'espèces endémiques originales et de nombreux organismes marins comme des cyanobactéries et bactéries phototrophes dans une zone économique exclusive (ZEE) d'environ 5 000 000 km carrés, dont environ 12 800 km carrés de lagons, mais aussi les menaces auxquelles sont exposés par exemple des écosystèmes fragiles comme les récifs coralliens ou une vingtaine de plantes endémiques (Gargominy, 2003)]. Parmi les collectivités d'outre-mer, la Polynésie française est celle qui comporte le plus grand nombre d'espèces vivantes éteintes et menacées. Dans ces conditions, l'accès à la biodiversité et sa valorisation ne sauraient être affaire de droit privé, même lorsque la biodiversité est située sur des propriétés privées.

Enfin, d'un point de vue *politique*, s'abstenir d'organiser plus précisément les conditions de bioprospection serait risquer de voir les prospections contestées par les communautés villageoises. On reviendra sur ce point. Plus généralement, la conception d'un tel cadre s'inscrit « dans le sens de l'histoire ». Il faut en effet rappeler que toute une série d'actions régionales poursuivent précisément ce but. On peut citer les travaux (encore embryonnaires) engagés par le secrétariat général de la Communauté du Pacifique Sud (CPS), acteur clé du développement régional et qui se présente aujourd'hui comme le « gardien des ressources du Pacifique », des savoirs traditionnels et des expressions de la culture de cette région. On notera plus particulièrement les travaux du réseau « Pacinet »<sup>15</sup>, dont l'objectif consiste à doter les pays de la CPS des moyens techniques et juridiques pour mieux connaître et conserver leur biodiversité et mieux mettre en œuvre les droits auxquels ils peuvent prétendre en vertu de la CDB. Il s'agirait, comme l'ont fait avant eux les pays de la Communauté andine ou ceux de l'Organisation de l'Unité africaine, de s'engager dans la formation d'un « cartel », avec l'idée qu'un système multilatéral pour le Pacifique présentera le double avantage de simplifier les démarches administratives des prospecteurs et de créer un « *level playing field* » pour les États du Pacifique. Il faut tout de suite préciser que ces travaux n'ont encore, pour la plupart, mené à rien de très abouti sur le plan juridique et que l'on ne peut donc pas se contenter ici de ces premiers développements<sup>16</sup>. Il reste que, politiquement, ces derniers indiquent une mouvance de la région Pacifique Sud, qui entend développer la bioprospection tout en la contrôlant pour mieux en tirer profit.

Économie, écologie, politique, sécurité juridique : parce que la collecte de biodiversité polynésienne et les conditions de son exploitation présentent tous ces enjeux, la question ne peut être abandonnée aux seules volontés individuelles (celles des propriétaires privés, des chercheurs, des entreprises, etc.). Elle requiert l'intervention du territoire, à la fois parce que les intérêts en jeu sont de nature collective (protection de l'environnement, équité fournisseurs/utilisateurs, recherche scientifique, etc.) et nécessitent un minimum d'arbitrage et d'administration, mais aussi parce que la valorisation de la biodiversité polynésienne en dépend. D'où la nécessaire mise en place d'une forme ou d'une autre de réglementation, ce à quoi on va s'atteler ici.

---

<sup>15</sup> [http://www.sidsnet.org/pacific/sprep/CALL\\_Web/PACINET\\_fr.htm](http://www.sidsnet.org/pacific/sprep/CALL_Web/PACINET_fr.htm)

<sup>16</sup> Un modèle d'accord de transfert de matériel biologique a été établi mais ne concerne que les collections ex situ de plantes à usage agricole, à l'exclusion, par exemple, de la prospection in situ de plantes sauvages.

## 2. Options possibles et recommandations

On envisagera deux options. Dans une option minimale, on indiquera les points essentiels à prendre en compte dans une réglementation de l'accès à la biodiversité (consentement préalable, formes des contrats, contrôle, droits de propriété industrielle, etc.) et la façon de les traiter. On l'a dit, un projet de texte est en préparation, qui vise précisément à réglementer l'accès aux ressources biologiques de Polynésie ; il s'agira donc de s'appuyer sur l'existant plutôt que de tout réinventer. Mais d'une part, ce texte ne nous a pas été communiqué ; d'autre part, pour ce qui nous en a été divulgué, il paraît perfectible sur un certain nombre de points. Il est donc nécessaire, à un stade précoce de son élaboration, de montrer en quoi.

Dans une option plus ambitieuse, on envisagera la prise en charge, par la Polynésie française, d'une activité de prestation de service dans le domaine qui nous occupe. Il s'agira notamment de réfléchir à l'établissement de collections, bibliothèques et extractothèques, assumant une partie de l'activité d'extraction des substances naturelles au profit des instituts de recherche et des entreprises. Cette option, qui paraît prometteuse étant donné le potentiel de petites industries privées et de laboratoires de recherche (même si l'ensemble connaît une dynamique fragile), exige une réflexion juridique (statut des collections et bibliothèques, activité contractuelle de ces mêmes institutions, etc.).

Enfin, on abordera la question des éventuels droits des « autochtones » ou « populations locales » sur les résultats de l'exploitation des ressources biologiques. Même si l'on avance parfois que la Polynésie française connaît une autochtonie peu développée contrairement à la Guyane et à la Nouvelle-Calédonie, cette question paraît incontournable. Quel que soit en effet l'état de l'autochtonie en Polynésie, la protection des intérêts des communautés locales ne s'en pose pas moins. Faute de mission sur place et d'informations précises, on se contentera de formuler quelques éléments de réflexion.

### 2.1. Option minimale : institution d'un principe d'APA

On fixera ici la trame et les éléments clés d'un texte relatif à l'APA. Pour la plupart, ces éléments sont maintenant relativement bien connus, d'abord parce qu'ils sont repris dans l'ensemble des législations adoptées depuis 1992 par différents États<sup>17</sup> (cf. annexe 1), ensuite parce qu'ils ont été listés dans les récentes lignes directrices de Bonn<sup>18</sup>. Il s'agit notamment du principe d'accord préalable en connaissance de cause et de la conclusion d'un contrat. Leur conception ou leur mise en œuvre suscite toutefois des difficultés (Varella, 2004) appelant des propositions.

---

<sup>17</sup> <http://www.grain.org/brl/>, the Biodiversity Rights Legislation section of the GRAIN website

<sup>18</sup> <http://www.biodiv.org/doc/publications/cbd-bonn-gdls-fr.pdf>

### Principe d' accord préalable en connaissance de cause

Le premier impératif consiste à établir un principe d'accord préalable en connaissance de cause (APCC). Que signifie-t-il ? Il implique que la collecte ne peut être réalisée qu'une fois acquis l'accord de l'autorité publique, cette dernière ayant préalablement eu à sa disposition les éléments d'information lui permettant de préserver ses droits sur les ressources et les bénéfices qui en seront éventuellement tirés.

Cette formalité de l'accord préalable doit obéir à deux exigences. D'une part, celle de la clarté (quelle administration saisir ? Dans quel cas de figure, etc. ?). D'autre part, celle de la souplesse. S'il est encore difficile, en raison du peu d'expérience acquise, d'évaluer précisément les incidences des réglementations qui, à travers le monde, exigent un accord préalable en connaissance de cause avant les collectes, des critiques ont été exprimées par le secteur privé et celui de la recherche à l'égard de certaines des procédures établies, trop lourdes, et décourageant au bout du compte l'accès aux ressources génétiques, ce qu'il faut éviter.

*Après de qui solliciter solliciter le CPCC ?*

On ne s'arrêtera guère sur ce point car ce n'est pas ici l'essentiel. Il faut simplement rappeler :

- Que le consentement préalable de la délégation à la recherche devrait être recherché.
- Qu'étant donné le corpus juridique très fourni en matière de protection de l'environnement en Polynésie (espaces protégés, espèces protégées au titre de la CITES, récifs coralliens protégés au titre de l'IFRECOR<sup>19</sup>), les autorités d'environnement devraient également être impliquées d'une manière ou d'une autre. Les directeurs de parcs naturels, les syndicats composés des collectivités territoriales comprises dans les parcs régionaux, etc., devraient avoir leur mot à dire.
- Qu'il est important de renforcer les capacités de ces administrations pour qu'elles consentent « en connaissance de cause ».

On s'arrêtera plus longuement sur le champ d'application de l'accord préalable en connaissance de cause car il soulève davantage de difficultés.

*Quel doit être le champ d'application de l' accord préalable en connaissance de cause, c'est-à-dire à quel type de collectes doit-il s'appliquer ?*

À notre avis, il doit être conçu de façon large.

Si l'on a bien compris, le texte en cours d'élaboration prévoit que tout prélèvement d'une espèce *endémique* nécessite une autorisation préalable. Cette disposition, qui viendrait amender la délibération n° 95-257 du 14 décembre 1995 relative à la protection de la nature, vise à combler les limites actuelles de ce texte qui,

---

<sup>19</sup> L'IFRECOR (Initiative Française pour les REcifs COralliens) est une action nationale en faveur des récifs coralliens des collectivités de l'Outre-Mer, engagée en mars 1999 sur décision du Premier Ministre

comme on l'a vu, ne prévoit d'autorisation préalable que pour le prélèvement de spécimens d'espèces protégées. Mais l'extension de l'obligation d'autorisation aux seules espèces endémiques ne paraît pas satisfaisante.

D'un côté, on imagine les raisons qui ont pu conduire à ce choix. Il s'agit de ne pas limiter, en tout cas de ne pas compliquer, l'exploitation et l'exportation de ressources vivantes qui participent aujourd'hui à l'économie du pays, comme les fleurs coupées ou les ressources de la pêche. Il s'agit donc de ne pas assujettir ces activités économiques à un carcan d'obligations nouvelles, d'autant que ces activités sont classiques et ne relèvent pas vraiment du cas de figure visé par l'article 15 de la CDB, dans lequel des ressources génétiques donnent lieu à des activités de R&D dans un but de *valorisation différée*. Mais de l'autre côté, en limitant le champ d'application du consentement aux seules espèces endémiques, la Polynésie retient un critère qui, d'une part, s'avère fragile car difficilement opérationnel, d'autre part risque de ne pas lui permettre de profiter pleinement des droits qui lui sont conférés par la CDB.

En effet, si le but recherché est d'exclure les activités économiques classiques (pêche, commerce de fleurs coupées, etc.), il ne peut être atteint qu'imparfaitement par la notion d'espèce endémique. Cette notion couvrira en effet certaines fleurs coupées, certains produits de pêche ou d'autres ressources spécifiques à la Polynésie, comme la vanille, le santal ou le nono. Si le but recherché est de donner à la Polynésie les moyens de contrôler les collectes des instituts de recherche et entreprises pharmaceutiques, il n'est pas mieux atteint par la notion d'espèce endémique, même si cette dernière renvoie *a priori* aux espèces les plus intéressantes d'un point de vue scientifique. En effet, ces acteurs de la biologie, de la chimie ou de la biotechnologie ne concentrent pas exclusivement leur attention sur les espèces endémiques. En Polynésie, peut-être plus qu'ailleurs, l'évolution a ségrégué des taxons extrêmement spécifiques par rapport aux taxons occidentaux ; bien qu'ils ne soient pas endémiques à proprement parler, ces taxons sont sources de caractéristiques potentiellement intéressantes. Dans ces conditions, distinguer entre l'endémique et le non-endémique, c'est donner le feu vert à des opérations de prospection susceptibles d'aboutir au développement d'un produit sur lequel la Polynésie ne se sera ménagé aucun droit.

En réalité, il ne faut pas tenter d'établir un critère discriminant, qui distingue les collectes soumises à autorisation et celles qui y échappent, soit ni un critère tenant aux ressources susceptibles d'être prélevées, ni un critère tenant aux personnes désirant prospecter, ou au but recherché par ces dernières.

En effet, en ce qui concerne les ressources susceptibles d'être prélevées, toute ressource *in situ* ou *ex situ* (car des collections existent en Polynésie, cf. *infra*), endémique ou non, marine aussi bien que terrestre, entière ou non (cellules, ADN, etc.), brute ou accompagnée de connaissances quant à ses vertus thérapeutiques, insecticides, etc., est susceptible d'être valorisée à l'issue d'un processus industriel chimique ou biotechnologique. Toutes doivent donc être soumises au principe de l'APCC.

La même exigence s'impose en ce qui concerne les personnes désirant prospecter, étrangers aussi bien que français, entreprises privées aussi bien qu'instituts de recherche publique. Car dans le domaine qui nous occupe ici, il n'existe pas de

frontière nette entre le public et le privé, la recherche fondamentale et la recherche appliquée à débouchés commerciaux.

La plupart des instituts de recherche, qu'ils soient privés ou publics, s'investissent dans la recherche appliquée et déposent des brevets. Qu'il s'agisse du CNRS, du MNHN, de l'IRD ou du CIRAD, une classique activité d'inventaire est toujours susceptible de déboucher sur des recherches appliquées. Ils sont par ailleurs en relation directe avec des entreprises privées, non seulement lorsque ces dernières exploitent leurs brevets mais aussi plus en amont, lorsque l'institut de recherche réalise des prospections pour leur compte. Parfois, un institut de recherche public va ainsi servir de « paravent » pour éviter d'avoir à demander un APCC (voir l'exemple de l'entreprise espagnole de biotechnologies Pharmamar qui, d'après nos informations, fait opérer des plongées en Polynésie par un chercheur français qui la fournit en échantillons biologiques, sans APCC, mais contre le financement d'une ou plusieurs thèses dirigées par le chercheur en question). Parfois, l'institut public est engagé dans des liens contractuels avec l'entreprise et en est un prestataire de service, chargé à la fois d'obtenir l'APCC et de réaliser la prospection (voir par exemple les jardins botaniques dont certaines recherches sur les ressources génétiques végétales sont financées par des partenaires commerciaux comme Merck, Glaxo ou Pfizer). Le produit des prospections est donné à l'entreprise qui, contre des avantages procurés à l'institut de recherche, en acquiert l'exclusivité pour la R&D<sup>20</sup>. Quel que soit le cas de figure, on voit qu'il ne met pas en jeu la seule recherche académique, mais aussi la recherche appliquée et le développement industriel. Dans ces conditions, il est artificiel de tenter de distinguer entre recherche publique et recherche privée, entre recherche fondamentale et application commerciale, entre projets français et projets étrangers. Quelle que soit l'hypothèse envisagée, un APCC doit être sollicité.

Afin de ne pas multiplier inutilement les lourdes formalités administratives, après avoir posé le principe du consentement préalable en connaissance de cause, on pourra indiquer que, par dérogation à ce principe, les activités classiques d'exploitation et de valorisation des ressources biologiques (pêche côtière ou exploitation du jus de nono par l'industrie alimentaire, fleurs coupées, etc.) y échappent, *pour autant qu'elles se situent bien dans une perspective d'exploitation et de valorisation directe des ressources biologiques*. Tout transfert de la ressource à titre gratuit ou onéreux, ou tout transfert d'autres ressources qui auraient été capturées/prélevées à titre accessoire, à un tiers qui aurait pour but d'en faire une valorisation indirecte, est interdit, sauf APCC de l'autorité compétente. C'est ainsi qu'une entreprise pharmaceutique ne saurait récupérer les captures annexes (algues, micro-organismes, etc.) auprès des pêcheurs sans APCC. De même si, à partir d'une ressource commercialisée comme le nono, une entreprise entend mener des opérations de recherches hautement technologiques (par exemple, la synthèse d'une molécule ou l'utilisation d'un gène). Si ces différents cas de figure ne doivent pas échapper au principe du consentement préalable, c'est pour qu'au bout du compte, la Polynésie puisse en tirer quelques avantages, soit pour avoir fourni le matériel à l'origine de l'innovation, soit pour compenser les pertes liées au fait que les

---

20 C'est le circuit classique d'une ressource : transfert gratuit du Sud vers le Nord dans le cadre de la courtoisie académique et des bénéfices que peuvent en retirer les chercheurs du Sud, puis transfert vers les industries, l'État fournisseur et les communautés n'étant évidemment pas au courant. Or c'est justement ce circuit qui est pour l'essentiel à l'origine de ce que l'on nomme aujourd'hui la « biopiraterie ».



produits pourront désormais être totalement fabriqués à l'étranger (exemple : gène permettant d'obtenir l'arôme du santal, etc.).

### Conclusion d'un contrat

Une fois les éléments entre les mains de l'autorité compétente, celle-ci peut rejeter la demande de collecte ou l'autoriser. Dans le second cas de figure, elle doit ne l'autoriser qu'à certaines conditions convenues avec le prospecteur. À cet effet, la signature d'un contrat (appelé de façon générique un « Accord de transfert de matériel » ou « ATM ») constitue le mécanisme le plus adapté. Il permet en effet de déterminer les droits et les obligations de chacune des parties. Par exemple, l'une autorise la collecte, l'autre s'engage à ne prélever que tel ou tel spécimen ; l'une fournit des prestations techniques pour aider à la prospection, l'autre s'engage en contrepartie à partager les fruits des recherches auxquels les spécimens donneront prise, etc.

Qui dit contrat dit théoriquement liberté des contractants de s'engager selon des termes « mutuellement convenus » : c'est la liberté contractuelle. Pourtant, en ce qui concerne la prospection de ressources biologiques, il paraît nécessaire que la loi encadre cette liberté. Deux raisons l'expliquent. D'abord, on se trouve ici confronté à un domaine jeune, dans lequel la pratique contractuelle n'est guère « rodée ». Que la loi apporte quelques éclairages n'est donc pas inutile, même s'il ne s'agit pas de fixer les termes d'un modèle unique de contrat : chaque opération d'exploitation des substances naturelles a en effet ses spécificités, et c'est aux partenaires d'en préciser les conditions. Ensuite, comme on l'a déjà dit, certains intérêts publics sont en jeu, qui exigent que la loi fixe une série de dispositions auxquelles ces contrats ne peuvent déroger, que les parties soient des personnes physiques ou morales, publiques ou privées. Cela n'a rien de spécifique à la prospection de biodiversité, au demeurant : le contrat médical ou le contrat de consommation doivent obéir à certaines dispositions (obligation d'information du patient, délai de rétractation du consommateur, etc.) destinées à protéger des intérêts. En l'occurrence, il s'agirait de protéger les intérêts de la Polynésie.

Cela étant posé, il est nécessaire de prendre parti sur plusieurs points qui, dans les réglementations qui ont fleuri ici ou là concernant la collecte de ressources biologiques, donnent lieu à des solutions différentes (Kate et Laird, 1999 ; Varella, 2004 ; Bellivier, 2004).

#### *Contrat de recherche, contrat commercial ?*

Un premier point concerne la question de savoir si le contrat signé avec le prospecteur doit se limiter à organiser les opérations de prospection pour la recherche ou s'il doit d'emblée anticiper sur les futurs éventuels développements commerciaux. Certains ont opté en faveur du contrat de recherche et renvoyé à une étape ultérieure la négociation d'un accord commercial. Par exemple, la Province Sud de Nouvelle-Calédonie s'est dotée d'un « formulaire de demande d'autorisation de collecte de matériels botaniques » par lequel toute personne autorisée à collecter s'engage à « ne destiner aucun matériel botanique ou sous-produit, ni aucun résultat des recherches qui seront effectuées à un usage commercial direct ou indirect, sauf agrément ou convention particulière avec la Province Sud ». D'autres ont au contraire prévu, dès l'amont, les dispositions relatives à la recherche mais aussi au partage des avantages s'il en existe. Ici, le contrat fixe donc les droits et obligations du fournisseur et du prospecteur, du

début des opérations de collecte jusqu'au but recherché, à savoir la production de produits à partir des spécimens biologiques collectés.

Opter pour l'une ou l'autre option est délicat. La première repousse à plus tard les négociations commerciales et permet donc d'éviter des pourparlers coûteux en temps et en argent sur des aspects commerciaux encore purement spéculatifs. Mais en contrepartie, elle présente le risque de ne pas suffisamment sécuriser en amont les relations contractuelles. Quant à la seconde option, on aura compris qu'elle présente les avantages et les inconvénients inverses.

Idéalement, c'est pourtant cette seconde option qu'il faut privilégier, car elle présente des avantages (fixer précisément les droits et obligations de chacun, du début des activités de prospection jusqu'à l'exploitation, et donc éviter les éventuels litiges) qui l'emportent sur ses inconvénients. Au point que, contrairement à ce que l'on entend parfois dire, de nombreux industriels lui sont favorables en dépit de sa lourdeur. C'est par exemple le cas de la plupart des industriels de la pharmacie. Dans ce domaine où le développement et la commercialisation des produits sont un parcours long et semé d'embûches, la prévisibilité juridique et économique est essentielle. Elle exige que soient fixés d'emblée les avantages auxquels doit s'engager l'entreprise en contrepartie de la collecte et du développement de produits, si ces derniers pourront être protégés par un brevet, si l'entreprise pourra le céder ou le donner en licence, à qui, etc.

Toutefois, il ne faudrait pas s'enfermer dans ce modèle unique du contrat commercial, notamment lorsqu'il existe un enjeu immédiat, pour les deux parties, à signer un contrat de recherche et que les négociations sur les aspects commerciaux risquent de retarder voire de faire échouer les opérations. L'essentiel est alors de mentionner dans le contrat de recherche que, dans le cas où le co-contractant passe du stade de la recherche à celui de l'application industrielle ou commerciale, il s'oblige à renégocier un nouveau contrat avec le fournisseur des ressources biologiques (clause du type : « Toute protection d'un résultat par un titre de propriété industrielle ou toute commercialisation d'un résultat ne saurait intervenir avant la conclusion d'un avenant au présent contrat, définissant les droits respectifs des parties. »). Afin d'éviter tout malentendu, le contrat doit indiquer que cette obligation vaut si un brevet est déposé ou si un produit est commercialisé. En tout état de cause, il faut donc éviter de délivrer une licence ou un permis de collecte à visée de recherche scientifique sans y prévoir qu'en cas de développement d'une innovation, un accord de partage devra être négocié.

#### *Dispositions contractuelles*

S'agissant des dispositions du contrat, certaines sont des dispositions « de base » fixant les droits et obligations des parties à propos de la prospection et de la recherche (lieu de recherche, durée éventuelle de l'exclusivité, si l'exclusivité de collecte est accordée au co-contractant, etc.), et ne nous intéressent pas véritablement ici : elles relèvent de la liberté des contractants. D'autres, en revanche, sont essentielles et doivent être prévues dans la loi. Elles seront d'ordre public, ce qui signifie que les contractants ne pourront y déroger. Sans prétendre à l'exhaustivité, on en dressera une liste, sachant que plusieurs options sont le plus souvent envisageables, que l'on discutera.

*Accès sous condition d'utilisation durable.* D'abord, il va sans dire que l'accès aux ressources biologiques doit toujours être autorisé sous condition d'utilisation

durable. On notera du reste que cette exigence est indirectement requise par l'article 49, « Commerce et environnement », de l'Accord de partenariat, d'une part, entre les membres du groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique, et d'autre part la Communauté européenne et ses États membres<sup>21</sup>.

*Partage des avantages.* S'agissant des avantages que le prospecteur s'engage à partager avec le fournisseur, ou plus exactement de la contrepartie qu'il lui alloue, plusieurs modalités sont possibles. Cette contrepartie peut être immédiate ou à long terme, financière ou en nature.

Par *bénéfices immédiats*, on entend généralement les cas de figure suivants : paiement par échantillon prélevé, versement d'un « droit d'entrée », c'est-à-dire d'une somme correspondant au simple droit de collecter (c'est le cas de figure retenu par les contrats, très médiatisés, entre *Inbio Costa Rica* et *Merck*), aide technique qui peut aller de la duplication de spécimens de référence pour des établissements nationaux à un programme d'aide à la santé publique (étude des maladies locales) ou à l'éducation ; coopération scientifique et technologique avec les institutions locales ; concession de bourses d'études ; consolidation des structures locales de recherche, etc.

Les *bénéfices à moyen ou long terme*, quant à eux, peuvent prendre une forme largement symbolique (mention du nom du ou des fournisseurs en cas de publication), ou une forme financière comme le reversement d'une part des bénéfices issus de la vente des procédés et des produits qui seront éventuellement développés *in fine*. À cet égard, les dispositions relatives aux droits de propriété industrielle – c'est-à-dire aux brevets – jouent un rôle crucial dans la mise en œuvre du principe de partage des avantages. Parfois, l'invention finale pourra donner lieu à un brevet *conjoint*. Le plus souvent, l'entreprise ou l'institut de recherche sera titulaire des éventuels brevets, l'autre percevra une part des royalties. Les droits de propriété industrielle ne sont toutefois que l'un des nombreux mécanismes possibles de partage. D'autres contrats prévoient ainsi que le fournisseur touchera plutôt un pourcentage des revenus de la commercialisation des futurs produits ou que des *joint-ventures* seront formées pour la création des fondations technologiques.

Chacune de ces modalités de partage a ses avantages et ses inconvénients en fonction des cas d'espèce. On ne privilégiera donc pas l'une au détriment d'une autre. On se contentera simplement de formuler cinq observations importantes.

Premièrement, comme on l'aura compris, si les modalités du partage doivent être adaptées à chaque cas de figure, le principe d'un partage doit être mentionné dans le

---

21 « Les parties réaffirment leur engagement à promouvoir le développement du commerce international de manière à assurer une gestion durable et saine de l'environnement, conformément aux conventions et engagements internationaux en la matière et en tenant dûment compte de leurs niveaux respectifs de développement. Elles conviennent que les exigences et besoins particuliers des États ACP devraient être pris en considération dans la conception et la mise en œuvre des mesures environnementales. *Compte tenu des principes de Rio et en vue de faire en sorte que les politiques commerciales et environnementales se complètent*, les parties conviennent de renforcer leur coopération dans ce domaine. La coopération visera notamment à mettre en place des politiques nationales, régionales et internationales cohérentes, à renforcer les contrôles de qualité des biens et des services sous l'angle de la protection de l'environnement et à améliorer les méthodes de production respectueuses de l'environnement dans des secteurs appropriés » (Accord 2000/483/CE, 2000)

texte de loi comme un principe d'ordre public auquel les prospecteurs ne peuvent déroger.

Deuxièmement, en ce qui concerne les avantages à court terme, le paiement immédiat soit d'un droit d'entrée, soit d'une somme par échantillon prospecté paraît idéal, mais il appelle deux observations. D'une part, il constitue de plus en plus une exception, les entreprises étant réticentes à payer d'emblée face aux aléas qui caractérisent les débouchés scientifiques, techniques et commerciaux de la prospection. D'autre part, lorsque l'entreprise ou l'institut de recherche paye par extrait prélevé, on a alors affaire à une *vente* de matériel biologique, laquelle paraît exclure toute perspective ultérieure de partage des bénéfices tirés des produits éventuellement développés *in fine*. Au bout du compte, une prestation en nature (aide technique, par exemple) paraît plus appropriée.

Troisièmement, outre les avantages de court terme, il faudra toujours aménager un partage des éventuels futurs bénéfices commerciaux. Mais, d'une part, s'en tenir à un partage des brevets peut être dangereux car le produit final ne sera pas nécessairement protégé par un tel mécanisme. Il faut donc toujours prévoir, par une disposition supplémentaire, le versement d'un pourcentage des résultats commerciaux. D'autre part, avant de rédiger les clauses concernant la propriété intellectuelle, on doit avoir bien réfléchi aux avantages et inconvénients des différentes clauses possibles. Ainsi, prévoir que tout brevet sera conjoint présente une difficulté ; en particulier, le brevet conjoint n'est possible que si le fournisseur a participé à l'invention et, le plus souvent, s'il acquitte une part des taxes nécessaires à l'entretien du brevet (sauf disposition contraire inscrite au contrat). Inversement, il faut avoir conscience de ce qu'un simple pourcentage sur les revenus de l'exploitation du brevet ne donne au fournisseur des ressources biologiques aucune marge de manœuvre quant aux modalités d'exploitation de ce brevet. Si le prospecteur l'exploite mal ou ne trouve aucun licencié pour l'exploiter, le fournisseur n'a que très peu de latitude à l'égard de la politique commerciale de l'entreprise ou de l'institution de recherche, surtout lorsque celle-ci ne commercialise pas elle-même mais va simplement chercher des entreprises à qui concéder une licence de brevet (c'est le cas, par exemple, du National Cancer Institute américain, qui n'exploite pas lui-même ses brevets). Le contrat devrait alors reconnaître à la Polynésie le droit de négocier directement le montant des royalties avec l'entreprise licenciée.

Quatrièmement, le contrat devrait prévoir que, dans le cas où une question de production de molécules bioactives à grande échelle venait à se poser, l'industriel ayant par exemple besoin de telles molécules pour ses études cliniques ou la production industrielle, le co-contractant s'engagerait à aider la Polynésie au développement d'une production locale d'organismes vivants capables de fournir les molécules en quantité suffisante et à se fournir en Polynésie.

Enfin, il faut avoir conscience de ce que toute perspective de partage à terme risque de n'être qu'une coquille vide si les dispositions qui le prévoient ne sont pas complétées par d'autres, qui organisent un contrôle des différentes opérations.

*Contrôle.* Chacun des maillons de la chaîne allant du prélèvement au développement d'un produit doit faire l'objet d'un contrôle par le fournisseur du matériel, faute de quoi la perspective d'un partage devient hasardeuse.

D'abord, le contrôle doit s'exercer lors de la prospection *stricto sensu*. Il vise sinon à vérifier que le prospecteur ne va pas au-delà des prélèvements autorisés (dépassement du nombre d'échantillons fixés, prospection hors des zones prévues, etc.), au moins à identifier précisément ce qui est collecté. Cette première étape du contrôle est d'autant plus importante à concevoir qu'en Polynésie, il ne semble pas exister d'ONG qui, comme c'est le cas dans certains pays, assument le rôle d'intermédiaire entre les fournisseurs de biodiversité et les prospecteurs, précisément pour contrôler l'activité de ces derniers. Aussi, lorsque la prospection a lieu dans une aire protégée, il convient de faire réaliser ce contrôle par la direction *des parcs*. Ailleurs (en forêt, en mer), la mobilisation d'un ou de plusieurs chercheurs locaux sera nécessaire.

Au-delà de cette première étape, le contrôle reste nécessaire, pour garder une trace du matériel collecté et des recherches auxquelles il donne prise. Il doit se décliner de la façon suivante :

– Contrôle des *transferts successifs* des spécimens collectés : parce que l'institut de recherche ou l'entreprise peuvent transférer à des tiers les spécimens obtenus en application du contrat, il faut contrôler ces éventuels transferts, ou bien toute perspective de maîtrise de ses ressources par la Polynésie disparaît. Pour ce faire, deux sortes de dispositions sont envisageables. Dans une première hypothèse, le co-contractant est en droit de transmettre tout ou partie des spécimens, mais à la condition qu'il fasse à son tour signer au bénéficiaire le même accord que celui par lequel il est engagé avec la Polynésie. Cette solution présente des avantages indéniables de souplesse et, à ce titre, elle est largement utilisée dans la recherche académique. Elle est même nécessaire dans certains domaines comme celui du développement de variétés agricoles, où les ressources doivent pouvoir circuler facilement et rapidement entre les parties prenantes. Toutefois, en dehors de ces deux cas de figure, elle présente des limites, à la fois en termes de contrôle des transferts par le fournisseur initial et de partage des responsabilités. Des « chaînes de contrats » se forment en effet, qui rendent complexe l'attribution des responsabilités lorsqu'au bout du compte, la ressource transférée n'aura pas été exploitée dans le respect des conditions initialement fixées. Il faut donc préférer une seconde solution, dans laquelle le prospecteur s'engage purement et simplement à ne pas transférer les spécimens collectés. Les instituts de recherche commencent à être rompus à cette pratique. Quant aux entreprises, il faut bien avoir conscience que la plupart d'entre elles y sont favorables car désireuses de conserver l'exclusivité *de jure* ou *de facto* les spécimens.

– C'est ensuite le *contrôle des travaux du co-contractant* qui s'impose. À cette fin, inscrire au contrat une clause prévoyant que les recherches (depuis le screening jusqu'au développement d'un produit) seront menées sur place serait idéal, mais la plupart du temps cela se révèle inadapté aux contraintes techniques des prospecteurs. On pourrait alors imaginer un contrôle en aval, opéré par les offices de brevets, dont le rôle peut être essentiel à cet égard. Ils pourraient en effet exiger du demandeur qu'il divulgue les ressources génétiques et connaissances ayant contribué à la mise au point de son invention, et produise

les documents par lesquels il a été autorisé à les utiliser. C'est ainsi que la décision 391 du Pacte andin prévoit que chaque office de brevet des cinq pays du pacte exige, lors du dépôt d'une demande de brevet, la copie du contrat d'accès ainsi que la licence d'utilisation des savoirs autochtones, et prévient le pays fournisseur. De la même manière, l'office de brevet indien se référerait à la base de données locale pour opérer sa recherche d'antériorités et d'inventivité.

Toutefois, une telle solution n'a de portée pratique que si l'ensemble des offices de brevets opèrent un tel contrôle et non pas seulement celui du pays fournisseur, la plupart des brevets étant sollicités ailleurs (Office européen des brevets, US Patent and Trademark Office, etc.). Or si l'entreprise est techniquement faisable, elle suscite une grande réticence politique (Communauté européenne, 2002), même si des évolutions récentes doivent être notées<sup>22</sup>.

Soyons réaliste, donc. En attendant un accord international sur ce point, le contrôle des travaux de R&D doit être organisé de façon contractuelle. Plusieurs dispositions peuvent être prévues :

- Au minimum, un retour régulier d'informations sur l'avancement des travaux de recherche (obligation de prévenir la Polynésie de toute identification de composés actifs, organisation d'audits, etc.).
- Mieux, une coopération avec les institutions locales sera organisée lorsqu'elle est possible, de façon à intégrer ces institutions dans la recherche. Il est en effet essentiel qu'un maximum de locaux soient associés aux travaux, à la fois en ce qui concerne la collecte et les opérations de recherche. Sans aller jusqu'à rendre obligatoire, comme le font certaines normes (voir la norme fédérale en vigueur au Brésil), la participation d'une institution de recherche nationale, elle devra être recherchée autant que possible. À la figure du contrat liant uniquement l'autorité polynésienne au prospecteur, il faudra préférer un contrat associant une institution locale (université, centre de recherche...) ou régionale, comme tentent d'ores et déjà de le faire systématiquement Fidji ou Samoa avec l'Université du Pacifique Sud.
- Lorsqu'une collaboration scientifique non prévue par le contrat est envisagée par le co-contractant, ce dernier est tenu d'en informer la Polynésie et de lui fournir un descriptif détaillé des termes de la collaboration.
- Enfin, on pourra, comme le prévoient certains contrats, fournir au co-contractant des échantillons ne comprenant pas d'autre indication qu'un numéro de code (pas de nom de spécimen ni de précisions quant à l'endroit où il a été collecté), de sorte que si le co-contractant, après avoir testé l'échantillon, l'estime intéressant, il est contraint de revenir vers le fournisseur pour poursuivre et affiner ses recherches. Il ne faut toutefois pas attendre d'un tel mécanisme plus d'efficacité que ce qu'il peut donner puisque, dans certains cas, l'utilisation de techniques telles que le clonage pourrait dispenser le co-contractant de revenir sur place pour se procurer de nouveaux échantillons.

---

<sup>22</sup> L'idée revient en effet en force, à la fois dans les lignes directrices de Bonn et dans le régime international en préparation. Surtout, voir la Communication de la Commission (Communauté européenne, 2003) qui entend « encourager la divulgation du pays d'origine des ressources génétiques dans les demandes de brevets » et empêcher, par des obligations d'information et certificats d'origine, l'utilisation de ressources génétiques obtenues sans consentement préalable en connaissance de cause.

Si le contrôle absolu paraît donc hors de portée, la combinaison des dispositions mentionnées plus haut reste nécessaire pour permettre à la Polynésie de maîtriser l'évolution des recherches auxquelles ses ressources donneront prise.

## **2.2. Option plus ambitieuse : l'institution de souchothèques, voire le développement d'un pôle biotechnologique**

De façon que le maximum de plus-value liée à la valorisation de la diversité biologique reste sur place et profite à la Polynésie, il est souhaitable d'accompagner le cadre minimal décrit plus haut d'une stratégie plus « offensive ». En pratique, il s'agirait d'établir – voire de regrouper dans un pôle technologique – une ou plusieurs « souchothèques » et « extractothèques » qui, non seulement opéreraient les prospections, mais aussi l'extraction de molécules d'intérêt potentiel en lieu et place des chercheurs et industriels. Cet ensemble assumerait donc un rôle à la fois plus actif dans la fourniture de matériel biologique et, du même coup, serait susceptible de susciter voire d'initier des projets de valorisation en collaboration avec le monde de la recherche et l'industrie.

### **Argument général**

Il ne s'agit pas de pousser l'ambition au-delà de ce que les moyens techniques et humains de la collectivité territoriale peuvent offrir. Par exemple, le criblage (c'est-à-dire les tests pour les essais pharmacologiques ou cosmétiques ultérieurs) exigerait des compétences techniques difficiles à réunir en Polynésie. Concrètement, il s'agirait de mettre en place une ou plusieurs collections capables de caractériser les organismes collectés, de les préserver, et d'extraire les métabolites primaires ou secondaires synthétisés par ces organismes. Aux collections taxonomiques de référence déjà existantes s'adjoindraient ainsi des « extractothèques », dites aussi « banques de molécules » ou « chimiothèques ».

Correspondant à l'évolution des mentalités dans les pays mégadivers, qui veulent être « auto-suffisants » en matière de taxonomie, technologies d'identification, etc. (voir l'exemple de Bionet, cf. *supra*), cette orientation présente plusieurs avantages. En premier lieu, elle répond à une demande, en tout cas suscite l'intérêt des entreprises de biotechnologies. Outre le fait que les bibliothèques et extractothèques constituent pour elles un vivier, elles leur évitent, d'une part, les formalités liées à la demande d'APCC, d'autre part, la réalisation de prospections à l'aveugle. Des entreprises comme Servier, Astra Zeneca, Pharmamar ou Pierre Fabre se sont dites, dans d'autres cadres, favorables à un tel système de mise à disposition d'une série d'échantillons déjà présélectionnés. Ensuite, l'institution de souchothèques et extractothèques permet d'initier des projets de R&D et d'y associer plus étroitement les locaux. Enfin, elle offre un moyen de surmonter partiellement les problèmes de contrôle (cf. *supra*), les extractothèques ne fournissant pas les souches mais des extraits. Ces derniers étant des molécules chimiques, sauf à en faire la synthèse (cf. *supra*), l'industriel qui veut valoriser ces dernières est contraint de revenir vers la souchothèque pour savoir d'où vient l'extrait.

Plus précisément, c'est l'institution de collections de micro-organismes marins (micro-algues, bactéries, cyanobactéries, etc.) qui paraît particulièrement indiquée, et ce pour deux raisons. En premier lieu, la Polynésie dispose d'une très riche biodiversité marine. Le potentiel chimique et biotechnologique de cette diversité n'a encore été que

très peu étudié alors qu'un pourcentage non négligeable pourrait semble-t-il présenter une activité biologique (anti-tumoraux, antibiotiques, etc.) et receler des molécules chimiques pouvant être des candidats-médicaments actifs contre le cancer, les maladies du système nerveux central ou du système cardio-vasculaire. En second lieu, plusieurs expériences étrangères attestent la vitalité de ce genre de souchothèques de micro-organismes marins. On peut citer, en Australie, l'Australian Institute of Marine Science, déjà engagé dans plusieurs collaborations. Il faut également mentionner l'Arvam, Agence pour la recherche et la valorisation marines, qui a pour mission d'assurer un relais entre, d'un côté, la recherche scientifique, de l'autre, les responsables de l'environnement et du développement dans la zone océan Indien et plus particulièrement à la Réunion. Observant que la communauté internationale porte un intérêt croissant aux micro-algues en raison de leur implication dans les phénomènes d'écotoxicologie marine (prévention des risques de santé publique), mais aussi en raison de leurs potentialités pharmacologiques, l'Arvam a mis en place, avec le soutien du département et de la région Réunion, une banque de micro-algues isolées des fonds marins de la Réunion et des îles voisines (Phytobank). Chaque souche déposée dans la banque est identifiée, classée et travaillée en partenariat avec différents laboratoires (CESAC de l'Université de Toulouse-III, laboratoire de cryptogamie du MNHN de Paris, etc.). Phytobank a déjà établi plusieurs coopérations, dont une avec Pierre Fabre. Citons enfin l'exemple de Biolib, entreprise privée située à Tahiti même et qui, à partir d'une collection de bactéries et cyanobactéries acquises dans les tapis microbiens marins de Tahiti, opère deux types d'activités. D'abord, elle tire des extraits potentiellement intéressants et les concède en licence, le plus souvent sous forme exclusive, aux entreprises qui sont ses clientes. Ensuite, elle réalise certaines opérations de recherche (parmi lesquelles certains criblages) pour le compte de tiers. Parce qu'il paraît bien fonctionner, cet exemple mérite d'être étendu à d'autres types d'organismes marins (invertébrés, spongiaires, etc.) pour lesquels l'existence d'un marché semble manifeste.

### **Enjeu d'un engagement des pouvoirs publics**

Pour mener à bien un projet de cette nature, deux éléments sont nécessaires. D'une part, étant donné qu'il n'existe en Polynésie que peu de structures privées disposant des moyens adéquats pour s'engager dans cette voie, il est nécessaire que la collectivité assure l'interface entre les « porteurs de projets », voire qu'elle joue un rôle « d'amorçage » en créant des structures d'incubation. La mise en place de souchothèques ne nécessitant pas des investissements lourds, un tel engagement des pouvoirs publics ne paraît pas hors de portée. D'autre part, il existe d'ores et déjà, en Polynésie, des structures locales sur lesquelles, d'une manière ou d'une autre, l'institution de souchothèques pourrait prendre appui (laboratoire « Terre-Océan » de l'Université de Polynésie française, Institut Louis-Malardé, etc.). Ainsi, sous réserve que son personnel et ses moyens techniques soient renforcés, l'institut Malardé pourrait prendre en charge une partie de ces opérations de prestation de services. En effet, un laboratoire de recherche sur les substances naturelles y a été institué en 1991, qui s'inscrit dans la politique de développement et de promotion des ressources naturelles de Polynésie française. Depuis 1998, l'activité du laboratoire se concentre sur l'analyse de la composition chimique associée aux propriétés biologiques de certaines espèces employées par les tradipraticiens de la région Pacifique. Enfin, il faudrait que ces infrastructures existantes soient coordonnées et dynamisées. À cet égard, elles gagneraient probablement à être rattachées à la plate-forme biotechnologique Gepsun,



qui a démarré ses activités en 2003 et affiche précisément un objectif de valorisation des substances naturelles par association public/privé (IRD, UPF, CIRAD, laboratoire de cosmétologie du Pacifique Sud, Jus de fruit de Moorea, etc.), et qui pourrait être l'interlocuteur privilégié des chercheurs et entreprises.

Quel que soit le choix réalisé, deux recommandations doivent être formulées sur le plan juridique. Premièrement, il serait logique de rattacher la ou les souchothèques et extractothèques au système des *centres de ressources biologiques* en cours de construction. De quoi s'agit-il ? Il s'agit d'une initiative de l'OCDE qui, à l'origine, vise à regrouper les collections végétales, animales, microbiennes et humaines sous cette même appellation<sup>23</sup>, la finalité étant double. D'abord, rationaliser le contenu des collections existantes aujourd'hui éparses et en assurer la qualité. Ensuite, faire de ces centres un instrument stratégique en développant leur activité de service (stockage, mise à disposition, etc.) pour mieux en valoriser le contenu par des coopérations scientifiques. Sur ce double fondement, un réseau de collections est en cours de constitution sous l'égide du ministère français de la Recherche, auxquelles l'administration entend donner une sorte de label « CRB » et une aide financière dès lors que les collections en question accepteront de se plier à certaines règles aujourd'hui consignées dans une « charte » (règles de conservation et de transformation des ressources biologiques, déclaration de cette activité auprès du ministère chargé de la Recherche, dégagement des crédits nécessaires en personnel et équipements, etc.). Rattacher l'initiative polynésienne à ce système des CRB permettrait non seulement de garantir aux partenaires chercheurs et industriels une « assurance qualité » mais aussi obtenir des financements publics voire une aide au développement de coopérations scientifiques puisqu'un Comité consultatif des ressources biologiques a été mis en place en février 2001 avec la mission, entre autres, de développer des liens entre les CRB et les industries de biotechnologie.

Deuxièmement, l'institution de souchothèques et extractothèques suppose d'avoir préalablement réglé la question du statut juridique des extraits ainsi mis à disposition. Pour l'heure, que les souchothèques soient privées (comme Biolib en Polynésie française), publiques ou semi-publiques (comme l'Arvam), il existe en effet un certain flou quant au statut exact des échantillons qu'elles détiennent et mettent en circulation.

Certes, les relations juridiques bilatérales qui unissent les souchothèques et leurs partenaires commerciaux sont généralement clairement fixées par contrat. Il s'agit le plus souvent d'un contrat de mise à disposition de matériel (très précisément de métabolites secondaires, ce qui évite les problèmes de réplification des souches vivantes) qui prévoit le paiement d'un prix et, en général, un « droit de premier refus » (l'un des partenaires s'engage vis-à-vis de l'autre à lui proposer en premier soit l'exclusivité d'utilisation d'un extrait, soit le développement d'un produit, soit la licence d'un

---

23 « Ils se composent de prestataires de services et de centres de conservation de cellules vivantes, de génomes, d'organismes, et d'informations sur l'hérédité et les fonctions des systèmes biologiques. Elles détiennent des collections d'organismes cultivables (MO, cellules végétales, animales, humaines), de parties répliquables de ces organismes, (génomes, plasmides, virus, ADN), des organismes viables mais pas encore cultivables, des cellules, des tissus, ainsi que des bases de données contenant des informations moléculaires, physiologiques et structurales sur ces collections, et la bio-informatique qui leur est associée » (OCDE, 2001).

brevet...). Il peut s'agir aussi d'un contrat de prestation de service si le partenaire veut sous-traiter certaines recherches à la souchothèque. Quel que soit le type de contrat, il fixe les droits et obligations de chacune des deux parties.

En revanche, le flou est grand quant aux relations juridiques qui unissent ces partenaires au pays sur le territoire duquel les spécimens ont été prélevés. Deux questions restent incertaines : à quelles conditions la souchothèque acquiert-elle les échantillons et à qui profiteront les bénéfices qui en découleront ? En l'état actuel des choses, il semble que les souchothèques opèrent comme si elles détenaient la propriété du matériel qu'elles mettent à disposition (ce dernier n'ayant pas pour autant été acquis de façon illégale, les autorités ayant souvent donné leur accord informel) et en captent l'intégralité des revenus.

Or, d'une part, il n'y a aucune raison que ces structures, qu'elles soient publiques ou privées, qu'elles soient ou non par ailleurs promues par l'autorité publique, échappent à la future obligation de CPCC, ne serait-ce que parce que l'autorité publique doit pouvoir évaluer les incidences écologiques de leur activité de prospection systématique. D'autre part, il est nécessaire de se poser la question de savoir si le principe de partage des avantages doit s'appliquer à l'activité des souchothèques, et, dans l'affirmative, de quelle manière. Très précisément, il faut se demander si la création d'emplois par la souchothèque constitue en soi un bénéfice qui participe de l'intérêt général ou si la souchothèque doit également se soumettre aux mêmes exigences de « retour d'avantages » que les entreprises ou instituts de recherche de métropole ou de l'étranger.

Aucune solution à cette question ne s'impose de manière évidente. Pourtant, il faudra y répondre clairement en ayant conscience de deux choses. D'abord, les ressources des souchothèques auront été, pour la plupart, acquises sur le domaine public, et, pour certaines, sur les recommandations ou selon des indications fournies par les populations locales. Ensuite, ces dernières sont susceptibles de s'opposer aux activités de valorisation si, à terme, la mise au point d'inventions ne profite pas à l'ensemble de la population polynésienne. Cela nous conduit à un dernier point : la prise en compte des intérêts collectifs dans le mécanisme d'APA.

### *2.3. Les intérêts collectifs dans le système de l'APA*

Pourquoi est-il nécessaire de concevoir l'APA en fonction d'intérêts collectifs et, d'abord, de quels intérêts collectifs parle-t-on ?

Comme on l'a déjà évoqué, le régime juridique de l'accès à la biodiversité a été pensé par les rédacteurs de la Convention sur la diversité biologique comme une mécanique de nature à satisfaire deux objectifs considérés comme intrinsèquement liés : d'abord, l'équité des transactions, ensuite, l'utilisation durable de la biodiversité. Or il faut montrer combien il est important que ce double objectif s'exprime plus finement dans le système dont l'ossature générale a été décrite plus haut. Sauf à se heurter, à terme, à l'opposition des populations, ce système doit prévoir une réaffectation d'une part des avantages acquis de la bioprospection à des actions de conservation de la biodiversité en premier lieu, aux populations locales ensuite. Le système échafaudé n'a en effet d'avenir, au plan à la fois scientifique, technique et politique, que si les retours

de bénéfiques ne sont pas entièrement captés par les institutions de l'État mais au contraire réaffectés pour partie.

En ce qui concerne les actions de conservation, les modalités sont multiples. Elles vont de l'affectation de fonds aux institutions en charge de la protection de l'environnement à la création d'un *trust fund* (voir la loi indienne) établi à cet effet. L'important est que le texte relatif à l'APA en prévoie expressément le principe.

Les choses sont plus complexes s'agissant des populations locales.

#### **D'abord, pourquoi s'interroger sur ce point ?**

L'article 8 (j) de la Convention sur la diversité biologique dispose que chaque État, « dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra [...], sous réserve des dispositions de sa législation nationale, respecte, préserve et maintient les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique et en favorise l'application sur une plus grande échelle, avec l'accord et la participation des dépositaires de ces connaissances, innovations et pratiques et encourage le partage équitable des avantages découlant de l'utilisation de ces connaissances, innovations et pratiques »<sup>24</sup>.

Cette disposition prend acte de ce que, parmi les inventions dont les ressources biologiques sont le support, certaines s'appuient sur l'apport de populations autochtones ou locales. En effet, même si ces populations ne gèrent pas de ressources génétiques à proprement parler – elles travaillent à l'échelle d'une semence, d'une plante ou d'un ensemble de plantes dans un contexte socioéconomique, culturel et écologique donné –, c'est bien sur ces variétés, sur leur transformation, sur des savoir-faire (valorisation de l'usage local d'une plante ou d'un savoir de tradipraticien, etc.) que s'appuient certains des produits bruts et élaborés sources d'éventuels revenus marchands (médicaments, produits alimentaires et artisanaux, etc.)<sup>25</sup> (Aubertin, 2003). Il est donc logique que l'État, loin de capter l'intégralité des revenus de la biodiversité, tente d'associer les populations autochtones et locales à la « mécanique » instituée par la Convention sur la diversité biologique (consentement à la collecte, partage des avantages qui en découlent), et ce d'autant que ces populations et leurs pratiques sont un rouage essentiel dans la gestion et l'utilisation durable de la biodiversité.

C'est guidés par ce souci que certains États, parallèlement aux travaux de certaines institutions internationales<sup>26</sup>, ont prévu une participation des populations autochtones et locales au système de l'APA. Dans cette veine, il est important de noter que le secrétariat général de la Communauté du Pacifique vient lui-même d'élaborer un

---

<sup>24</sup> Sur la réaffirmation de l'importance de cet article, voir décision VI/10 adoptée dans le cadre de la CDB.

<sup>25</sup> Recherche collective « Quels marchés pour les ressources génétiques ? Évaluation ex post et ex ante de l'émergence de marchés de la biodiversité » coordonnée par Catherine Aubertin (IRD) et financée par l'IFB.

<sup>26</sup> Voir notamment les travaux entrepris par l'OMPI à travers le Comité intergouvernemental de la propriété intellectuelle relative aux ressources génétiques, aux savoirs traditionnels et au folklore.

« Cadre juridique régional pour la protection des savoirs traditionnels et des expressions de la culture ». Ce texte répond à une demande de la région, laquelle s'estime confrontée à une exploitation accrue et à une commercialisation inappropriée de ses savoirs traditionnels et expressions culturelles. À cet effet, il s'attelle à la question précise de la protection et de la rémunération des savoirs, de telle sorte que les savoirs soient protégés et que leur exploitation par des tiers profite à ceux qui en sont les détenteurs d'origine.

### **La Polynésie, un cas « à part » ?**

Il n'est pas rare d'entendre que la Polynésie constituerait à cet égard un cas « à part ». Deux raisons sont généralement avancées.

D'abord, collectivité à une forte identité culturelle, la Polynésie ne connaîtrait pas pour autant d'autochtonie marquée. Ensuite, l'architecture institutionnelle française empêcherait de toute façon de reconnaître des droits spécifiques aux communautés autochtones, la constitution française, qui énonce le principe de l'égalité des citoyens en droit, ne permettant pas de reconnaître un statut particulier à ces communautés. Cela expliquerait pourquoi, en dépit de la richesse de la biodiversité des DOM-TOM et de la quantité de communautés traditionnelles répondant à la définition de l'article 8 j. de la CDB, la France s'est assez peu préoccupée de la mise en œuvre de ce texte<sup>27</sup> autrement qu'à travers des politiques sectorielles plus globales (stratégies de conservation de la biodiversité, indications géographiques, registres de « savoirs traditionnels », espaces protégés, etc.).

Il reste que l'on aurait tort de négliger l'équilibre politique recommandé par les rédacteurs de la CDB. Il s'agit en effet de ne pas se cacher deux réalités.

La première est juridique. Quand bien même il n'y aurait pas de sentiment d'autochtonie marqué et d'autorités coutumières clairement établies, la Polynésie comprend de toute façon, par hypothèse, des communautés locales qui participeront à la fourniture de ressources. Or la CDB met sur un pied d'égalité les communautés villageoises et les peuples autochtones, le droit au « partage équitable » concernant alors toutes les communautés<sup>28</sup>. À quoi il faut ajouter que, juridiquement, un État peut fort bien ne pas formellement établir l'existence de populations autochtones tout en leur reconnaissant des spécificités et en leur conférant en fait certains avantages. Du reste, la France a récemment procédé à d'importantes avancées en faveur des populations

---

27 Pour l'heure, l'article 8 j. n'a été retranscrit qu'indirectement dans le droit positif national, par l'article 33 de la loi n° 2000-1207 du 13 décembre 2000 d'orientation sur l'outre-mer : dans son chapitre intitulé « Du développement de la culture et des identités outre-mer », l'article 33 dispose : « L'État et les collectivités locales encouragent le respect, la protection et le maintien des connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales fondées sur leurs modes de vie traditionnels et qui contribuent à la conservation du milieu naturel et l'usage durable de la diversité biologique » (Lefebvre, 2001).

28 Art. 8 j. : « [...] les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique [...] ».

autochtones, visant à reconnaître et à protéger les cultures et les modes de vie traditionnels en outre-mer<sup>29</sup>.

Une seconde réalité est d'ordre social et économique. D'une part, en Polynésie comme ailleurs, des savoirs, certes de nature et de valeur très différente<sup>30</sup>, sont bel et bien divulgués ou susceptibles de l'être par des villageois ou des tradipraticiens, même si ces derniers ne se présentent pas comme tels, se regroupant en « association de masseurs ». D'autre part, en Polynésie comme ailleurs, ces savoirs présentent ou sont susceptibles de présenter un enjeu commercial pour les chercheurs et entreprises. D'une manière ou d'une autre, il existera donc bien une contribution sinon active, en tout cas passive, de la population polynésienne, au développement des futures innovations.

Or peut-on se satisfaire, pour justifier le prélèvement des ressources et l'utilisation des savoirs, de ce que les populations locales ne s'y soient pas expressément opposées (ce qui suppose déjà qu'elles en aient connaissance) ? Est-il acceptable que des connaissances nouvelles établies par des chercheurs sur des éléments biologiques prélevés soit sur le territoire de certaines populations, soit sur les indications de ces populations, puissent être protégées par un brevet et exploitées, que les produits, du fait de leur transformation par l'industrie, entrent dans les mécanismes commerciaux classiques, sans que cela ne bénéficie d'une manière ou d'une autre à ceux qui ont fourni le matériel qui en a été le support, voire des informations sur son intérêt scientifique ? La réponse est à l'évidence négative. On aurait donc tort de négliger le souci d'équilibre politique des rédacteurs de la CDB. Les droits de chacun – État, prospecteurs, communautés locales et autochtones – doivent être clairement fixés, faute de quoi un sentiment d'iniquité des transactions pourrait s'installer, générant des conflits d'intérêts.

---

29 En Nouvelle-Calédonie, le statut mis en place par l'accord de Nouméa (5 mai 1998) reconnaît l'existence d'un peuple kanak et prévoit un large transfert de compétence au gouvernement local, reconnaît le droit coutumier notamment en matière de droit de la personne et de droit de la terre, crée un sénat coutumier et une citoyenneté calédonienne. En Polynésie française, la même évolution est en cours cependant que des mesures sont prises pour l'usage de la langue tahitienne et la protection du patrimoine culturel. À Wallis et Futuna, le droit coutumier régit 99 % de la population de l'archipel ; la propriété de la terre est collective et inaliénable. En Guyane, la situation évolue plus lentement parce que les conditions historiques, sociales et politiques sont différentes. Les populations autochtones ne représentent que 5 % de la population et les avancées sont le résultat d'un dialogue approfondi avec les autres communautés locales, qui revendiquent la même légitimité citoyenne. Une série de textes de loi (décret du 14 août 1987, loi du 30 décembre 1989, décret du 16 janvier 1992) a progressivement créé un accès prioritaire aux habitants de la forêt guyanaise. Un arrêté de 1970 protège les modes de vie traditionnels et la moitié sud de la Guyane. Enfin, un projet de parc naturel englobant 2 millions d'hectares de la forêt guyanaise est en création, avec pour ambition la protection de la forêt et des modes de vie traditionnels de ses habitants (Chouvin *et al.*, 2004).

30 Plusieurs types de savoirs sont en jeu. Certains sont individuels. Des individus produisent des savoirs qui leur sont propres, souvent fondés sur l'intuition ou le mélange avec d'autres savoirs. Dans ce cas, l'individu est libre de faire ce qu'il veut de son savoir. D'autres sont utilisés par des individus particuliers (shamans, guérisseurs) mais directement liés à la collectivité. L'individu n'est alors pas propriétaire de son savoir. Il « doit des comptes » à la collectivité, et des systèmes de contrôle très sophistiqués (cf. le vaudou) gèrent la transmission des savoirs. D'autres encore sont des savoirs communautaires qui sont transmis de génération en génération et circulent dans la communauté.

### **Le « Cadre juridique régional pour la protection des savoirs traditionnels et des expressions de la culture », un bon modèle pour la Polynésie française ?**

Il faut alors se demander si le « Cadre juridique régional pour la protection des savoirs traditionnels et des expressions de la culture » institué par le secrétariat général de la Communauté du Pacifique constitue un bon modèle pour la Polynésie française. C'est bien en effet de modèle qu'il faut parler, car ce texte n'a pas de valeur juridique en lui-même. Étant donné que les membres de l'OMPI ne se sont pas déclarés favorables à la mise en place d'un système régional ou international de protection des expressions de la culture, le cadre proposé n'aurait de valeur juridique que retranscrit à l'échelle nationale<sup>31</sup>. C'est pourquoi une « loi type » est proposée par la Communauté du Pacifique, qui peut être reprise et modelée par les différents États et collectivités du Pacifique.

Sur le fond, le texte paraît relativement bien construit. La démarche adoptée consiste à créer de nouveaux droits sur les savoirs traditionnels et les expressions de la culture aujourd'hui considérés comme faisant partie du domaine public. Ces droits sont reconnus aux populations autochtones indépendamment de tout dépôt de demande ou autre formalité et, même si cela n'est pas dit clairement, ils sont inaliénables (un « propriétaire » peut en concéder un usage à un tiers sans s'en dépouiller) et imprescriptibles (c'est-à-dire perpétuels). De façon un peu artificielle, la loi type distingue les « droits culturels traditionnels » et les « droits moraux ».

Les droits culturels traditionnels confèrent aux propriétaires traditionnels des droits exclusifs sur un certain nombre d'utilisations de nature « non coutumière » des savoirs traditionnels et des expressions de la culture, qu'elles soient à des fins commerciales ou non. Ces dernières incluent l'utilisation de savoirs traditionnels ou d'expressions de la culture en vue de nouvelles créations et d'innovations fondées sur ces savoirs (« œuvres dérivées »), et donc l'utilisation de connaissances concernant les ressources biologiques. Quant aux droits moraux conférés aux « propriétaires traditionnels », ils recouvrent les droits d'attribution, le droit de contester une attribution erronée et le droit de protéger les savoirs traditionnels et les expressions de la culture contre tout traitement risquant de leur porter atteinte.

Sur ce fondement, la loi type édicte trois séries de dispositions clés.

Premièrement, elle définit les procédures de consentement auxquelles doit se plier toute personne souhaitant faire un « usage non coutumier » de savoirs traditionnels ou expressions de la culture. Deux procédures sont possibles :

- déposer une demande auprès de « l'Autorité culturelle » qui est habilitée à identifier les propriétaires traditionnels et qui fait office d'intermédiaire entre les utilisateurs éventuels et les propriétaires traditionnels, ou

---

<sup>31</sup> Troisième session du Comité intergouvernemental de l'OMPI de la propriété intellectuelle relative aux ressources génétiques, aux savoirs traditionnels et au folklore, qui s'est tenue à Genève du 13 au 21 juin 2002 <http://www.ip4all.ch/F/jurinfo/j10503.shtm>

- lorsque cela est possible, et pour plus de souplesse, traiter directement avec les propriétaires traditionnels.

Dans les deux cas, le consentement préalable et éclairé des propriétaires traditionnels doit être recueilli par écrit sous la forme d'une « autorisation d'utilisation ». En outre, l'autorité culturelle assume un rôle de conseil auprès des propriétaires traditionnels, les aide à formuler les conditions d'octroi des autorisations et tient un registre des autorisations accordées.

Deuxièmement, toute utilisation d'un savoir traditionnel nécessite la conclusion d'un *accord*, lequel contient au moins les deux dispositions suivantes : 1) en cas de création d'une « œuvre dérivée » par l'utilisateur du savoir, les droits de propriété intellectuelle lui reviennent (autrement dit, les chercheurs ou entreprises peuvent solliciter et obtenir des brevets sur leurs inventions pharmaceutiques ou cosmétiques...). 2) Toutefois, que l'œuvre dérivée soit ou non protégée, elle doit donner lieu, dès lors qu'elle est commercialisée, à un partage des avantages avec les propriétaires traditionnels.

Troisièmement, la loi type prévoit la répression des délits et les poursuites civiles à engager en cas d'atteinte aux droits culturels traditionnels et aux droits moraux.

Sur une série de points, ce texte ne résout certes pas toutes les difficultés en jeu. Par exemple, s'agissant des conditions d'existence des droits culturels et moraux, il ne dit pas à quelles conditions les connaissances seraient protégées : est-ce seulement si elles sont fixées sur un support matériel, tout comme pour le droit d'auteur ? Auquel cas il faudrait consigner les savoirs traditionnels sur des registres locaux ou des bases de données locales. De même, le texte paraît penser tous les usages et connaissances de manière univoque, alors que certains ont un caractère banal, d'autres sont au contraire stratégiques. Ce sera donc aux co-contractants d'en fixer la valeur au cas par cas, le rôle de l'autorité culturelle étant de ce point de vue essentiel. On peut aussi noter que la loi type n'apporte pas de « solution clé en main » à l'épineuse question de l'identification des « propriétaires traditionnels » – s'agit-il des villages situés sur l'aire géographique où est présente la substance naturelle prospectée, des tradipraticiens ? –, même si elle s'attache à faire en sorte que l'autorité culturelle agisse comme une structure d'arbitrage en cas d'incertitude ou litige à ce sujet. Enfin, et plus généralement, si le texte tente d'aménager des procédures souples et flexibles, il est difficile d'apprécier si sa mise en œuvre compliquerait ou non la procédure d'APA à un point tel qu'il aurait des incidences néfastes sur la coopération scientifique et technique et découragerait *in fine* certaines activités de prospection.

En dépit de ces limites, le principe posé par la loi type associant les autochtones à la procédure de CPCC et leur reconnaissant, sous une forme ou une autre, une part des avantages paraît incontournable. Il ne tient à la Polynésie que d'adapter les dispositions de ce texte à ses propres besoins et contraintes, chose qui ne peut être faite ici, dans l'abstrait.

Dans cette attente, deux recommandations doivent être formulées.

D'une part, lorsque telle ou telle population locale est associée à l'opération de prospection, elle doit l'être par le biais de relations contractuelles claires et fiables. Depuis quelques années, on observe en effet que la pratique consiste parfois à multiplier les relations triangulaires intégrant, à un titre ou un autre, les populations locales dans la structure du contrat. Or il n'est pas simple de savoir ce qui ressort concrètement, pour les populations locales, de ces relations triangulaires. Plus généralement, la question est celle de la valeur juridique des accords passés avec les populations locales : il s'agit en général d'accords comme des *lettres d'intention* ou des *Memorandum of Understanding* dont la force contraignante est souvent sujette à caution.

D'autre part, qu'un droit moral soit ou non, à terme, reconnu aux populations locales, il convient dès aujourd'hui de s'abstenir de mettre gratuitement à la disposition des chercheurs et industriels les savoirs locaux, notamment par le biais de bases de données. Des avancées les plus pointues de la génétique jusqu'aux savoirs traditionnels, les informations sur les ressources biologiques se sont en effet multipliées, dématérialisées et sont de plus en plus souvent organisées dans des bases de données informatiques représentant des sources d'information précieuses pour l'agriculture, l'horticulture, l'élevage, la pharmacologie, la cosmétique, etc.<sup>32</sup>. Or si ces bases peuvent inciter à la recherche et à la création de partenariats, y recenser les savoirs traditionnels et les mettre en libre accès leur ôte toute valeur économique. Aussi, il faut organiser l'accès à ces bases de données de façon minutieuse, en application d'un contrat qui prévoit le but de l'accès, les modalités d'information du gestionnaire de la base de données quant à la progression des travaux de recherche, le retour de bénéfice en cas d'innovation commercialisée.

## Bibliographie

- Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle relatifs au commerce (accord ADPIC) signé en avril 1994 dans le cadre des accords de Marrakech de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), 1994 - [http://www.wto.org/french/tratop\\_f/trips\\_f/t\\_agm0\\_f.htm](http://www.wto.org/french/tratop_f/trips_f/t_agm0_f.htm)
- BELLIVIER F., 2004 - « Les contrats protant sur les ressources génétiques végétales : typologie et efficacité ». In Hermitte M.A. (dir.) : *Les ressources génétiques végétales et le droit dans les rapports Nord-Sud*. Volume II, Bruxelles, Bruylant : 193-218
- CHOUVIN E., LOUAFI S., ROUSSEL B., LEFEBVRE T., 2004 – *Prendre en compte les savoirs et savoir-faire locaux sur la nature ; les expériences françaises*. Paris, IDDRI.

---

<sup>32</sup> Par exemple, les autorités qui octroient les brevets ont admis que les connaissances traditionnelles leur étaient largement inaccessibles. Dans sa décision V/16, la conférence des parties à la CDB a donc « prié les Parties de promouvoir l'établissement d'inventaires nationaux des connaissances innovations et pratiques des communautés ». États, ONG, organisations internationales telles que l'Unesco ou l'OMS s'étaient déjà lancés dans cette entreprise, à la fois pour éviter la déperdition des connaissances due à l'évolution des sociétés et pour nourrir les bases documentaires des examinateurs de brevets (OMS, 2002).



- COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE, 2002 - *Second Report of the European Community to the Convention on Biological Diversity, Thematic Report on Access and Benefit-Sharing*. 42 p. [http://biodiversity-chm.eea.eu.int/convention/cbd\\_ec/F1036489359/F1036491559/1036492914](http://biodiversity-chm.eea.eu.int/convention/cbd_ec/F1036489359/F1036491559/1036492914)  
8 août 2005
- COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE, 2003 – *Communication de la Commission au Parlement européen et au Conseil, du 23 décembre 2003, intitulée « Mise en œuvre par la Communauté européenne des lignes directrices de Bonn sur l'accès aux ressources génétiques et le partage des avantages qui en découlent au titre de la Convention sur la diversité biologique*. Bruxelles, CCE, COM(2003) 821 final, 27 p. [http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/fr/com/2003/com2003\\_0821fr01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/fr/com/2003/com2003_0821fr01.pdf), 8 août 2005
- Convention sur la diversité biologique (CDB). Nations unies, 1992 - 33 p.  
<http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-fr.pdf>
- GARGOMINY O. (ed.), 2003 – *Biodiversité et conservation dans les collectivités françaises d'outre-mer*. Paris, Comité français pour l'UICN, 246 p.
- KATE TEN K., LAIRD S., 1999 - *The commercial use of biodiversity : access to genetic resources and benefit-sharing*, Londres, Earthscan, 398 p.
- LEFEBVRE T., 2001 - *L'expérience française concernant les savoirs traditionnels naturalistes et la mise en œuvre de l'article 8 j de la Convention sur la diversité biologique. Rapport de synthèse sur l'application de l'article 8 j de la CDB en France*. Paris, IFB, 35 p..
- NATION UNIES, 2002 - *Rapport du Sommet mondial pour le Développement durable ,2002 – Johannesburg, Afrique du Sud, 26 aout-4 septembre 2002* (A/CONF.199/20), 189 p..
- OCDE, 2001 - *Biological resource centres ; underpinning the future of life sciences and biotechnology*. OCDE, 66 p.
- OMS, 2002 - *Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle 2002-2005 : objectifs, composantes et résultats escomptés*. Genève, OMS, 78 p.
- SECRÉTARIAT DE LA CONVENTION SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, 2002 - *Lignes directrices de Bonn sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages résultant de leur utilisation*. Montréal : Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 20 p.  
<http://www.biodiv.org/doc/publications/cbd-bonn-gdls-fr.pdf>, 8 août 2005
- SONTOT A. (ed.), 2004 – *Des clés pour la gestion des ressources génétiques : droit international, conservation, utilisation et échange des ressources génétiques*. Paris, Bureau des ressources génétiques, 38 p.
- UNEP, 2003 – *Rapport de la Réunion intersessions à composition non limitée sur le programme de travail pluriannuel de la Conférence des Parties jusqu'en 2010*. UNEP, Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique, Septième réunion, Kuala Lumpur, 9-20 et 27 février 2004, UNEP/CBD/COP/7/5, 36 p.  
<http://www.biodiv.org/doc/meetings/cop/cop-07/official/cop-07-05-fr.doc> 8 août 2005
- VARELLA M., 2004 - « Typologie des lois sur l'accès aux ressources génétiques ». In Hermitte M.A. (dir.) : *Les ressources génétiques végétales et le droit dans les rapports Nord-Sud*. Volume II, Bruwelles, Bruylant : 175-192

- Accord 2000/483/CE de partenariat entre les membres du groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique, d'une part, et la Communauté européenne et ses États membres, d'autre part, signé à Cotonou le 23 juin 2000 - Protocoles - Acte final – Déclarations. *Journal officiel n° L 317 du 15/12/2000* : 3-353.  
[http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:22000A1215\(01\):FR:HTML](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:22000A1215(01):FR:HTML) 8 août 2005
- Arrêté [1333 CM du 3 décembre 1997](http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/1333CM.pdf) (*Journal Officiel de la Polynésie française du 11 décembre 1997* -<http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/1333CM.pdf>)
- Arrêté 171 CM du 9 février 1998 ([JOPF du 18 février 1998](http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/171CM.pdf) – <http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/171CM.pdf>)
- Arrêté 244 CM du 12 février 1998 ([JOPF du 26 février 1998](http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/244CM.pdf) – <http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/244CM.pdf>) ;
- Délibération n° 95-257 du 14 décembre 1995 relative à la protection de la nature. *Journal Officiel de Polynésie française*, 28/12/1995 : 2642-2647.  
[Http://www.presidence.pf/stock/tree/pdf/8686.pdf](http://www.presidence.pf/stock/tree/pdf/8686.pdf), 8 août 2005
- Délibération n° 99-168 APF du 30 septembre 1999 ordonnant les dispositions à prendre en vue de la protection de la Polynésie française contre l'introduction des insectes xylophages, parasites du cocotier (*Oryctes* spp., *Strategus* spp. et *Scapanes* spp.). *Journal Officiel de la Polynésie française*, 14/10/1999 - <http://www.presidence.pf/stock/tree/pdf/7591.pdf>, etc
- Décision 2001/822/CE du 27 novembre 2001 relative à l'association des pays et territoires d'outre-mer à la Communauté européenne ("décision d'association outre-mer"). *Journal officiel n° L 314 du 30/11/2001* : 1 –77.  
[http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/2001/l\\_314/l\\_31420011130fr00010077.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/2001/l_314/l_31420011130fr00010077.pdf), 8 août 2005
- Directive n° 98/44/CE du 6 juillet 1998 relative à la protection juridique des inventions biotechnologiques (JOCE n° L 213 du 30 juillet 1998, p. 13 et s.).  
[http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/1998/l\\_213/l\\_21319980730fr00130021.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/1998/l_213/l_21319980730fr00130021.pdf)
- Loi no 94-477 du 10 juin 1994 autorisant la ratification de la convention sur la diversité biologique, adoptée le 22 mai 1992 et signée par la France le 13 juin 1992 (1). *Journal Officiel*, n° 134 du 11 juin 1994 page 8450.  
[Http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=MAEX9400036L](http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=MAEX9400036L)
- Loi organique n° 2004-192 du 27 février 2004 portant statut d'autonomie de la Polynésie française. *Journal Officiel* n° 52 du 2 mars 2004 : 4183.  
[Http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=DOMX0300085L](http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=DOMX0300085L), 8 août 2005

# Fiches végétales groupe 1

## ***Callophyllum inophyllum* L. (CLUSIACEAE)**

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Arbre naturalisé parfois planté, rare à peu abondant, localisé en forêt littorale sur substrat calcaire ou basaltique, pousse aussi bien en pleine terre que sur sable corallien.

Pantropical : Asie tropicale, Afrique, Mélanésie, Polynésie.

### **Usages**

#### **Plante sacrée en Polynésie (SCHULTES *et al.*, 1990)**

Bois très dur, apprécié en ébénisterie ou pour la fabrication de pirogues ou de charpentes.

Plante médicinale. On utilise l'écorce, les graines, les feuilles ainsi que l'huile amère des graines et la résine (latex). Du fruit on peut extraire un pigment utilisé comme encre pour dessiner les tapas.

À Java, l'huile de graine est revendiquée pour ses propriétés diurétiques. Aux Samoa, toutes les parties de la plante sont considérées comme des poisons virulents, la sève et les exsudats pouvant rendre aveugle ou causer la mort par injection.

#### **Les applications du latex (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

Le latex, obtenu par scarification de l'écorce, est émétique (provoque des vomissements) et purgatif, et peut aussi être utilisé pour le traitement des blessures et des ulcères. Il peut aussi être mélangé avec les lambeaux d'écorce et des feuilles pour confectionner des infusions, l'huile apparaissant à la surface pouvant être utilisée pour traiter les irritations oculaires (Drury, 1873 ; Nadkarni *et al.*, 1999). La résine est réputée responsable de la couleur et de l'odeur de l'huile qui est peut-être un poison : elle contiendrait de l'acide benzoïque.

#### **Les applications de l'écorce (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

L'écorce est astringente (11-19 % de tanins) et son jus est purgatif (Quisumbing, 1951). Elle est utilisée en Asie pour le traitement de l'orchite (inflammation des testicules) (Quisumbing, 1951). Associée à du jus de citron, elle peut être utile pour traiter les bromidroses des aisselles, de l'aîne ou des pieds.

L'écorce agit comme un antiseptique et un désinfectant. Par voie interne, l'écorce est expectorante, et sert dans le traitement des bronchites chroniques et de la phtisie.

Le jus de l'écorce est astringent, purgatif, et est donné sous forme de décoction dans le traitement des hémorragies internes.

#### **Les applications de la racine (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

La décoction de racine est employée pour traiter les ulcères. Elle est aussi employée en cas de point de côté (Quisumbing, 1951).

#### **Les applications des feuilles (d'après Dweck *et al.*, 2002)**

Les feuilles trempées dans l'eau lui donnent une couleur bleuâtre et une odeur ; cette macération est utilisée en application sur les yeux irrités (Nadkarni *et al.*, 1999). En infusion, prise par voie orale, les feuilles sont aussi utilisées contre les coups de chaleur, en complément de la décoction de racine. Au Cambodge, les feuilles sont prescrites en inhalation contre la migraine et le vertige, et

l'huile est utilisée contre la gale. Aux Philippines, la macération de feuilles est utilisée comme astringent pour les hémorroïdes (Quisumbing, 1951 ; Nadkarni *et al.*, 1999), tandis qu'aux Philippines on l'utilise en lotion pour les yeux.

L'utilisation des feuilles par les tribus primitives de Papouasie Nouvelle-Guinée est très ancienne dans le traitement des affections de la peau : application des feuilles chauffées sur les ulcères, coupures, furoncles, boutons et plaies de toutes sortes.

#### **Les applications des fruits (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

Les fruits sont plus ou moins toxiques et seul l'endosperme des fruits encore immatures peut être consommé. En fait, le fruit mûr est suffisamment toxique pour être utilisé comme appât contre les rats (Burkill, 1994). L'huile des graines est utilisée contre le psoriasis et comme agent anti-rhumatismal.

#### **Les applications de la sève (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

La résine de l'écorce est utilisée pour ses propriétés cicatrisantes.

#### **Les propriétés de l'huile de tamanu (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)**

Des graines de tamanu on peut extraire jusqu'à 60 % d'huile. Cette huile (Domba oil) est utilisée dans le traitement des rhumatismes, des démangeaisons et de la gale. Elle est aussi utilisée pour soigner les gonorrhées.

Dans la plupart des îles des mers du Sud, l'huile de tamanu est utilisée comme analgésique (en frictions sur les rhumatismes et les sciatiques) et pour soigner les ulcères et les vilaines blessures. En solution alcoolique, cette huile s'est montrée efficace, en injection, contre les neurites dues à la lèpre, au zona...

L'huile est spécialement recommandée contre toutes sortes de brûlures, coups de soleil...

#### **Composition chimique**

Deux composés principaux découverts par Lederer : l'acide calophyllique et une lactone douée de propriétés antibiotiques, qui sont probablement à l'origine des puissantes propriétés cicatrisantes.

Les feuilles contiennent de la friedeline et des triterpènes du groupe de la friedeline, à savoir le canophyllal, le canophyllol et l'acide canophyllique (Govindachari *et al.*, 1967 ; Chandler et Hooper, 1979).

Le bois et les racines contiennent des xanthones comme la mesuaxanthone B, la callophylline B, et les caloxanthes A et B (Govindachari, 1968 ; Al-Jeboury et Locksley, 1971 ; Inuma *et al.*, 1994 ; Inuma *et al.*, 1995).

L'erythrodiol-3-acétate a été isolé du bois (Sampathkumar *et al.*, 1970).

La calophyllolide (C<sub>25</sub>H<sub>22</sub>O<sub>5</sub>), molécule comportant un groupement lactone et un groupement méthoxyl, a été isolée des noix (Bhalla *et al.*, 1980). Par saponification, cette molécule donne l'acide calophyllique, ces 2 molécules étant également des dérivés de la coumarine.

Des 4-phenylcoumarines et des 4-alkylcoumarines dans les graines et feuilles (Cavé *et al.*, 1972 ; Games, 1972). Une 4-phenylcoumarine particulière, la ponnalide, dans les graines immatures (Adinarayana *et al.*, 1965 ; Murti *et al.*, 1972).

Acide calophynique ; graines (Gautier *et al.*, 1972).

Myricetin glucoside ; fleurs (Subramanian et Nair, 1971 ; Kasim *et al.*, 1974).

Composés cyanogéniques (Nair et Subramanian, 1964), tanins, saponines (Gedeon et Kinel, 1956), pigments, flavonoïdes (Subramanian et Nair, 1965 ; Subramanian et Nair, 1971), néoflavonoïdes et biflavonoïdes (Goh *et al.*, 1992).

*D'une autre espèce du même genre, Calophyllum lanigerum Miq., ont été isolées des coumarines appelées canalonides, qui sont de puissants inhibiteurs de la Transcriptase Inverse. Leur action sur le virus du sida est étudiée par le National Cancer Institute aux États-Unis.*

## Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

### Vulnérable, cicatrisant

La calophyllolide isolée de la noix et anti-inflammatoire et anti-arthritique, propriété démontrée dans un test chez le rat ou l'arthrite, était induite par le formaldéhyde (DL<sub>50</sub> orale chez le rat = 2,5 g/kg) (Bhalla *et al.*, 1980). Toujours chez le rat, l'ingestion du produit est dénuée d'activité ulcérogène jusqu'à 2 fois la dose efficace 50 (ED<sub>50</sub> = 140 mg/kg).

La dehydrocycloguanidine, la calophylline-B, la jacareubine et la 6-deoxyjacareubine produisent, à des degrés divers, une dépression du système nerveux central, caractérisée par une sédation, une diminution de l'activité motrice, une perte de tonicité musculaire... chez le rat. Toutes ces xanthones montrent une activité anti-inflammatoire à la fois en administration orale et en administration parentérale. La jacareubine et la 6-deoxyjacareubine montrent également une activité anti-ulcère chez le rat (Gopalkrishnan *et al.*, 1980).

La calophyllolide isolée des graines réduit chez le rat l'inflammation par l'histamine et le gonflement des tissus induits par les carragenanes. En combinaison avec l'inophyllide, elle réduit l'œdème. Ces composés sont souvent cités comme agents anti-inflammatoires (Bhalla *et al.*, 1980 ; Saxena *et al.*, 1982).

Des coumarines particulières, les inophyllums B et P, peuvent être utilisées dans la lutte contre HIV-1, en inhibant la transcription reverse du virus (Patil *et al.*, 1993 ; Kawazu *et al.*, 1998 ; Spino *et al.*, 1999).

Certaines pyranocoumarines peuvent être utilisées dans la lutte contre le cancer (McKee *et al.*, 1998 ; Itoigawa *et al.*, 2001).

### Intérêt industriel

Existence de brevets dans les domaines cosmétique (Boucher *et al.*, 1999) et médical, en particulier comme agents antiviraux (Jenta *et al.*, 2000 ; Kashman *et al.*, 2002).

### Mode d'obtention

Cueillette et mise en culture.

*Admission dans la sélection restreinte*

## Bibliographie

- ADINARAYANA D., SESHADRI T.R., 1965 - Chemical components of the Indian seeds of *Calophyllum inophyllum*. The structure of a new 4-phenylcoumarin, ponnalide. *Bull. Nat. Inst. Sci. India*, 31 : 91.
- AL-JEBOURY F. S., LOCKSLEY H.D., 1971 - Xanthonés in the heartwood of *Calophyllum inophyllum* : a geographical survey. *Phytochemistry*, 10 : 603.
- BHALLA T. N., SAXENA R. C., NIGAM S. K., 1980 - Calaphyllolide – a new non-steroidal anti-inflammatory agent. *Indian Journal of Medical Research*, 72 : 762-765.
- BOUCHER C., MOUSNY B., SMITS J.-J., 1999 - *Calophyllum* oil extracted at ambient temperature has UV protecting, antiradical, antioxidant, antiaging and therapeutic properties, Patent.
- BURKILL H. M., 1994 - *The useful plants of West tropical Africa*. Vol. 2, Royal Botanic Gardens Kew, Kew (UK), 636 p.
- CAVÉ A., DEBRAY M., HENRY G., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 - The structure of a novel 4-alkylcoumarin isolated from *Calophyllum inophyllum*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Paris) - Série C*, 275 : 1105
- CHANDLER R. F., HOOPER S. N., 1979 - Friedelin and associated triterpenoids. *Phytochemistry*, 18 : 711-724.
- DRURY C. H., 1873 - *The useful plants of India with notices of their chief medicinal value in commerce, medicine and the arts*. Higginbotham, Madras (India).
- DWECK A. C., MEADOWS T., 2002 - Tamanu (*Calophyllum inophyllum*) - the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science*, 24(6) : 341-348.
- GAMES D. E., 1972 - Identification of 4-phenyl and 4-alkylcoumarins in *Mammea americana* L., *Mammea africana* G. Don and *Calophyllum inophyllum* by gas chromatography/mass spectrometry. *Tetrahedron Letters*, 13(31) : 3187-3190.
- GAUTIER J., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 - Structure of calophynic acid, a novel constituent of [seeds of] *Calophyllum inophyllum*. *Tetrahedron Letters*, 13(27) : 2715-2718.
- GEDEON J., KINEL F. A., 1956 - Saponins and sapogenins.2. *Arch. Pharm. (Weinheim)*, 289 : 162.
- GOH S. H., JANTAN I., WATERMAN P. G., 1992 - Neoflavonoid and biflavonoid constituents of *Calophyllum inophyllum*. *Journal of Natural Products*, 55(10) : 1415-1420.
- GOPALKRISHNAN C., SHANKARANARAYANAN D., NAZIMUDEEN S. K., VISWANATHAN S., KAMESWARAN L., 1980 - Anti-inflammatory and CNS depressant activities of xanthonés from *Calophyllum inophyllum* and *Mesua ferrea*. *Indian Journal of Pharmacy*, 12(3) : 181-191.
- GOVINDACHARI T. R., 1968 - Chemical components of the heartwood of *Calophyllum inophyllum*. Part 1. Isolation of mesuaxanthone B and a new xanthone, calophyllin B. *Indian Journal of Chemistry*, 6 : 57.
- GOVINDACHARI T. R., VISWANATHAN N., PAI B. R., RAO R., SRINIVASAN M., 1967 - Triterpenes of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Tetrahedron*, 23(4) : 1901-10.
- IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1994 - Two new xanthonés in the underground part of *Calophyllum inophyllum*. *Heterocycles*, 37 : 833-838.
- IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1995 - Two xanthonés from roots of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 38(3) : 725-728.
- ITOIGAWA M., ITO C., TAN H. T. W., M. KUCHIDE, TOKUDA H., NISHINO H., FURUKAWA H., 2001 - Cancer chemopreventive agents, 4-phenylcoumarins from *Calophyllum inophyllum*. *Cancer Letters*, 169(1) : 15-19.
- JENTA T. R., LIN Y. M., XU Z. Q., ANDERSON H., FLAVIN M. T., WILLIAMS M., 2000 - Scalable method for the isolation of anti-HIV agents from the tropical plant *calophyllum*, Patent.

- KASHMAN Y., CARDELLINA J. H., SOEJARTO D., BOYD M. R., CRAGG G. M., MCMAHON J. B., FULLER R. W., GUSTAFSON K. R., 2002 - Calanolide and related antiviral compounds, compositions, and uses thereof, Patent N° US2002086898 A1.
- KASIM S. M., NEELAKANTAN S., RAMAN P. V., NAIR A. G. R., 1974 - Structure of the myricetin glucoside from the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Current Science*, 43(15) : 476-477.
- KAWAZU K., NITODA T., KANZAKI H., 1998 - An analytical method of inophyllums A, B, C, D, E, and P, anti-HIV constituents of *Calophyllum inophyllum* by HPLC. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University*, (87) : 13-16.
- MCKEE T. C., COVINGTON C. D., FULLER R. W., BOKESCH H. R., YOUNG S., CARDELLINA J. H., KADUSHIN M. R., SOEJARTO D., STEVENS P. F., CRAGG G. M., BOYD M. R., 1998 - Pyranocoumarins from tropical species of the genus *Calophyllum*: a chemotaxonomic study of extracts in the National Cancer Institute collection. *Journal of Natural Products*, 61(10) : 1252-1256.
- MURTI V. V. S., KUMAR P. S. S., SESHADRI T. R., SAMPATH KUMAR P. S., 1972 - Structure of ponnalide. *Indian Journal of Chemistry*, 10(3) : 255-257.
- NADKARNI K. M., NADKARNI A. K., 1999 - *Indian Materia Medica with Ayurvedic, Unani-Tibbi, Siddha, allopathic, homeopathic, naturopathic and home remedies*. Vol. 2/, Popular Prakashan Private Ltd., Bombay (India).
- NAIR A. G. R., SUBRAMANIAN S. S., 1964, -Eucocyanidin from the seed coat of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Current Science*, 33 : 336-337.
- PATIL A. D., FREYER A. J., EGGLESTON D. S., HALTIWANGER R. C., BEAN M. F., TAYLOR P. B., CARANFA M. J., BREEN A. L., BARTUS H. R., JOHNSON R. K., et al., 1993 - The inophyllums, novel inhibitors of HIV-1 reverse transcriptase isolated from the Malaysian tree, *Calophyllum inophyllum* Linn. *Journal of medicinal chemistry*, 36(26) : 4131-4138.
- QUISUMBING E., 1951 - *Medicinal Plants of the Philippines*. Manila, Philippine Islands, Manila Bureau of Printing, Technical Bulletin 16, 1234 p.
- SAMPATHKUMAR P. S., MURTI V. V. S., SESHADRI T. R., 1970 - Occurrence of erythrodiol-3-acetate in the sapwood of *Calophyllum inophyllum*. *Indian Journal of Chemistry*, 8 : 105.
- SAXENA R.C., NATH R., PALIT, NIGAM S.K., BHARGAVA K.P., 1982 - Effect of calophyllolide, a nonsteroidal anti-inflammatory agent, on capillary permeability. *Planta Medica*, 44(4) : 246-248.
- SCHULTES R. E., RAFFAUF R. F., 1990 - *The Healing Forest - Medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. Dioscorides Press, Portland, Oregon (USA), 484 p.
- SPINO C., DODIER M., SOTHEESWARAN S., 1999 - Anti-HIV coumarins from calophyllum seed oil. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 8(24) : 3475-3478.
- SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1965 - Flavonoids of the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Bull. Natl. Inst. Sci. India*, 31 : 39.
- SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1971 - Myricetin-7-glucoside from the andracium of the flower of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 10 : 1679-1680.

**Rédacteur : F. DEMARNE**



## ***Gardenia taitensis* DC. (RUBIACEAE)**

### **Statut IUCN**

Cultivée en Polynésie française, pas de statut IUCN.

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Arbuste à petit arbre ; largement répandue dans toutes les îles du Pacifique Sud ; pas de problèmes d'accessibilité en raison de son statut.

### **Usages**

Parfumerie ; cosmétiques.

La sève serait utilisée en médecine traditionnelle (Wilkinson et Elevitch, 2000).

### **Composition chimique**

Les principaux composés oxygénés qui constituent la concrète de *Gardenia taitensis* sont le linalol (4,4 %), le salicylate de méthyle (2,5 %), le (Z)-3-hexenyl benzoate (2,2 %), l'alcool dihydroconiferyl (1,1 %), le (Z)-3-hexenyl salicylate (0,7 %), le benzoate de benzyle (6,2 %), le dihydroconiferyl acetate (12,2 %), le 2-phenylethyl benzoate (6,2 %), le salicylate de benzyle (2,5 %), le benzoate de géranyle (2,1 %) et le salicylate de 2-phényléthyle (2,2 %). L'identification de nombreux dihydroconiferyl esters semble être unique à cette espèce (Claude-Lafontaine *et al.*, 1992).

Triterpénoïdes (Davies *et al.*, 1992).

### **Propriétés pharmacologiques et toxicologiques**

Plante dépourvue de toxicité (Pétard, 1986).

### **Intérêt industriel**

Parfumerie.

### **Mode d'obtention**

Cueillette ; petites plantations de jardin ; haies.

Admission dans la sélection restreinte

### **Bibliographie**

CLAUDE-LAFONTAINE A., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J. P., SCHIPPA C., AZZARO M., CAMBON A., 1992 - Volatile Constituents of the Flower Concretes of *Gardenia taitensis* DC. *Journal of Essential Oil Research*, 4(4) : 335-343.

DAVIES N. W., MILLER J. M., NAIDU R., SOTHEESWARAN S., 1992 - Triterpenoids in bud exudates of Fijian *Gardenia* species. *Phytochemistry*, 31(1) : 159-162.

PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti*. Ed. rev. et augm. Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

WILKINSON K. M., ELEVITCH C. R., 2000 - *Nontimber Forest Products for Pacific Islands. An introductory guide for producers*. 30 p.

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Ilex anomala* Hook. & Arnott (AQUIFOLIACEAE)**

### **Synonymes**

*Ilex marquensensis* F. Br.

*Ilex taitensis* (A. Gray) J. W. Moore

### **Statut IUCN**

Non menacé.

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Arbre indigène caractéristique des vallons et crêtes d'altitude en forêt de nuages.

Distribution géographique Marquises, Société et Hawaï.

### **Usages**

Traditionnellement utilisé par les Tahitiens comme masticatoire pour lutter contre la fatigue (à rapprocher du maté, *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.)

### **Composition chimique**

Peu connue ; travaux anciens.

Elle est à comparer avec celle de *Ilex paraguensis* qui fournit le célèbre « maté » d'Amérique du Sud (de nombreux ouvrages traitent de cette plante).

Caféine : 4 % (drogue sèche).

Huile essentielle.

Tanin.

Gomme résine.

### **Propriétés pharmacologiques et toxicologiques**

#### **Propriétés pharmacologiques**

La caféine a une action sur le système nerveux et sur le système cardiovasculaire.

– Sur le système nerveux central : la caféine est un stimulant cortical qui maintient l'état d'éveil, facilitant l'idéation, qui diminue l'état de fatigue. Des doses très fortes peuvent induire de la nervosité, des tremblements, de l'insomnie. Elle stimule le centre respiratoire bulbaire, accroissant la sensibilité de celui-ci à l'action du dioxyde de carbone.

– Sur le système cardio-vasculaire : la caféine développe une action inotrope positive, une tachycardie et une augmentation du débit cardiaque, une légère action vasodilatatrice périphérique, une discrète activité diurétique.

#### **Toxicologie**

Aucune étude à ma connaissance.

## Intérêt industriel

### Dans le domaine du médicament

Introduction dans la liste des plantes médicinales de la « pharmacopée » en raison de propriétés stimulantes au même titre que les drogues à caféine (café, thé, cola, guarana, maté...).

Introduction dans la liste des drogues du *Cahier de l'agence n° 3* avec comme indications 47, 83, 85, 86, 151, par voie orale ; 30, 86, par voie locale.

« Traditionnellement utilisé » :

- 47 : dans les diarrhées légères
- 83 : dans les états de fatigue passagers
- 85 : pour faciliter la perte de poids en complément de mesures diététiques
- 151 : pour favoriser l'élimination rénale de l'eau
- 30 : en usage local, comme traitement d'appoint adoucissant et pour calmer les démangeaisons des affections de la peau, en cas de crevasses, écorchures, gerçures et contre les piqûres d'insectes
- 86 : en usage local, pour faciliter la perte de poids en complément de mesures diététiques.

### Dans le domaine agroalimentaire

En raison de sa teneur en caféine, pourrait être utilisé dans des boissons stimulantes (du type « Coca-Cola », « guarana », « thé ») ou boissons dites « énergisantes ».

## Contraintes réglementaires

Pour respecter la législation française, la teneur en caféine des boissons « stimulantes » ou « énergisantes » ne doit pas dépasser 150 mg/L (la législation n'est pas harmonisée dans l'Union européenne ; certains pays acceptent jusqu'à 300 mg/L).

**Remarque.** La caféine est inscrite sur la liste des substances et procédés dopants interdits (arrêté du 7.10.94). L'analyse d'un échantillon urinaire est considérée comme positive pour une concentration supérieure à 12 µm/L.

## Itinéraire de production

Mode d'obtention : cueillette.

Contrôle qualité.

En appliquant les techniques et protocoles connus pour les autres drogues à caféine (monographies de *Pharmacopée européenne* et *Pharmacopée française*), la mise au point du contrôle de cette drogue paraît relativement aisée.

■ *Admission dans la sélection restreinte*

## Orientations

Favorables après résultat de l'analyse toxicologique mais encore beaucoup de travail pour finaliser la production.

## Bibliographie

AGENCE DU MÉDICAMENT, 1997 – *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les cahiers de l'agence n°3, 81 p.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Morinda citrifolia* L. (RUBIACEAE)**

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Arbuste à petit arbre naturalisé.

Abondant et répandu. Végétation ouverte littorale et mésique de basse altitude, sur tous substrats.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société, Tuamotu

### **Usages**

#### **Fruit**

Gingivites

Tuberculose

Anthelminthique (hommes et animaux).

Purgatif

Consommation alimentaire +/- régulière ; en cas de famine uniquement sur certaines îles.

#### **Fleurs**

Problèmes oculaires.

#### **Feuilles**

Traitement des teignes, des furoncles

Rhumatismes et douleurs rhumatismales

Problèmes inflammatoires en application externe

Refroidissements et neuralgies faciales (application externe)

Refroidissements du torse et toux (application externe)

Inflammation buccale (par mastication)

Traitement des saignements internes, gonflements et problèmes hépatiques par application externe

Traitement des ulcères

Traitement de la goutte

Consommation alimentaire +/- régulière.

#### **Écorce**

Astringent dans le traitement de la malaria.

#### **Racine**

Traitement de l'hypertension.

### **Composition chimique**

#### **Feuille**

Diterpènes : E-phytol.

Triterpènes : cycloarténol.

Stéroïdes : stigmasta-4-en-3-one, stigmasta-4-22-dien-3-one,  $\beta$ -sitostérol, stigmastérol, campesta-5,7,22-trien-3 $\beta$ -ol.

Iridoïdes : citrifolinin A, citrifolinin A-1, citrifolinoside.

### **Fruit**

Iridoïdes : asperulosidic acid, 6-O-( $\beta$ -D-glucoopyranosyl)-1-O-octanoyl- $\beta$ -D-glucoopyranose, aucubine.

Acides gras libres et combinés (trisaccharides).

Avonoïdes : rutine.

Coumarines : scopolétine.

Les composés auxquels avait été attribuée l'activité : xéronine et préxéronine, n'ont jamais été identifiés. En l'état actuel des travaux, leur existence est hautement improbable.

### **Racine**

Anthraquinones : damnacanthal, morindone, rubiadin, rubiadin methyl ether, anthraquinone glucoside, methoxy-formyl-hydroxyanthraquinone.

## **Propriétés pharmacologiques et toxicologiques**

### **Feuille**

Activité antituberculeuse *in vitro* (composés lipophiles).

Inhibition de UVB-induced activator protein-1 (iridoïdes).

Inhibition Cox-1 (faible).

Activité nématocide.

### **Fruit**

Inhibition de la transactivation AP-1 et de la transformation cellulaire dans la tumorigenèse (iridoïdes).

Activité anti-inflammatoire par inhibition de la Cox-1 (faible) et de la Cox-2 (forte).

Activité anticancéreuse sur carcinome Lewis-Lung implantée chez la souris (*via* stimulation du système immunitaire, voie IP), diminuée par l'administration d'immunosuppresseurs.

Pas de cytotoxicité sur cellules KB ou LLC *in vitro*.

Simulation de la production de médiateurs : TNF- $\alpha$ , interféron- $\gamma$ , interleukines, oxyde nitrique.

Prévention de la formation d'adduct du DMBA sur l'ADN *in vitro* probablement par l'intermédiaire de l'activité anti-oxydante, cancer du sein sur souris. L'action se manifeste aux stades primaires de la cancérogenèse.

Activité antibactérienne (faible) sur diverses souches.

Activité hépato-protectrice après intoxication au CCl<sub>4</sub> sur le rat.

### **Racine**

Inhibition Cox-1 (forte).

Inhibition des tyrosine-kinases, augmentation de la fragmentation de l'ADN irradié par UV et de l'apoptose en résultant (damnacanthal).

Activité antivirale (sur HIV).

Activité hypotensive.

### **Tige**

Activité antimalariale *in vitro*.

### **Pharmacocinétique**

Une étude sur le rat ou la scopolétine était utilisée comme traceur d'absorption du jus. Ne s'agissant probablement pas d'un principe actif significatif, l'intérêt en est quasi nul.

### **Études cliniques**

Une étude de phase I est en préparation à l'Université d'Hawaii, organisée par le National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM) dans le traitement des néoplasmes et néoplasmes métastasés.

Elle utilise des gélules de 500 mg d'extrait sec de jus. Les buts sont essentiellement de déterminer la dose maximale tolérée, définir la toxicité et collecter des informations préliminaires en termes d'efficacité.

Une étude clinique contre placebo (38 et 30 cas) sur des fumeurs a été effectuée pour étudier l'effet anti-oxydant du jus de morinda sur la capacité anti-oxydante du plasma (radicaux superoxydes et lipides peroxydés).

L'absorption de jus de morinda augmente fortement la capacité anti-oxydante du plasma.

Une étude contre placebo aurait été conduite à la Mount Sinai School of Medicine sur l'hypertension. Les résultats seraient positifs, mais nous n'avons pas de compte rendu de cette étude. De plus, le faible nombre de patients impliqués (9) rend les conclusions aléatoires.

### **Intérêt industriel**

#### **Fruit**

Commercialisé à grande échelle comme supplément alimentaire, principalement aux États-Unis, sous forme de jus de fruit pasteurisé mais aussi de jus séché ou d'extrait sec.

### **Valorisation potentielle**

La production de fruit devrait se pérenniser, surtout avec l'ouverture du marché européen. La valorisation comme boisson ou aliment à propriété anti-oxydante est à développer.

L'aspect thérapeutique, dépendant des études en cours, semble plus aléatoire, pour des raisons à la fois réglementaire et scientifique. En effet, la quasi-totalité des effets observés est à relier au pouvoir anti-oxydant ou à l'aspect immuno-stimulant. Il s'agit là de propriétés biologiques non spécifiques, et non de propriétés thérapeutiques spécifiques.

### **Contraintes réglementaires**

Une autorisation européenne du Scientific Committee on Food (S.C.F.) pour la commercialisation d'un produit (Tahitian noni juice, Morinda Inc.) a été accordée en décembre 2002.

Cette autorisation, obtenue sur présentation d'un dossier principalement toxicologique, permet de conclure à la non-toxicité du produit étudié.

Cette première autorisation devrait permettre l'obtention d'autres autorisations par la procédure simplifiée de l'équivalence substantielle.

Une demande de commercialisation a été déposée en 2003 en Grande-Bretagne par la société US Neways International pour un jus de noni.

### **Brevets relatifs au morinda**

Nous avons identifié 63 brevets relatifs, au moins partiellement, au morinda. Ils touchent tous les domaines : fabrication, formulation, activité biologique, cosmétologie, alimentation humaine ou animale...

La plupart des brevets sont originaires des États-Unis, du Japon ou de Chine. La grande majorité a été déposée en 2000 et 2001.

Une analyse complète de leur validité (technique et juridique) serait nécessaire avant tout travail de développement sur ce produit.

Une étude des dépôts de marques relatifs au morinda serait également utile dans la perspective d'une valorisation à long terme.

*Morinda citrifolia n'entre pas dans la réglementation des médicaments à base de plantes. En revanche, en raison de l'acceptation par les Pays-Bas d'un complément alimentaire à base de morinda, l'introduction dans cette catégorie de produit paraît possible.*

### Itinéraire de production

Mode d'obtention : cueillette, essais de culture.

*Admission dans la sélection restreinte*

### Bibliographie

- AALBERSBERG W. G. L., HUSSEIN S., SOTHEESWARAN S., PARKINSON S., 1993 - Carotenoids in the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2(1) : 51-54.
- ANCOLIO C., AZAS N., MAHIOU V., OLLIVIER E., DI GIORGIO C., KEITA A., TIMON DAVID P., BALANSARD G., 2002 - Antimalarial activity of extracts and alkaloids isolated from six plants used in traditional medicine in Mali and Sao Tome. *Phytotherapy Research*, 16(7) : 646-649.
- BRENDLER T., GRUENWALD J., JAENICKE C., 2001 - *Herb-CD<sub>4</sub> Herbal remedies*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart, Germany.
- COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 2003 - Décision de la Commission du 5 juin 2003 relative à l'autorisation de mise sur le marché de "jus de noni" (jus du fruit de *Morinda citrifolia* L.) en tant que nouvel ingrédient alimentaire, en application du règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil (2003/426/CE). *Journal officiel* n° L 144 du 12 juin 2003
- DAULATABAD C. D., MULLA G. M., MIRAJKAR A. M., 1989 - Ricinoleic acid in *Morinda citrifolia* seed oil. *Journal of the Oil Technologists' Association of India*, 21(2) : 26-27.
- DITTMAR A., 1993 - *Morinda citrifolia* L.- Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1(3) : 77-92.
- DIXON A. R., McMILLEN H., ETKIN N. L., 1999 - Ferment This: The Transformation of Noni, a Traditional Polynesian Medicine (*Morinda Citrifolia*, Rubiaceae). *Economic Botany*, 53(1) : 51-68.
- EUROPEAN COMMISSION, HEALTH AND CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, DIRECTORATE C – *Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni<sup>R</sup> Juice (expressed on 4 december 2002)*. Scientific Committee on Food, SCF/CS/NF/DOS/18 ADD 2 Final, 11 December 2002.
- FARINE J. P., LEGAL L., MORETEAU B., LE QUERE J. L., 1996 - Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. *Phytochemistry*, 41(2) : 433-438.
- HIRAZUMI A., FURUSAWA E., 1999 - An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with antitumour activity. *Phytotherapy Research*, 13(5) : 380-387.

- HIRAZUMI A., FURUSAWA E., CHOU S. C., HOKAMA Y., 1994 - Anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngeneic mice. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 37 : 145-6.
- HIWASA T., ARASE Y., CHEN Z., KITA K., UMEZAWA K., ITO H., SUZUKI N., 1999 - Stimulation of ultraviolet-induced apoptosis of human fibroblast UVR-1 cells by tyrosine kinase inhibitors. *FEBS Letters*, 444(2-3) : 173-176.
- INOUE K., NAYESHIRO H., INOUYET H., ZENK M., 1981 - Anthraquinones in cell suspension cultures of *Morinda citrifolia*. *Phytochemistry*, 20(7) : 1693-1700.
- LEACH A. J., LEACH D. N., LEACH G. J., 1988 - Antibacterial activity of some medicinal plants of Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, 14(1) : 1-7.
- LEVAND O., LARSON H. O., 1979 - Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 36(2) : 186-187.
- LI R.W., MYERS S.P., LEACH D.N., LIN G.D., LEACH G., 2003 - A cross-cultural study: anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 85(1) : 25-32.
- LI Y. F., GONG Z. H., YANG M., ZHAO Y. M., LUO Z. P., 2003 - Inhibition of the oligosaccharides extracted from *Morinda officinalis*, a Chinese traditional herbal medicine, on the corticosterone induced apoptosis in PC12 cells. *Life Science*, 72(8) : 933-942.
- LIU G., BODE A., MA W.Y., SANG S., HO C.T., DONG Z., 2001 - Two novel glycosides from the fruits of *Morinda citrifolia* (noni) inhibit AP-1 transactivation and cell transformation in the mouse epidermal JB6 cell line. *Cancer Research*, 61(15) : 5749-5756.
- MACKEN M.M., ALI A.M., ABDULLAH M.A., NASIR R.M., MAT N.B., RAZAK A.R., KAWAZU K., 1997 - Antinematodal activity of some Malaysian plant extracts against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Pesticide Science*, 51(2) : 165-170.
- MALA S., SINGH J., SRIVASTAVA M., 1993 - A new anthraquinone glycoside from *Morinda citrifolia*. *International Journal of Pharmacognosy*, 31(3) : 182-184.
- MANSOR P., 1988 - Traditional salad vegetables of Malaysia. *Teknologi Sayur Sayuran*, 4 : 1-5.
- MCCLATCHEY W., 2002 - From polynesian healers to health food stores : changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integrative Cancer Therapies*, 1(2) : 110-120.
- MCKOY M.L., THOMAS E.A., SIMON O.R., 2002 - Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 45 : 76-78.
- MORÓN RODRIGUEZ F.J., MORÓN PINEDO D., 2004 - Mito y realidad de *Morinda citrifolia* L. (noni). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(3).
- MUELLER B.A., SCOTT M.K., SOWINSKI K.M., PRAG K.A., 2000 - Noni juice (*Morinda citrifolia*): hidden potential for hyperkalemia ? American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation, 35(2) : 310-312.
- RUSIA K., SRIVASTAVA S.K., 1989 - A new anthraquinone from the roots of *Morinda citrifolia* Linn. *Current Science*, 58(5) : 249.
- SALUDES J.P., GARSON M.J., FRANZBLAU S.G., AGUINALDO A.M., 2002 - Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae). *Phytotherapy Research*, 16(7) : 683-685.
- SANG S., HE K., LIU G., ZHU N., CHENG X., WANG M., ZHENG Q., DONG Z., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 - A new unusual iridoid with inhibition of activator protein-1 (AP-1) from the leaves of *Morinda citrifolia* L. *Organic Letters*, 3(9) : 1307-1309.
- SANG S., LIU G., HE K., ZHU N., DONG Z., ZHENG Q., ROSEN R.T., HO C.T., 2003 - New unusual iridoids from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.) show inhibitory effect on ultraviolet B-induced transcriptional activator protein-1 (AP-1) activity. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 11(12) : 2499-2502.



- SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 - Flavonol glycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(9) : 4478-4481.
- SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 - Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Natural Products*, 64(6) : 799-800.
- SANG S.M., HE K., LIU G.M., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., ZHENG Q.Y., DONG Z.G., GHAI G.T., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 - Citrifolinin A, a new unusual iridoid with inhibition of Activator Protein-1 (AP-1) from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.). *Tetrahedron Letters*, 42(10) : 1823-1825.
- VICKERS A., 2002 - Botanical medicines for the treatment of cancer: Rationale, overview of current data, and methodological considerations for phase I and II trials. *Cancer Investigation*, 20(7-8) : 1069-1079.
- WANG M., KIKUZAKI H., CSISZAR K., BOYD C.D., MAUNAKEA A., FONG S.F.T., GHAI G., ROSEN R.T., NAKATANI N., HO C., 1999 - Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12) : 4880-4882.
- WANG M., KIKUZAKI H., JIN Y., NAKATANI N., ZHU N., CSISZAR K., BOYD C., ROSEN R.T., GHAI G., HO C.T., 2000 - Novel glycosides from noni (*Morinda citrifolia*). *Journal of Natural Products*, 63(8) : 1182-1183.
- WANG M.Y., SU C., 2001 - Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 952 : 161-168.
- WANG M.Y., WEST B.J., JENSEN C.J., NOWICKI D., SU C., PALU A.K., ANDERSON G., 2002 - *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23(12) : 1127-1141.
- YAMAGUCHI S., OHNISHI J., SOGAWA M., MARU I., OHTA Y., TSUKADA Y., 2002 - Inhibition of angiotensin I converting enzyme by noni (*Morinda citrifolia*) juice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 49(9) : 624-627.
- YOUNOS C., ROLLAND A., FLEURENTIN J., LANHERS, M. C., MISSLIN, R., MORTIER, F., 1990 - Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 56(5) : 430-434.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

## ***Piper methysticum* G. Forst. (PIPERACEAE)**

### **Synonyme**

*Piper wichmanni* C. DC.

Autres synonymies, anciennes (Lebot et Cabalion, 1986).

### **Statut IUCN**

Plante cultivée ou naturalisée, sans statut IUCN.

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Variétés de Polynésie française :

- 14 variétés connues autrefois à Tahiti mais déjà quasi disparues à cette époque (Cuzent, 1983 [1860]).
- 19 cultivars encore utilisés aux Marquises en 1935 (Brown, 1935).

### **Usages**

Usage rituel et médicinal, consommation traditionnelle sous forme de boisson (Lebot et Cabalion, 1986 ; Lebot *et al.*, 1992).

Consommation néo-traditionnelle au Vanuatu, dans les villes, et en Nouvelle-Calédonie (André, 1999 ; Chanteraud, 1994, 1999, 2001).

### **Composition chimique**

Polynésie française :

- 4 cultivars traités par Lebot et Levesque (1989).
- Études par Isabelle Lechat-Vahirua à Papeete (institut Malardé).

### **Propriétés pharmacologiques et toxicologiques**

#### **Principale utilisation**

Comme anxiolytique à base d'extrait de kava (synergie entre les principes actifs, kavalactones ou kavapyrones, ce qui justifie l'utilisation d'extraits naturels), ou de D,L-kavaïne (pas de synergie en ce cas).

#### **Principal reproche**

Le kava présenterait un risque de toxicité hépatique.

Les causes possibles en seraient les suivantes :

- présence de piperéthysticine (hépatotoxique *in vitro*) dans des médicaments issus de lots de « peelings » (épiluchures de bas de tiges) importés des îles Fidji ;
- absence ou réduction forte dans les extraits de kava à l'alcool ou à l'acétone du glutathion présent dans la boisson traditionnelle (où il aurait un rôle protecteur par ses effets antioxydants et la conjugaison des p-OH-kavaquinones formées au cours du métabolisme) ;
- débordement des défenses hépatiques chez des patients fragiles ou fragilisés (causes précédentes et/ou causes idiosyncrasiques au niveau de l'équipement du foie en cytochromes) ;
- recherches récentes à ce sujet en Nouvelle-Calédonie et à Futuna sur crédits du secrétariat d'État à l'outre-mer, SEOM (Cabalion *et al.*, 2003 ; Warter, 2003).

## Intérêt industriel

Base de production d'extraits de kava à visée anxiolytiques.

### Brevets

L'Oréal : usages cosmétiques du kava.

Pernod-Ricard : intérêt du kava dans le sevrage des éthylomanes.

## Contraintes réglementaires

En Polynésie : arrêté de 1927 qui interdit la culture, la préparation, la détention, la circulation, la consommation, le don, l'échange ou la vente de Kava aux marquises. Il a été abrogé par un arrêté en Conseil des Ministres en 2001 (662 CM du 16 mai) à l'initiative du Service du développement rural.

Pharmacopées de pays industrialisés : usage pharmaceutique interdit en l'an 2002 dans de nombreux pays industrialisés, Allemagne, France, Japon, etc, mais reste autorisé aux États-Unis. Totalement interdit dans certains pays, comme le Canada.

Changement en cours : levée récente de l'interdiction de l'usage alimentaire du kava (parlement du pays de Galles, 2003).

Pas d'interdiction de la consommation traditionnelle ou néo-traditionnelle (sauf aux Marquises, voir arrêté susmentionné).

### Commentaires de Mme FOURASTÉ

*Deux décisions de police sanitaire ont été prises au niveau français*

*a) JO de la République française, du 12 janvier 2002 : Décision du 8 Janvier 2002 portant suspension de la mise sur le marché, à titre gratuit ou onéreux, de la délivrance et de l'utilisation à des fins thérapeutiques du kava (Kava-kava, *piper methysticum*) et de produits en contenant, sous toutes formes, à l'exception des médicaments homéopathiques à des dilutions égales ou supérieures à la cinquième centésimale hahnemannienne.*

*b) JO de la République française : Décision du 13 mars 2003 portant interdiction de la mise sur le marché, à titre gratuit ou onéreux, de la délivrance et de l'utilisation à des fins thérapeutiques du kava ( kava-kava, *Piper methysticum*) et de produits en contenant, sous toutes formes, à l'exception des médicaments homéopathiques à des dilutions égales ou supérieures à la cinquième centésimale hahnemannienne.*

*Ces deux décisions ont été prises à la suite de l'estimation par le groupe européen de pharmacovigilance d'un rapport bénéfice/risque négatif. Des décisions analogues ont été prises en Europe (Espagne, Portugal, Irlande, Allemagne, Royaume-Uni ) et hors d'Europe (Canada et Australie). La FDA n'a pas pour l'instant pris de mesures restrictives à l'égard de cette plante, mais a également informé les consommateurs du risque encouru.*

*De ce fait, l'utilisation du kava en tant que médicament ou en tant que complément alimentaire paraît compromise pour de nombreuses années.*

*Il ne semble pas raisonnable, dans ces conditions, d'encourager la production de kava dans un but autre que BOISSON CONVIVIALE LOCALE.*

### **Itinéraire de production**

Bouturage uniquement.

### **Orientations**

Le kava présente actuellement deux intérêts principaux, en pharmacie comme anxiolytique naturel, et en alimentaire comme boisson conviviale dans le Pacifique.

Après la découverte en Allemagne et en Suisse de cas de toxicité hépatique attribués au kava, de nombreuses recherches ont eu lieu pour mieux connaître l'état de la question et les causes éventuelles de ces phénomènes. Un lobbying mené à Bruxelles par les pays du Pacifique a également permis à un groupe d'experts consultants de donner un avis en faveur de l'usage de cette plante (Gruenwald *et al.*, 2003). On peut penser que l'interdiction du kava dans les années 2001 et suivantes est, au moins partiellement ou indirectement, le produit d'un lobbying en sens inverse, mais également l'application du principe de précaution.

Aucun cas d'hépatite fulminante n'a pu être trouvé dans le Pacifique et il est raisonnable de penser que la boisson à la manière traditionnelle n'est pas menacée et conservera son marché dans le Pacifique et peut-être ailleurs. En ce qui concerne le marché pharmaceutique, des recherches complémentaires restent nécessaires (rôles du glutathion, éventuellement du sélénium, des p-OH-kavaquinones, exploration des cytochromes hépatiques liés à la métabolisation du kava...) pour établir un nouveau rapport bénéfice/risque du kava en pharmacie (Warter, 2003), ou plus généralement en santé incluant les effets des utilisations de type alimentaire (Cabalion *et al.*, 2003). Par ailleurs les posologies pourraient être revues à la hausse.

**Conclusion.** Il paraît judicieux de conseiller à la Polynésie française de ne pas abandonner ses recherches agronomiques et chimiques sur les variétés de kava local, pour produire une matière première originale et de qualité destinée au marché local du kava convivial, au marché américain (qui reste ouvert), et enfin de préparer un probable retour du kava sur le marché pharmaceutique [selon des modalités peut-être différentes de celles actuellement connues et qui restent à préciser, (Cabalion *et al.*, 2003 ; Warter, 2003)]

## **Bibliographie**

- ANDRÉ M., 1999 - *Le phénomène Kava en Nouvelle-Calédonie*. Maîtrise de Sciences Sanitaires et Sociales, Faculté de Médecine de Brest, 100 p.
- BROWN F.B.H., 1935 - Flora of South Eastern Polynesia. III. Dicotyledons. Bernice P. Bishop Museum Bulletin, 130 :1-386.
- CABALION P., BARGUIL Y., DUHET D., MANDEAU A., WARTER S., RUSSMANN S., TARBAH F., DALDRUP TH., 2003 – « Kava in modern therapeutic uses: to a better evaluation of the benefit/risk relation. Researches in New Caledonia and in Futuna ». 5th European Symposium of Ethnopharmacology, Valencia, Spain, 8th-10th May 2003.
- CABALION P., LAROCHE S., EDO L. - Enquêtes auprès des consommateurs de kava en Nouvelle-Calédonie (données non publiées).
- CHANTERAUD A., 1994 - *L'émergence du Kava en Nouvelle-Calédonie : du fait social au phénomène culturel*. DEA d'Anthropologie Temps, Espace et Sociétés dans la Pacifique insulaire, Université Française du Pacifique, 1114 p.
- CHANTERAUD A., 1999 - *La Saga du Kava du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie, Essai de géographie culturelle*. Doctorat en Géographie Culturelle, Université de Paris IV-Sorbonne, 331 p.
- CHANTERAUD A., 2001 - *La saga du Kava, du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie*. CRET & DyMSET (U. Bordeaux 3, CNRS), coll. Iles et archipels n° 29, 288 p.
- CUZENT G., 1860 rééd. 1983 - Archipel de Tahiti ; recherches sur les productions végétales. Édition revue, augmentée et illustrée, Eds Haere po no Tahiti, 208 p.
- GRUENWALD J., MUELLER C., SKRABAL S., 2003 - In-depth Investigation into EU Member States Market Restrictions on Kava Products.
- LEBOT V., CABALION P., 1986 - Les Kavas du Vanuatu, *Piper methysticum* Forst. *Travaux & Documents de l'ORSTOM*, 205 : 234.
- LEBOT V., LEVESQUE J., 1989 - The origin and distribution of Kava (*Piper methysticum* Forster, *Piperaceae*) : a phytochemical approach. *Allertonia*, 5 : 223-280
- LEBOT V., MERLIN M., LINDSTROM L., 1992 - *Kava, the Pacific Drug*. Yale Univ. Press., New Haven & London, 255 p.
- WARTER S., 2003 - *Étude de populations exposées au Kava en Nouvelle-Calédonie et à Futuna ; contribution à la connaissance de la toxicité du Kava*. Thèse d'exercice Médecine générale, Université de Strasbourg I, 267 p.

**Rédacteur : P. CABALION**

***Santalum insulare* DC. var. *insulare* (Tahiti)**

***Santalum insulare* var. *marchionense* (Skotts.) Skotts. (Marquises)**

***Santalum insulare* var. *margaretae* (F. Br.) Skotts. (Rapa)**

***Santalum insulare* var. *raiateense* (J. W. Moore) Fosberg & Sachet  
(Raiatea, Moorea)**

***Santalum insulare* var. *raivavense* F. Br. (Raivavae, Australes)**

Ces variétés représentent le polymorphisme de l'espèce de la Polynésie française.  
J.-F. Butaud (SDR Tahiti) prépare actuellement une thèse sur la distribution, la taxonomie du complexe en Polynésie française.

**Statut IUCN**

Gravement menacé d'extinction à vulnérable.

**Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Toutes les variétés, sauf celle des Marquises sont relictuelles et ont un statut allant de CR à VU.  
Aux Marquises, les populations sont localement de quelque importance et sont plus ou moins accessibles et disponibles, au moins pour une première étude chimique.  
Ces variétés occupent les formations ouvertes de croupes et de crêtes de moyenne à haute altitude.

**Usages**

Massages : poudre de santal dans de l'huile de noix de coco.

Autres espèces du genre :

– *Santalum spicatum* : graines alimentaires (Australie).

– *Santalum album* : inflammation du système urinaire (Kom E), insolation, douleurs abdominales.

**Composition chimique**

Pour toutes les variétés : huile essentielle dans le bois,  $\alpha$  et  $\beta$  santalol (60 %).

*Var. marchionense* : sesquiterpènes,  $\alpha$  et  $\beta$ -santaldiol.

**Autres espèces du genre**

*Santalum spicatum* :

– Huile grasse (graine) : acide ximenynique (# 50 %), ac. oléique, ac. stéarique, ac. linoléique.

*Santalum album* :

– Huile essentielle (3 à 5 % dans le bois) :  $\alpha$ -santalol (50 %) et  $\beta$ -santalol (20 %), epi- $\beta$ -santalol,  $\alpha$ -bergamotol,  $\alpha$ -bergamotal.

## Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

### Autres espèces du genre

*Santalum acuminatum* : inhibition du relargage de 5-hydroxytryptamine par les plaquettes.

*Santalum album* : l'huile essentielle présenterait une action sur le système cardio-vasculaire.

### Intérêt industriel

L'huile essentielle de toutes les variétés de *Santalum insulare* est signalée comme un substitut acceptable de l'huile essentielle de santal blanc.

### Valorisation potentielle

L'huile essentielle de santal blanc des Indes est en voie de raréfaction sur le marché international pour des raisons politiques (restriction de la production et de l'exportation par l'Inde) et phytosanitaires (maladie spike disease). Bien qu'une autre huile de santal ne puisse lui être directement substituée (par exemple celle d'Australie ou de Nouvelle-Calédonie), il existe une possibilité indéniable d'introduction sur le marché pour cette huile, qui pourrait l'être dans de nouvelles formules.

Une étude à long terme est en cours (UPF/SDR/CIRAD) sur le santal de Polynésie :

Points étudiés :

- Multiplication par graines
- Inventaire des populations
- Études chimiques et génétiques aux Marquises.

Points en cours d'étude :

- Études chimiques et génétiques.

Points restant à étudier :

- Multiplication végétative
- Déterminisme de la composition de l'huile essentielle
- Techniques culturales
- Études de la descendance
- Acceptabilité par les utilisateurs (substitution, nouvelle matière première...).

Il s'agit d'un programme de recherche et de valorisation à très long terme (plusieurs dizaines d'années) qui demande un effort soutenu mais dont les débouchés potentiels seront sans doute stables, car à l'abri des effets de mode.

Du fait de la longueur de ce programme, le recours à la biotechnologie, en particulier pour la multiplication, doit être privilégié.

*Il conviendrait aussi de s'interroger sur les raisons de la baisse de la production en Inde. C'est une espèce préférant les milieux pauvres, et sa croissance dans ces milieux pourrait être vite ralentie (Geneviève Michon, écologue IRD, comm. pers.).*

### Contraintes réglementaires

Vérifier l'absence des molécules allergènes listées au 7<sup>e</sup> amendement de la directive européenne sur les produits cosmétiques.

Aucune place pour le santal en tant que médicament ou complément alimentaire

### Itinéraire de production

#### Mode d'obtention

Distillation de l'huile essentielle sur le territoire.

#### Mode de commercialisation

Auprès des industriels des matières premières aromatiques travaillant avec les parfumeurs.

#### Contrôle qualité

Faire reconnaître la qualité de l'huile essentielle par une norme spécifique AFNOR/ISO.

### Bibliographie

- ALPHA T., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.P., FAURE R., CAMBON A., JONCHERAY L., 1996 -  $\alpha$ -Santaldiol and  $\beta$ -santaldiol, two santalane sesquiterpenes from *Santalum insulare*. *Phytochemistry*, 41(3) : 829-831.
- BANERJEE S., ECAVADE A., RAO A.R., 1993 - Modulatory influence of sandalwood oil on mouse hepatic glutathione S-transferase activity and acid soluble sulphhydryl level. *Cancer Letters*, 68(2-3) : 105-9.
- BENENCIA F., COURREGES M.C., 1999 - Antiviral activity of sandalwood oil against herpes simplex viruses-1 and -2. *Phytomedicine*, 6(2) : 119-123.
- BIANCHINI J.-P., BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., VERHAEGEN D. & BARON V., 2003 - *Caractérisation du Santal des Marquises*. Projet de Recherche du Ministère de l'Outre-Mer, UPF-SDR-CIRAD.
- BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., CARDI C., NASI R., TASSIN J., VERHAEGEN D., 2002 – « Molecular and morphometric diversity in *Santalum insulare* and *Santalum austrocaledonicum*. Autécologie et Phytosociologie des Santals de Polynésie française ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 07-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.
- BUTAUD J.-F., TETUANUI W., 2002 – « Le santal en Polynésie française ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 07-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.
- BUTAUD J.-F., 2002 – « Autécologie et Phytosociologie des Santals de Polynésie française ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 07-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.
- BUTAUD J.-F., 2002 – « Conservation et valorisation de la biodiversité des santals de Polynésie française par l'étude de leurs métabolites secondaires ». In : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 07-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.



- BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2003 - A new chemotype of Sandalwood (*Santalum insulare* Bertero ex A. DC.) from Marquesas Islands. *Journal of Essential Oil Research*, 15(5) : 323-326.
- BUTAUD J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2002 – « Marquesas Islands sandalwood concrete and biodiversity conservation of a forest species ». 33<sup>rd</sup> International Symposium on Essential Oils, 4-7 September 2002, Lisboa, Portugal.
- JONES G. P., BIRKETT A., SANIGORSKI A., SINCLAIR A. J., HOOPER P. T., WATSON T., RIEGER V., 1994 - Effect of feeding quandong (*Santalum acuminatum*) oil to rats on tissue lipids, hepatic cytochrome P-450 and tissue histology. *Food and Chemical Toxicology*, 32(6) : 521-525.
- LIU Y., LONGMORE R.B., 1997 - Dietary sandalwood seed oil modifies fatty acid composition of mouse adipose tissue, brain, and liver. *Lipids*, 32(9) : 965-969.
- ROGERS K.L., GRICE I.D., GRIFFITHS L.R., 2001 - Modulation of in vitro platelet 5-HT release by species of *Erythrina* and *Cymbopogon*. *Life Sciences*, 69(15) : 1817-1829.
- SCARTEZZINI P., SPERONI E., 2000 - Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(1-2) : 23-43.
- SYKES W.R., 1981 - Sandalwood in the Cook Islands. *Pacific science*, 1980 publ 1981, 34(1) : 77-82

**Rédacteur : Y. BARBIN**

## ***Tephrosia purpurea* (L.) Pers. var. *piscatoria* (Ait.) Fosberg (FABACEAE)**

### **Synonymes**

*T. purpurea sensu* Zepernick  
*T. piscatoria* Aiton.

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Espèce cultivée et naturalisée dans plusieurs îles de la Polynésie où elle est localement abondante ; plus généralement, dispersée en station sèche de basse et moyenne altitude aux Marquises et dans la Société.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société.

### **Usages**

Employée comme ichtyotoxique dans de nombreuses régions du Pacifique (Nishimoto, 1969 ; Pétard, 1986).

### **Composition chimique**

Roténoïdes, surtout dans les racines.

#### **Graines**

Flavonoïdes pongamol, karanjine and lanceolatine B, flavonoïdes prénylées (purpuritenin and purpureamethide).

#### **Racines**

Purpurénone, bêta-hydroxychalcone ; (+)-purpurine ; déhydroisoderricine, et (-)-maackiaïne. Pseudosemiglabrin et (-)-semiglabrin (Sinha *et al.*, 1982 ; Ventakata Rao et Ranga Raju, 1984).

#### **Fleurs et fruits**

7,4'-dihydroxy-3',5'-diméthoxyisoflavone ; (+)-téphropurpurine ((+)-purpurine, pongamole, lancéolatine B, (-)-maackiaïne, (-)-3-hydroxy-4-méthoxy-8,9-méthylène-dioxyptérocarpane et (-)-médicarpine, tous actifs sur quinone réductase ; composés non actifs : 3'-méthoxy daidzeine, desmoxyphylline B and 3,9-dihydroxy-8-méthoxycoumestane (Chang *et al.*, 1997).

### **Propriétés pharmacologiques et toxicologiques**

#### **Propriétés ichtyotoxiques et insecticides**

La roténone et ses dérivés, les roténoïdes, ont la propriété d'asphyxier le poisson. En fait, ils agissent sur tous les animaux en bloquant la respiration à l'intérieur des cellules au niveau des mitochondries, mais les animaux à sang chaud sont protégés par leur revêtement cutané qui empêche la résorption du poison, alors que les animaux à sang froid (insectes, poissons, serpents) y sont particulièrement sensibles.

#### **Activité nématocide (Bansode et Kurundkar, 1989)**

Les parties aériennes fournissent un excellent « engrais vert » (Joshi *et al.*, 2000).

### **Activité allélopathique des extraits aqueux de feuilles sur parthenium**

L'inhibition significative de la vitesse de germination et de la croissance de la plantule permet d'envisager l'emploi de cet extrait simple comme herbicide peu honéreux et biodégradable « weed control » (Damme *et al.*, 1994).

Activités anti-ulcéreuses démontrées sur le rat des extraits aqueux de racines, en raison des propriétés cytoprotectives de la drogue (Deshpande *et al.*, 2003).

Propriétés antitumorales marquées, démontrées par induction *in vitro* de la quinone réductase des composés isoflavoniques isolés des fruits et fleurs.(Chang *et al.*, 1997).

### **Intérêt industriel**

Valorisation possible comme insecticide et ichtyotoxique.

Les drogues à roténone sont employées en assez grande quantité comme insecticide en phytopharmacie, sous forme de poudre végétale, pour lutter contre les chenilles, pucerons et autres doryphores, présentant le grand avantage d'être inoffensives pour l'homme. La tendance est de les associer aux pyréthrine, autres insecticides végétaux, afin de combiner leurs actions, les effets de ces derniers étant plus rapides mais aussi plus fugaces.

La roténone se dégrade rapidement dans le milieu (3 à 6 j.), ce qui lui vaut un regain d'intérêt comme pesticide biologique. Son emploi dans des conditions strictes et réglementées est autorisé en agriculture biologique dans certains pays. Ce marché, sans être énorme, est consistant à l'échelle du marché des plantes médicinales et devrait se développer du fait de la croissance des productions biologiques (Tamm *et al.*, 2000) ; et ce bien que les roténones (avec d'autres pesticides) aient été associées à la maladie de Parkinson. Des études récentes ont cependant montré que l'injection de doses élevées (1-12 mg/kg) de roténone à des rats provoque chez l'animal des symptômes « parkinson-like », suscitant des réserves sur son emploi. Les doses utilisées dans l'expérience sont cependant très au-dessus des doses susceptibles d'être trouvées chez l'homme consommant des aliments traités. La question est loin d'être tranchée et la réglementation devrait encore évoluer (Giasson et Lee, 2000).

#### **Admission dans la sélection restreinte**

Composition chimique bien connue de l'espèce (études menées pour la plupart sur des échantillons récoltés en Inde). Comme c'est généralement le cas pour les *tephrosia*, présence de dégueuline et dérivés au lieu de roténone.

Il serait intéressant de mesurer la teneur en roténoïdes de la variété de Polynésie française.

Ses propriétés nématicides, allélopathiques, et comme engrais vert, en font un excellent produit phytosanitaire (lutte antivectorielle, agriculture...).

Les insecticides « biologiques », biodégradables, sont spécialement intéressants pour l'agriculture en milieu insulaire, par exemple les îles Loyauté en Nouvelle-Calédonie, pour éviter de polluer la lentille d'eau douce sous-jacente, fragilisée par des produits phytosanitaires à forte rémanence.

### **Bibliographie**

- BANSODE P.T., KURUNDKAR B.P., 1989 - Efficacy of organic amendments and plant extracts in management of root-knot of brinjal. *Indian Journal of Plant Pathology*, 7(2) : 160-163.
- CHANG L.C., GERHAUSER C., SONG L., FARNSWORTH N.R., PEZZUTO J.M., KINGHORN A.D., 1997 - Activity-guided isolation of constituents of *Tephrosia purpurea* with the potential to induce the phase II enzyme, quinone reductase. *Journal of Natural Products*, 60(9) : 869-873.

- DAMME V. VAN, MEYLEMANS B., DAMME P. VAN, 1994 - Survey on weed management practices in upland crops in the dry zone of Sri Lanka. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 59(3b) : 1345-1350.
- DESHPANDE S.S., SHAH G.B., PARMAR N.S., 2003 - Antiulcer activity of *Tephrosia purpurea* in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 35(3) : 168-172.
- GIASSON B.I., LEE V.M.-Y., 2000 - A new link between pesticides and Parkinson's disease. *Nature Neuroscience*, 3(12) : 1227-1228.
- JOSHI S.D., JADHAV A.S., PATIL M.B., KURUNDKAR B.P., 2000 - Effect of organic amendment and fly ash on root-knot disease of tomato. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 25 (1): 84-85.
- NISHIMOTO S. K., 1969 - Plants used as fish poisons. *Newsletter of the Hawaiian Botanical Society*, 3 : 20 -28.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.
- VENTAKATA RAO E., RANGA RAJU N., 1984 - Two flavonoids from *Tephrosia purpurea*. *Phytochemistry*, 23(10) : 2339-2342.
- SINHA B., NATU A.A., NANAVATI D.D., 1982 - Prenylated flavonoids from *Tephrosia purpurea* seeds. *Phytochemistry*, 21(6) : 1468-1470.
- TAMM L., SPEISER B., WYSS E., NIGGLI U., 2000 - *Use of Rotenon in Organic Agriculture: FiBL Statement.* 2 p.

**Rédacteur : C. MORETTI**

## ***Vanilla tahitensis* J. W. Moore (ORCHIDACEAE)**

### **Synonyme**

Synonyme de *V. planifolia* Andr., probablement un cultivar particulier ou hybride de cette espèce avec une autre. Il semble actuellement que plusieurs groupes de botanistes et de généticiens travaillent sur la question (mais pas de références bibliographiques).

### **Statut IUCN**

Pas de statut, plante cultivée.

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

*Vanilla tahitensis* n'est cultivée qu'en Polynésie. Plusieurs cultivars sont répertoriés et font désormais l'objet d'une collection vivante, maintenue par les services de l'agriculture du territoire (Dron, 2002).

Liane herbacée charnue, volubile, naturalisée à basse et moyenne altitude (anciennes plantations ou en station secondaire).

### **Usages**

Gousse ; aliment ; épice.

Sève : Comores ; médicinal ; hémostatique ; cicatrisant.

### **Composition chimique**

Gousse : glucosides, vanilline, aldehyde p-hydroxybenzoïque, p-anisaldehyde, acide p-hydroxybenzoïque, acide vanillique, acide anisique, alcool anisique (Rives, 2000).

Des alcaloïdes, des polyphénols et des traces de leucoanthocyanes.

### **Propriétés pharmacologiques et toxicologiques**

Toxicité ; vanillisme (Bùi-Xúan-Nhúan, 1954).

### **Intérêt industriel**

Agro-alimentaire comme arôme typé, sur un marché ciblé.

### **Itinéraire de production**

Culture déjà établie à Tahiti et dans les îles Sous-le-Vent (Huahine, Raiatea, Tahaa...).

### **Mode d'obtention**

Multipliation végétative par bouture. Attention aux problèmes de transmission des maladies virales.

Admission dans la sélection restreinte

### **Bibliographie**

BÛI-XUÂN-NHÙAN, 1954 – « Le vanillisme ». In G.Bouriquet (ed.) : Le vanillier et la vanille dans le monde, Paul Lechevalier : 647-661.

DRON M., 2002 - *Rapport d'évaluation de la composante scientifique du projet vanille du Service de Développement Rural à Raiatea (période 1998-2002)*, 31 p.

RIVES M.J., 2000 - *Étude des profils aromatiques des différentes variétés de Vanilla tahitensis*. École Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse, 51 p

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## Fiches végétales groupe 2

## ***Astelia nadeaudii* Drake (Asteliaceae)**

### **Synonyme**

*A. raiateensis* J. W. Moore.

### **Statut IUCN, accessibilité, abondance**

Non menacé.

Peu à moyennement accessible, jamais abondante, dispersée au sol ou en épiphyte moyenne, en station héliophile. Suffisamment abondante pour de premières analyses.

### **Usages**

Non décrits pour cette espèce.

#### **Autres espèces du genre**

*Astelia solandri* et *Astelia trinerva* : fruits alimentaires en Nouvelle-Zélande.

### **Composition chimique**

Non décrite pour cette espèce.

#### **Autres espèces du genre :**

*Astelia solandri* et *A. trinerva* : acides gras essentiels (dans les graines) : acide  $\gamma$ -linoléinique.

*Astelia banksii* : saccharose et monosaccharides non déterminés (racines), pas d'oligo-saccharides.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Non décrites pour cette espèce.

### **Contraintes réglementaires**

Du fait des réglementations européennes et du marché, l'utilisation en alimentation semble à exclure.

### **Orientations**

Les fruits de certaines espèces sont riches en huile grasse contenant 25 % d'acide  $\gamma$ -linoléinique.

### **Valorisation potentielle**

L'intérêt actuel pour les huiles  $\omega 3$  et  $\omega 6$  en cosmétologie et en alimentation en fait une source originale et substitutive, principalement pour la cosmétologie.

Une étude préalable de la composition lipidique des fruits est à réaliser (prestation de service possible).

*L'intérêt de cette ressource est à relativiser car elle est peu à moyennement accessible, et jamais abondante. Mais il est possible d'effectuer des prélèvements afin de procéder à de premières analyses.*

### **Bibliographie**

- CAMBIE R.C., FERGUSON L.R., 2003 - Potential functional foods in the traditional Maori diet. *Mutation Research, Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 523-524 : 109-117.
- MORICE I.M., 1975 - Seeds fats of further species of *Astelia*. *Phytochemistry*, 14(5-6) : 1315-1318
- SIMS I.M., 2003 - Structural diversity of fructans from members of the order Asparagales in New Zealand. *Phytochemistry*, 63(3) : 351-9.

**Rédacteur : Y. BARBIN**



## ***Maytenus vitiensis* (A. Gray) Ding Hou (CELASTRACEAE)**

### **Statut IUCN, accessibilité, abondance**

Indigène, donc pas de statut, néanmoins, ni jamais très abondante, ni répandue, localement menacée par l'extension de *Miconia*.

Abondance moyenne, formations mésiques de basse altitude ou en grandes vallées (Société).

### **Usages**

Non décrits pour cette espèce.

### **Composition chimique, propriétés pharmacologiques**

Espèce non étudiée.

#### **Autres espèces du même genre**

*Maytenus illicifolia* : activité anti-ulcéreuse (Brésil), analgésique, traitement des troubles gastro-intestinaux au sens large, anémie, cancer de la peau. Activité emménagogue, contraceptive, abortive.

### **Composition chimique**

Non décrite pour cette espèce.

#### **Autres espèces du genre**

*Maytenus boaria* : sesquiterpènes :  $\beta$ -agarofuranes (graines, parties aériennes).

*Maytenus* sp. : nor-triterpénoïdes de type quinone-méthide (tingénone, hydroxytingénone, pristinérine).

*Maytenus macrocarpa* : nor-triterpènes – macrocarpines A, B, C, D.

*Maytenus canariensis* : nor-triterpénoïdes de type quinone-méthide, sesquiterpènes –  $\beta$ -agarofuranes.

*Maytenus illicifolia* : triterpènes – friedéline, friedélan-3 $\beta$ -ol, mayténine ; sesquiterpènes –  $\beta$ -agarofuranes (cangorines F, G, H, I, J) ; maytansinoids (maytansine, maytanprine, maytanbutine). Présence variable selon l'origine géographique. Flavonoïdes (hétérosides de kaempférol).

*Maytenus cuzcoina* : sesquiterpènes –  $\beta$ -agarofuranes

*Maytenus heterophylla* : triterpènes. Dérivés catéchiques. Agarofurane, alcaloïdes.

*Maytenus arbutifolia* : triterpènes. Dérivés catéchiques.

*Maytenus ovata* : maytansine et dérivés.

*Maytansinoids* : maytansine et dérivés.

## Pharmacologie et toxicologie

### Autres espèces du genre

*Maytenus* sp. : activité répulsive d'insectes, anti-feedant, régulation du développement (nor-triterpènes quinones).

*Maytenus aquifolium* : activité anti-ulcéreuse sur rat (extrait, ulcère à l'indométhacine et de stress). Activité analgésique (faible).

*Maytenus macrocarpa* : activité cytotoxique sur cultures de cellules cancéreuses (nor-triterpènes).

*Maytenus canariensis* : activité cytotoxique (nortriterpène quinone méthides). Activité antibiotique.

*Maytenus cuzcoina* : activité inhibitrice du développement des tumeurs (agarofurans).

*Maytenus heterophylla* : activité antibiotique (*S. aureus*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*).

*Maytenus arbutifolia* : activité antibiotique (*S. aureus*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*).

*Maytenus illicifolia* : activité estrogénique et utérotrrophique. Pas d'embryotoxicité ni d'altération du système reproducteur.

### Intérêt industriel

Les macrolides de la famille de la maytansine présentent une activité anti-cancéreuse (poison du fuseau) largement étudiée mais dont l'intérêt par rapport à d'autres familles de composés de mécanisme d'action similaire (par exemple, vinca alcaloïdes) semble assez faible.

La maytansine seule a été abandonnée faute d'activité en phase II.

Une molécule (anticorps monoclonal humanisé combiné à maytansine) est en cours de développement (phase 1 terminée, Immunogen Inc, États-Unis) dans le traitement des cancers du pancréas, du poumon et colorectal.

La recherche de nouveaux dérivés de maytansine pourrait présenter un intérêt dans cet axe de recherche.

Les sesquiterpènes du groupe des  $\beta$ -agarofuranes présentent généralement une activité insecticide et anti-feedant de niveau variable, ainsi qu'une activité cytotoxique pour certains d'entre eux.

Des activités de suppression de la résistance aux médicaments anti-cancéreux de cellules en culture et de sensibilisation des *Leishmania* aux traitements anti-parasitaires ont été mises en évidence.

Une activité anti-HIV a été démontrée pour certains dérivés.

### Orientations

Études phytochimique et pharmacologique des espèces de ce genre à approfondir.

Source possible de molécules à activités thérapeutiques intéressantes.

Données significatives sur le genre, orientation recherche complémentaires chimie et cancer + sida.

*Les débats entre experts ont montré que certains d'entre eux doutent maintenant des possibilités d'exploitations des molécules du type maytansine et de leur valorisation.*



### Autres espèces du genre

- *Maytenus pertinax*

Statut IUCN : non évalué, mais paraît très rare. Endémique de Rapa, formations mésiques de basse altitude.

Accessibilité : très mauvaise (éloignement de Rapa).

Usages : non décrits pour cette espèce.

- *Maytenus crenata*

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : abondant et répandu, accessibilité moyenne.

Endémique des Marquises et peut-être présent dans la Société. En formations mésiques ± ouvertes de basse altitude.

Usages : pas d'usage connu de l'espèce.

### Bibliographie

- ALARCON J., BECERRA J., SILVA M., MORGENSTERN T., JAKUPOVIC J., 1995 -  $\beta$ -Agarofurans from seeds of *Maytenus boaria*. *Phytochemistry*, 40(5) : 1457-1460.
- Avilla J., Teixido A., Velazquez C., Alvarenga N., Ferro E., Canela R., 2000 - Insecticidal activity of *Maytenus* species (Celastraceae) nortriterpene quinone methides against codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera : Tortricidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(1) : 88-92.
- BERSANI AMADO C.A., MASSAO L.B., BAGGIO S.R., JOHANSON L., ALBIERO A.L.M., KIMURA E., 2000 - Antiulcer effectiveness of *Maytenus aquifolium* spray dried extract. *Phytotherapy Research*, 14(7) : 543-545.
- BRENDLER T., GRUENWALD J., JAENICKE C., 2001 - *Herb-CD<sub>4</sub> Herbal remedies*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart, Germany.
- BUFFA FILHO W., CORSINO J., BOLZANI DA S.V., FURLAN M., PEREIRA A.M., FRANCA S.C., 2002 - Quantitative determination for cytotoxic Friedo-nor-oleanane derivatives from five morphological types of *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae) by reverse-phase high-performance liquid chromatography. *Phytochemical Analysis*, 13(2) : 75-78.
- CESPEDES C.L., ALARCON J., ARANDA E., BECERRA J., SILVA M., 2001 - Insect growth regulator and insecticidal activity of beta-dihydroagarofurans from *Maytenus* spp. (Celastraceae). *Zeitschrift Fur Naturforschung C a Journal of Biosciences*, 56(7-8) : 603-613.
- CHAVEZ H., CALLO N., ESTEVEZ-BRAUN A., RAVELO A.G., GONZALEZ A.G., 1999 - Sesquiterpene polyol esters from the leaves of *Maytenus macrocarpa*. *Journal of Natural Products*, 62(11) : 1576-1577.
- CHAVEZ H., RODRIGUEZ G., ESTEVEZ-BRAUN A., RAVELO A.G., ESTEVEZ-REYES R., GONZALEZ A.G., FDEZ-PUENTE J.L., GARCIA-GRAVALOS D., 2000 - Macrocarpins A-D, new cytotoxic nor-triterpenes from *Maytenus macrocarpa*. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 10(8) : 759-762.
- COELHO R.G., DI STASI L.C., VILEGAS W., 2003 - Chemical constituents from the infusion of *Zollernia ilicifolia* Vog. and comparison with *Maytenus* species. *Zeitschrift für Naturforschung. Section C, Biosciences*, 58(1-2) : 47-52.
- CORDEIRO P.J.M., VILEGAS J.H.Y., LANCAS F.M., 1999 - HRGC-MS analysis of terpenoids from *Maytenus ilicifolia* and *Maytenus aquifolium* ("espinheira santa"). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 10(6) : 523-526.

- FRANCA S.C., DUARTE I.B., PEREIRA A.M.S., CARVALHO D., QUEIROZ M.E.C., 1999 -  
Triterpenes and phenolics in callus of *Maytenus aquifolium* Mart. *Acta Hort. (ISHS)*,  
502 :363-368
- GONZALEZ A.G., ALVARENGA N.L., RAVELO A.G., JIMENEZ I.A., BAZZOCCHI I.L., 1995 -  
Two triterpenes from *Maytenus canariensis*. *Journal of Natural Products*, 58(4) :  
570-573.
- GONZALEZ A.G., ALVARENGA N.L., RAVELO A.G., JIMENEZ I.A., BAZZOCCHI I.L., CANELA  
N.J., MOUJIR L.M., 1996 - Antibiotic phenol nor-triterpenes from *Maytenus*  
*canariensis*. *Phytochemistry*, 43(1) : 129-132.
- GONZALEZ A.G., JIMENEZ I.A., BAZZOCCHI I.L., RAVELO A.G., 1994 - Structure and absolute  
configuration of a sesquiterpene from *Maytenus boaria*. *Phytochemistry*, 35(1) : 187-  
189.
- GONZALEZ A.G., JIMENEZ I.A., RAVELO A.G., LUIS J.G., BAZZOCCHI I.L., 1989 -  $\beta$ -  
Agarofurane sesquiterpene esters from *Maytenus canariensis*. *Phytochemistry*,  
28(1) : 173-175.
- GONZALEZ A.G., TINCUSI B.M., BAZZOCCHI I.L., TOKUDA H., NISHINO H., KONOSHIMA T.,  
JIMENEZ I.A., RAVELO A.G., 2000 - Anti-tumor promoting effects of sesquiterpenes  
from *Maytenus cuzcoina* (Celastraceae). *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 8(7) :  
1773-1778.
- GONZALEZ F.G., PORTELA T.Y., STIPP E.J., DI STASI L.C., 2001 - Antiulcerogenic and  
analgesic effects of *Maytenus aquifolium*, *Sorocea bomplandii* and *Zolernia*  
*ilicifolia*. *Journal of Ethnopharmacology*, 77(1) : 41-47.
- ITOKAWA H., SHIROTA O., ICHITSUKA K., MORITA H., TAKEYA K., 1993 - Oligo-nicotinated  
sesquiterpene polyesters from *Maytenus ilicifolia*. *Journal of Natural Products*,  
56(9) : 1479-1485.
- ITOKAWA H., SHIROTA O., MORITA H., TAKEYA K., IITAKA Y., 1994 - Cangorins F-J, five  
additional oligo-nicotinated sesquiterpene polyesters from *Maytenus ilicifolia*.  
*Journal of Natural Products*, 57(4) : 460-470.
- KENNEDY M.L., CORTES-SELVA F., PEREZ-VICTORIA J.M., JIMENEZ I.A., GONZALEZ A.G.,  
MUNOZ O.M., GAMARRO F., CASTANYS S., RAVELO A.G., 2001 -  
Chemosensitization of a multidrug-resistant *Leishmania tropica* line by new  
sesquiterpenes from *Maytenus magellanica* and *Maytenus chubutensis*. *Journal of*  
*Medicinal Chemistry*, 44(26): 4668-4676.
- KUO Y.H., KING M.L., CHEN C.F., CHEN H.Y., CHEN C.H., CHEN K., LEE K.H., 1994 - Two  
new macrolide sesquiterpene pyridine alkaloids from *Maytenus emarginata*:  
emarginatine G and the cytotoxic emarginatine F. *Journal of Natural Products*,  
57(2) : 263-269.
- MONTANARI T., BEVILACQUA E., 2002 - Effect of *Maytenus ilicifolia* Mart. on pregnant  
mice. *Contraception*, 65(2) : 171-175.
- MUHAMMAD I., EL SAYED K.A., MOSSA J.S., AL SAID M.S., EL FERALLY F.S., CLARK A.M.,  
HUFFORD C.D., OH S., MAYER A. M., 2000 - Bioactive 12-oleanene triterpene and  
secotriterpene acids from *Maytenus undata*. *Journal of Natural Products*, 63(5) :  
605-610.
- MUNOZ O., GALEFFI C., FEDERICI E., GARBARINO J.A., PIOVANO M., NICOLETTI M., 1995 -  
Boarioside, a eudesmane glucoside from *Maytenus boaria*. *Phytochemistry*, 40(3) :  
853-855.
- ORABI K.Y., AL QASOUMI S.I., EL OLEMY M.M., MOSSA J.S., MUHAMMAD I., 2001 -  
Dihydroagarofuran alkaloid and triterpenes from *Maytenus heterophylla* and  
*Maytenus arbutifolia*. *Phytochemistry*, 58(3) : 475-480.

- PULLEN C.B., SCHMITZ P., HOFFMANN D., MEURER K., BOETTCHER T., VON BAMBERG D., PEREIRA A.M., DE CASTRO FRANCA S., HAUSER M., GEERTSEMA H., VAN WYK A., MAHMUD T., FLOSS H.G., LEISTNER E., 2003 - Occurrence and non-detectability of maytansinoids in individual plants of the genera *Maytenus* and *Putterlickia*. *Phytochemistry*, 62(3) : 377-387.
- QUEIROGA C.L., SILVA G.F., DIAS P.C., POSSENTI A., DE CARVALHO J.E., 2000 - Evaluation of the antiulcerogenic activity of friedelan-3beta-ol and friedelin isolated from *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 72(3) : 465-468.
- SCHANEBERG B.T., GREEN D.K., SNEDEN A.T., 2001 - Dihydroagarofuran sesquiterpene alkaloids from *Maytenus putterlickoides*. *Journal of Natural Products*, 64(5) : 624-626.
- SHIROTA O., MORITA H., TAKEYA K., ITOKAWA H., 1994 - Cytotoxic aromatic triterpenes from *Maytenus ilicifolia* and *Maytenus chuchuhuasca*. *Journal of Natural Products*, 57(12) : 1675-1681.
- SPIVEY A.C., WESTON M., WOODHEAD S., 2002 - Celastraceae sesquiterpenoids: biological activity and synthesis. *Chemical Society Reviews*, 31(1) : 43-59.
- TOLCHER A.W., OCHOA L., HAMMOND L.A., PATNAIK A., EDWARDS T., TAKIMOTO C., SMITH L., DE BONO J., SCHWARTZ G., MAYS T., JONAK Z.L., JOHNSON R., DEWITTE M., MARTINO H., AUDETTE C., MAES K., CHARI R.V., LAMBERT J.M., ROWINSKY E.K., 2003 - Cantuzumab Mertansine, a Maytansinoid Immunoconjugate Directed to the CanAg Antigen : a Phase I, Pharmacokinetic, and Biologic Correlative Study. *Journal of Clinical Oncology*, 21(2) : 211-222.
- VILEGAS W., SANOMMIYA M., RASTRELLI L., PIZZA C., 1999 - Isolation and structure elucidation of two new flavonoid glycosides from the infusion of *Maytenus aquifolium* leaves. Evaluation of the antiulcer activity of the infusion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2) : 403-406.

**Rédacteurs : B. WENIGER ET Y BARBIN**

## **Melicope spp. (Rutaceae)**

### **Statut UICN, accessibilité, abondance**

Toutes les espèces de Polynésie française sont endémiques et relèvent des catégories IUCN sensibles.

#### **Autres espèces du genre**

*Melicope hivaoensis* : espèce non étudiée.

*Melicope lucida* : espèce non étudiée.

*Melicope nukuhivensis* : espèce non étudiée.

*Melicope revoluta* : espèce non étudiée.

*Melicope tahitensis* : espèce non étudiée.

### **Intérêt général des espèces du genre *Melicope***

D'après la dernière révision du genre par T. G. Hartley (2001), cent soixante-sept espèces précédemment distribuées dans les genres *Melicope* et *Euodia* constituent désormais le genre *Melicope*. Les espèces précédemment incluses dans le genre *Melicope*, une vingtaine, sont relativement bien étudiées du point de vue chimique, mais restent très décevantes du point de vue pharmacologique.

Voici les constituants le plus fréquemment rencontrés :

#### **a) Flavonoïdes**

Flavones polyoxygénés, méthylflavones, méthoxyflavones.

Intérêt : pour certaines d'entre elles en tant que substances dissuasives vis-à-vis d'insectes, en tant que larvicides par rapport aux larves de *Aedes aegypti* (Hung Ho *et al.*, 2003).

#### **b) Alcaloïdes (plus d'une cinquantaine ont été isolées d'espèces du genre)**

- De type furoquinoléine (skimmianine, kokusaginine...)

Intérêt : chimiotaxonomiques car spécifiques des Rutaceae.

Pharmacologique : cytotoxicité.

À partir des feuilles de *M. semecarpifolia* ont été isolés 19 composés présentant une activité cytotoxique, *in vitro*, vis-à-vis de lignées cellulaires P-388, HT-29 et A549. La confusamétine a une action plus forte que la mithramycine pris pour référence (ED50 = 0,03 µg/ml et 0,06 µg/ml respectivement).

Anti-agrégant plaquettaire.

Activité moyenne de la dictamine, évolitrine et ptéleine sur l'agrégation plaquettaire chez le lapin.

- De type quinoléine (15 composés des feuilles de *M. semecarpifolia*)

La confusadine présente des propriétés anti-agrégant plaquettaire (Chen *et al.*, 2002).

- De type bisquinoléine (feuilles de *M. pteleifolia*)

- De type acridone  
Intérêt insecticide: propriétés dissuasives et antiappétantes (Haasalani, 1984).

**c) benzofuranes**

**d) acétophénones (une dizaine de molécules)**

**e) coumarines**

**f) huile essentielle**

**Orientations**

Plantes à alcaloïdes, acétophénones et à huiles essentielles.  
Activité insecticide.

*Les espèces de la Polynésie française sont trop rares pour les considérer comme candidates à une utilisation, mais les probables propriétés de ces espèces justifieraient des campagnes de récoltes pour des sondages sur des petites quantités de matière végétale, accompagnées de mesures de sauvegarde ex situ. Ces récoltes pourraient être envisagés pour *M. lucida* (Société), *M. hivaoaensis* et *M. revoluta* (Marquises).*

**Bibliographie**

- CHEN J.J., CHANG Y.L., TENG C.M., SU C.C., CHEN I.S., 2002 - Quinoline alkaloids and anti-platelet aggregation constituents from the leaves of *Melicope semecarpifolia*. *Planta medica*, 68(9) : 790-793
- HAASALANI A., 1984 - Structure- activity studies of acridone feeding deterrents. *Schriftenreihe der GTZ*, 161 : 75-79
- HARTLEY T.G., 2001 - On the taxonomy and biogeography of *Euodia* and *Melicope* (Rutaceae). *Allertonia*, 8(1) : 1-319.
- HUNG HO S., WANG J., SIM K. Y., EE G.C.L., IMIYABIR Z., YAP K.F., SHAARI K., HOCK GOH S., 2003 - Meliternatin : a feeding deterrent and larvicidal polyoxygenated flavone from *Melicope subunifoliolata*.. *Phytochemistry*, 62(7) 1121-1124

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**



## ***Myrsine collina* Nadeaud (Myrsinaceae)**

### **Synonyme**

*Rapanea collina* (Nadeaud) Mez.

### **Statut IUCN, accessibilité, abondance**

Non menacé.

Endémique de Tahiti, mais le matériel des îles Sous-le-Vent mérite une comparaison taxonomique approfondie.

En formations fermées à ± ouvertes de basse et moyenne altitude.

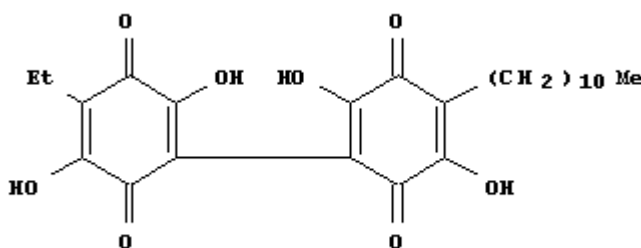
Accessibilité : moyenne, ± abondante.

### **Usages**

Pas d'usage connu des espèces considérées.

### **Composition chimique**

Genre : *benzoquinones* (dont rapanone<sup>1</sup>), anthraquinones.



**Rapanone**

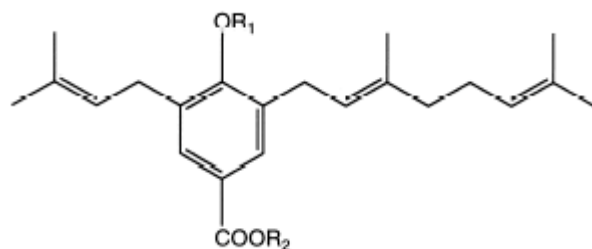
- *M. africana* (racine, plante entière)
- *M. capitellata* (fruit)
- *M. guaianensis* (bois du tronc : rapanone)
- *M. seguinii* (racine, écorce : hydroquinone diglucosides)
- *M. semiserrata* (fruit)
- *M. stolonifera* (fruit : rapanone)

Lignanes : *M. salicina* (feuille), *M. seguinii* (feuille = (+)-isolarisiresinol 3a-O-sulfate).

Acides terpéno-benzoïques : *M. seguinii* (feuille), voir structure ci-après :

---

<sup>1</sup> La rapanone est cytotoxique et présente une activité abortive et anti-fertilité chez la souris.



Flavonoïdes : *M. africana*, *M. seguinii* (feuille).

Saponines triterpéniques :

- *M. africana* (feuille et tronc)
- *M. seguinii* (parties aériennes)
- *M. pellucida* (tronc)
- *M. salicina* (feuille)

Espèces : non étudiées à notre connaissance.

### Pharmacologie et toxicologie

Genre : antibactérien. Forte activité surtout sur *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus* sp., *Salmonella* sp., *Bacillus* sp.

- *M. africana* (fruit, feuille, graine, racine)
- *M. capitellata* (écorce).

Stimulant utérin, antifertilité : *M. africana* (parties aériennes, graine)

Spermicide : *M. africana* (parties aériennes)

Laxatif : *M. africana* (fruit)

Leishmanicide : *M. pellucida* (écorce)

Anthelminthique : faible activité

Insecticide : composés antiappétants et larvicides de *Rapanea melanophloeos*

Anti-protéase HIV (50 microg/ml) : *M. australis* (parties aériennes) (Wan *et al.*, 1996)

Activité anti-inflammatoire des acides terpéno-benzoïques (Mizushina *et al.*, 2000)

Activité anti-inflammatoire et antioxydante de la rapanone (Ospina *et al.*, 2001)

Activité abortive et anti-fertilité de la rapanone (Calle *et al.*, 2000)

Activité cytotoxique de la rapanone (Cordero *et al.*, 2004)

Activité cytotoxique des saponines (*M. salicina*) (Bloor et Qi, 1994)

Activité antifongique et molluscicide des saponines (Ohtani *et al.*, 1993)

Inhibition de la phospholipase D par les saponines (*M. australis*) (1996).

Espèces : non étudiées à notre connaissance.

### Autres espèces du genre

• ***Myrsine falcata* Nadeaud**

Synonyme : *Rapanea falcata* (Nadeaud) Mez ; *Myrsine collina* var. *falcata* (Nadeaud) S. L. Welsh ; *Rapanea collina* var. *falcata* (Nadeaud) M. L. Grant.

Notes sur la bio-écologie de la ressource :

- endémique de Tahiti
- crêtes de moyenne et haute altitude.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : bonne, assez répandu localement.

• ***Myrsine fasciculata* (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Myrsinacées)**

Synonyme : *Rapanea fasciculata* J. W. Moore.

Notes sur la bio-écologie de la ressource : endémique de la Société, Raiatea. Maquis ouvert à lande à *Cyperaceae-Metrosideros*.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : moyenne, pas vraiment commune, mais localement abondante.

• ***Myrsine fusca* (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Myrsinacées)**

Synonyme : *Rapanea fusca* J. W. Moore.

Notes sur la bio-écologie de la ressource : endémique de la Société, Bora Bora, Moorea, Raiatea ; crête de moyenne à haute altitude.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : moyenne, peu répandue à localement abondante.

• ***Myrsine grantii* var. *grantii* Fosberg & Sachet (Myrsinacées)**

Notes sur la bio-écologie de la ressource : identifié à Hiva Oa, sommet du mont Temetiu, îles Marquises ; endémique Fatu Hiva, Hiva Oa, Ua Huka ; typique des forêts d'altitude (cloud zone) ; crête d'altitude élevée, en station ± ouverte.

Statut IUCN : non menacée (Hiva Oa) ou non évaluée (Fatu Hiva).

Accessibilité : faible (milieu et îles), peu répandue à assez commune (au moins à Hiva Oa).

• ***Myrsine grantii* var. *toiviensis* Fosberg & Sachet (Myrsinacées)**

Statut IUCN, accessibilité, écologie : endémique de Nuku Hiva aux Marquises ; crêtes de haute altitude.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : faible (milieu et île), jamais abondante ni répandue.

• ***Myrsine niauensis* Fosberg & Sachet**

Accessibilité, écologie : endémique de Niau aux Tuamotu ; en forêt à *Pisonia-Pouteria* sur karst.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : faible (île) mais disponibilité importante, commune en forêt.

• ***Myrsine taitensis* A. Gray (Myrsinacées)**

Synonyme : *Rapanea taitensis* (A. Gray) Mez.

Accessibilité, écologie : endémique de Tahiti, en forêt de pente et de crête de haute altitude.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : moyenne, peu abondante à localement commune, jamais rare.

• ***Myrsine ovalis* var. *wilderi* Fosberg & Sachet (Myrsinacées)**

Notes sur la bio-écologie de la ressource : endémique de Makatea (Tuamotu) ; en forêt de karst à *Pisonia-Pouteria*.

Statut IUCN : non menacé.

Accessibilité : faible (milieu et île), peu commune.

### Orientations

Recherche

Intérêt chimiotaxonomique : plusieurs espèces endémiques non étudiées –nombreuses activités biologiques démontrées dans le genre ; constituants chimiques originaux et a priori intéressants.

Éventuellement passage en groupe 2 pour taxons accessibles et statut IUCN favorable.

Valorisation : pas de valorisation à court terme, études scientifiques préalables.

### Bibliographie

BLOOR S.J., QI L., 1994 - Cytotoxic saponins from New Zealand *Myrsine* species. *Journal of Natural Product*, 57(10) :1354-1360.

CALLE J., OLARTE J., PINZON R., OSPINA L.F., MENDOZA M.C., OROZCO M.J., 2000 - Alterations in the reproduction of mice induced by rapanone. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(3) : 521-525

CORDERO C.P., GOMEZ-GONZALEZ S., LEON-ACOSTA C.J., MORANTES-MEDINA S.J., ARISTIZABAL F.A., 2004 - Cytotoxic activity of five compounds isolated from Colombian plants. *Fitoterapia*, 75(2) :225-227.

MIZUSHINA Y., MIYAZAKI S., OHTA K., HIROTA M., SAKAGUCHI K., 2000 - Novel anti-inflammatory compounds from *Myrsine seguinii*, terpeno-benzoic acids, are inhibitors of mammalian DNA polymerases. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1475(1): 1-4

OHTANI K., MAVI S., HOSTETTMANN K., 1993 - Molluscicidal and antifungal triterpenoid saponins from *Rapanea melanophloeos* leaves. *Phytochemistry*, 33(1) :83-86.

OSPINA L.F., CALLE J., ARTEAGA L., PINZON R., ALCARAZ M.J., PAYA M., 2001 - Inhibition of acute and chronic inflammatory responses by the hydroxybenzoquinonic derivative rapanone. *Planta Medica*, 67(9) :791-795.

WAN M, BLOOR S, FOO LY, LOH BN, 1996 - Screening of New Zealand Plant Extracts for Inhibitory Activity against HIV-1 Protease. *Phytotherapy Research*, 10(7): 589-595.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Neonauclea forsteri* (Seemann) Merrill (RUBIACEAE)**

### **Statut UICN, abondance, accessibilité**

Abondante et répandue dans la Société.

### **Usages**

Non décrits pour cette espèce.

#### **Autres espèces du genre**

*Neonauclea calycina* : traitement des tumeurs.

### **Composition chimique**

Non décrite pour cette espèce.

#### **Autres espèces du genre :**

*Neonauclea zeylanica*. Alcaloïdes (dans le bois) : neozeylanicine (groupe naphtyridine).

*Neonauclea sessilifolia*. Coumarines : scopolétine. Anthraquinones : chrysophanol. Stérols : hétérosides de stigmastérol, bêta-sitostérol. Divers : paeonol, acide dihydrobenzoïque, dérivés d'acide quinique. Alcaloïdes indoliques (dans les racines) : neonaucleosides A, B et C. Secoiridoïdes et dérivés : loganine, secologanine, grandifloroside, sweroside (une quinzaine de dérivés...).

*Neonauclea calycina*. Anthraquinones (dans le bois) : damnacanthal, morindone, rubiadine 1-méthyl-éther, nordamnacanthal, damnacanthol, lucidine-3-O-primeveroside, morindone-6-O-primeveroside.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Non décrites pour cette espèce.

#### **Autres espèces du genre :**

*Neonauclea calycina*. Inhibition (forte) de la topo-isomérase II par le damnacanthal et la morindone.

### **Composition chimique**

Non décrite pour cette espèce.

Études phytochimique et pharmacologique à approfondir.

Des alcaloïdes indoliques, probablement présents du fait de molécules « précurseurs » (secologanine), seraient à rechercher.

### **Orientations**

Les bois de certaines espèces de *Neonauclea* sont de bonne qualité et utilisés comme bois d'œuvre. Cette piste de valorisation est à creuser avec l'aide d'un organisme spécialisé.

Source possible de molécules à activités thérapeutiques intéressantes (responsables de la durabilité des bois en particulier).

### **Bibliographie**

- ATTA U.R., VOHRA I.I., CHOUDHARY M.I., DE SILVA L.B., HERATH W.H.M.W., NAVARATNE K.M., 1988 - Neozeylanicine: a novel alkaloid from the timber of *Neonauclea zeylanica*. *Planta Medica*, 54(5) : 461-462.
- CAPURON R., 1972 - The forest flora of Madagascar. *Adansonia*, 12(3) : 375-388.
- ITOH A., TANAHASHI T., NAGAKURA N., NISHI T., 2003 - Two chromone-secoiridoid glycosides and three indole alkaloid glycosides from *Neonauclea sessilifolia*. *Phytochemistry*, 62(3) : 359-69.
- KANG W., HAO X., LI G., 2002 - [Study on the constituents from *Neonauclea sessilifolia*]. *Zhong Yao Cai*, 25(12) : 875-877.
- PARI G., LESTARI S.B., 1993 - Chemical analysis of several wood species from North Sulawesi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 11(1) : 7-11.
- TOSA H., IINUMA M., ASAI F., TANAKA T., NOZAKI H., IKEDA S., TSUTSUI K., YAMADA M., FUJIMORI S., 1998 - Anthraquinones from *Neonauclea calycina* and their inhibitory activity against DNA topoisomerase II. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 21(6) : 641-642.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Pittosporum orohenense* J. W. Moore (Pittosporaceae)**

### **Statut IUCN, accessibilité, abondance**

Menacé à gravement menacé d'extinction.

*Pittosporum orohenense* J. W. Moore : identifiée aux îles de la Société. Endémique, peu accessible, quelques stations sur les plus hauts sommets de Tahiti, très rare.

*Pittosporum rapense* F. B. : identifiée sur l'île Rapa. Endémique et rare.

### **Usages**

Pas d'usage connu de l'espèce.

### **Composition chimique**

Espèces : non étudiées à notre connaissance.

Genre. Saponines triterpéniques : *P. tobira* (fruit), *P. phillyraeoides*, *P. undulatum* (feuille).

Glycolipide : *P. tobira*.

Caroténoïdes : *P. tobira* (graines).

Hétérosides sesquiterpéniques : *P. pentandrum*.

Terpènes dans la famille.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre. HIV protéase inhibition : *P. anomalum* (feuille). Spermicide : *P. neelgherrense* (parties aériennes). Antiviral : *P. tobira* (pl. entière), *P. phylliroeoides* (fruit, feuille).

Tidiabétique : *Pittosporum* sp. Antifongique : *P. formosum* (pl. entière), *P. tobira* (pl. entière). Antitumoral (glycolipide).

### **Orientations**

Données significatives en chimie et biologie.

### **Intérêt chimiotauxonomique**

Valorisation : pas de valorisation à court terme, étude scientifique préalable.

La grande vulnérabilité de ces espèces interdit toute récolte importante, cependant leurs probables propriétés biologiques justifieraient des campagnes de récolte accompagnées de mesures de conservation *ex situ* et *in situ*.

### **Bibliographie**

BARONE D., SALVETTI L., GUARNIERI D., D'ARRIGO C., 1995 - In vivo antitumor activity of CIDI, a glycolipide from *Pittosporum tobira*. *Pharmacological Research*, 31(1) : 137

D'ACQUARICA I., DI GIOVANNI M.C., GASPARRINI F., MISITI D., D'ARRIGO C., FAGNANO N., GUARNIERI D., IACONO G., BIFULCO G., RICCIO R., 2002 - Isolation and structure elucidation of four new triterpenoid estersaponins from fruits of *Pittosporum tobira*. *Tetrahedron*, 58(51): 10127-10136

ERRINGTON S.G., JEFFERIES P.R., 1988 - Triterpenoid saponinins of *Pittosporum phillyraeoides*. *Phytochemistry*, 27(2): 543-545.

FUJIWARA Y., HASHIMOTO K., MANABE K., MAOKA T., 2002 - Structures of tobiraxanthins A1, A2, A3, B, C and D, new carotenoids from the seeds of *Pittosporum tobira*. *Tetrahedron Letters*, 43(24): 4385-4388.

HIGUCHI R., KOMORI T., KAWASAKI T., LASSAK E.V., 1983 - Triterpenoid sapogenins from leaves of *Pittosporum undulatum*. *Phytochemistry*, 22(5): 1235-1237.

RAGASA C.Y., RIDEOUT J.A., TIERRA D.S., COLL J.C., 1997 - Sesquiterpene glycosides from *Pittosporum pentandrum*. *Phytochemistry*, 45(3): 545-547.

**Rédacteur : Y BARBIN**



## ***Premna serratifolia* L. (Lamiaceae, anciennement Verbenaceae) *Premna taitensis* Schauer**

La révision de ce groupe pour la région reste à faire. On peut garder, pour le moment, les deux espèces comme distinctes.

### **Synonymes**

Pour la Polynésie, de *Premna serratifolia* L.

L'espèce voisine est *Premna taitensis* Schauer de Polynésie, variété qui se rencontre aux îles de la Société mais semble difficile à distinguer de *Premna serratifolia* (Smith, 1991).

Des synonymies complémentaires concernent la répartition asiatique de cette espèce (Pételot, 1953), mais elles seront également à vérifier lors d'une future révision du genre.

### **Statut IUCN, accessibilité, abondance**

Non menacé.

*Premna serratifolia*, espèce polymorphe, qu'il est inutile de vouloir diviser en taxons infraspécifiques, est présente à basse altitude, en buissons depuis l'Afrique de l'Est à Ceylan, de par l'Asie du Sud-Est, les îles Ryukyu (Japon), Taiwan, la Malaisie et l'Australie tropicale, et dans le Pacifique jusqu'aux Tuamotu (Smith, 1991).

En formation littorale sur substrat corallien et à basse altitude sur basalte, plutôt en station ouverte de crête ou de croupe mésique, mais aussi en sous-bois peu dense de forêt de grandes vallées.

### **Usages**

#### **Usages médicaux.**

#### **Maux de ventre, d'estomac**

**Fidji.** Le jus des feuilles écrasées est un remède pour les maux stomacaux (Smith, 1991) ; les feuilles et la tige de *Premna taitensis* entrent également dans un remède de l'appendicite (Cambie et Ash, 1994).

#### **Maux de tête, douleurs, fièvres**

**Fidji.** Le jus des feuilles écrasées est un remède ingéré contre les maux de tête (Smith, 1991). Les feuilles et tiges broyées de *Premna taitensis* et d'*Epipremnum pinnatum* (L.) Engler sont données contre les « douleurs » (Cambie et Ash, 1994). Les feuilles d'*Epipremnum pinnatum* sont également recommandées seules contre les maux de tête névralgiques (Cambie et Ash, 1994).

**Kiribati.** Les feuilles ou les écorces de racines de *Premna obtusifolia* sont indiquées contre les maux de tête (Zepernick, 1972).

**Papouasie Nouvelle-Guinée.** *Premna taitensis* entre dans un remède des maux de tête, appendicite (Cambie et Ash, 1994). Les feuilles de *Premna taitensis* sont médicinales (Cambie et Ash, 1994).

**Polynésie française, Tubuai.** Un remède complexe contenant *Premna taitensis* var *rimatarensis* est indiqué contre une maladie interne non identifiée (Zepernick, 1972).

**Polynésie française.** L'infusion de feuilles est appliquée contre les otalgies et ingérée contre les céphalées (Pétard, 1986) ; indication antipyrétique apparemment inconnue des anciens Tahitiens (Pétard, 1986), mais les racines sont considérées (aujourd'hui) comme fébrifuges (Pétard, 1986).

**Samoa.** Les bourgeons foliaires de *Premna taitensis* var *rimatarensis* entrent dans un remède contre les maux de tête (Zepernick, 1972). En cas de douleurs générales, on peut recommander *Premna taitensis* var *rimatarensis* (Zepernick, 1972). *Premna serratifolia* est utilisée comme remède contre les fièvres (Whistler, 1992).

**Tonga.** Des bains de vapeur à partir des feuilles de *Premna taitensis* sont recommandés contre les maux de tête et les fièvres (Cambie et Ash, 1994).

**Tuvalu.** L'écorce ou les feuilles de *Premna serratifolia* entrent dans des remèdes contre les maux de tête (Whistler, 1992).

### **Fractures, contusions, blessures, asthme, polyarthrite rhumatoïde, inflammation**

**Fidji.** L'écorce entre dans des remèdes composés pour traiter les fractures osseuses (Smith, 1991). Contre les suites de coups, contusions et blessures, un remède complexe contenant les feuilles de *Premna taitensis* est pris en bains de vapeur (Zepernick, 1972). La décoction d'écorces de *Premna taitensis* est donnée contre la polyarthrite rhumatoïde et les inflammations ou œdèmes (Cambie et Ash, 1994).

**Niue.** *Premna serratifolia* est utilisée contre l'asthme (Whistler, 1992).

**Polynésie française.** *Premna taitensis* est une plante médicinale en Polynésie française et ailleurs dans le Pacifique (Cambie et Ash, 1994).

**Samoa.** Le jus d'expression des feuilles d'un tout jeune pied de *Premna taitensis* var *rimatarensis* est un remède à prendre par voie orale en cas de blessure (Zepernick, 1972), feuilles et écorces en cataplasme contre les problèmes cutanés et les blessures (Whistler, 1992). Le jus d'expression des écorces d'un individu âgé de *Premna taitensis* var *rimatarensis* est donné en cas de blessures (Zepernick, 1972) et de difficultés respiratoires telles que l'asthme (Zepernick, 1972). L'infusion de feuilles et d'écorces de *Premna serratifolia* entre dans des remèdes contre les inflammations cutanées (Whistler, 1992).

**Tonga.** L'infusion de feuilles est donnée contre les inflammations (Whistler, 1992).

### **Infections, ORL et problèmes cutanés**

**Fidji.** Les feuilles de *Premna taitensis* var *rimatarensis* sont broyées, exprimées, et le jus obtenu est instillé en cas d'inflammation oculaire (Zepernick, 1972). Le jus des feuilles de *Premna taitensis* serait un remède des douleurs et irritations oculaires (Cambie et Ash, 1994). Le jus des feuilles de *Premna taitensis* serait actif contre la sinusite ; *idem* pour la décoction d'écorces. La décoction de feuilles de *Premna taitensis* est donnée contre la diarrhée (Cambie et Ash, 1994).

**Niue.** Les feuilles de *Premna taitensis* sont réputées antituberculeuses (Cambie et Ash, 1994).

**Samoa.** Les feuilles entrent dans un remède complexe à prendre par voie orale en cas de problèmes cutanés (Zepernick, 1972). *Idem* en cas d'abcès à percer, mais on se sert de feuilles jeunes ou non (Zepernick, 1972). Les jeunes feuilles entrent dans un remède contre la gonorrhée (Zepernick, 1972). Des parties non identifiées de *Premna taitensis* var

*rimatarensis* entrent dans un remède fluide complexe pour bains oculaires (Zepernick, 1972).

**Wallis et Futuna.** À Futuna, on prépare une pommade oculaire avec les feuilles broyées de *Premna taitensis* var *rimatarensis* (Zepernick, 1972). *Idem* en cas d'inflammation de l'oreille externe. *Idem* en cas d'inflammation nasale. *Idem* en cas d'inflammation du cou, mais le remède est à ingérer.

### **Stérilité/ fertilité**

**Fidji.** Barnes *et al.* (1975) n'ont pu mettre en évidence aucune activité anticonceptionnelle dans des extraits de feuilles, d'écorces et de tiges, obtenus par extraction par solvants et donnés aux rats par voie alimentaire (Cambie et Brewis, 1997). Un remède complexe contenant des écorces de *Premna taitensis* var. *taitensis* est donné par voie orale aux femmes stériles (Zepernick, 1972). Le jus des feuilles de *Premna taitensis* est donné aux femmes avant accouchement/ et pendant l'accouchement pour faciliter ce dernier (Cambie et Ash, 1994). Les écorces de *Premna taitensis* sont recommandées contre la stérilité féminine (Cambie et Ash, 1994).

**Samoa.** Un remède complexe contenant des feuilles de *Premna taitensis* var. *taitensis* est donné par exemple en cas d'aménorrhée (Zepernick, 1972) ; usage abortif aussi ; un usage abortif est fait aussi des écorces de la même espèce.

**Wallis et Futuna.** À Futuna, les feuilles de *Premna taitensis* var. *rimatarensis* servent à la préparation d'une pommade médicinale, utilisée contre une maladie non identifiée probablement liée à la notion de mariage (Zepernick, 1972).

### **Autres**

**Asie.** Les racines de *Premna serratifolia* L. sont utilisées dans l'ex-Indochine dans les affections gastriques ; en Inde, la racine est considérée comme l'une des cinq racines majeures et utilisée comme fébrifuge ; la décoction des feuilles étant employée contre les rhumatismes ; en Indonésie les feuilles sont considérées comme galactogènes (Pételot, 1953). Voir aussi Dymock (1890 réimpression 1972).

**Fidji.** Le jus des feuilles de *Premna taitensis* est donné aux convalescents (Cambie et Ash, 1994) ; *idem* pour l'écorce. La racine de *Premna taitensis* serait active contre le cancer (Cambie et Ash, 1994).

**Pacifique Sud.** Compilation partielle des indications de *Premna serratifolia* : emménagogue, asthme et traitement *post-partum*, douleurs osseuses profondes, fractures osseuses, appendicite, rhumatismes, œdèmes, céphalées, diarrhée, blessures, migraines, inflammations testiculaires causées par des hernies ; feuilles pour irritations et inflammations oculaires (Anon., 1998 reprenant Whistler 1992 et Weiner, 1984).

**Samoa.** Les feuilles de *Premna taitensis* var. *rimatarensis* servent à la préparation d'un remède complexe pour chasser la maladie (Zepernick, 1972). *Premna taitensis* est médicinale aux îles Samoa (Cambie et Ash, 1994).

**Tonga.** Le decocté de racines de *Premna taitensis* entre dans un tonique général (Cambie et Ash, 1994).

**Wallis et Futuna.** Est de Futuna : pour traiter la maladie 'avaga caractérisée par un comportement anormal, comme dans les délires ou les psychoses, syndrome généralement consécutif à un deuil et non associé à un comportement irrationnel ; d'abord massages prolongés à l'eau et non à l'huile, puis application de jeunes feuilles de *Premna taitensis*

après manducation, obtention d'un volume de la taille d'une noisette qui est diluée dans un verre d'eau. Le produit obtenu sert à badigeonner le patient qui ne doit pas se laver jusqu'à guérison. L'odeur forte du liniment est aussi censée chasser les esprits à l'origine de la maladie. Sert aussi à soigner les enfants fiévreux (Biggs, 1995).

### Usages en cosmétique / parfumerie

**Polynésie française.** Tahiti : malgré son odeur nauséuse, l'inflorescence de *Premna obtusifolia* servait autrefois aux Tahitiennes à confectionner avec un côté de feuilles de cocotier et des corolles de fleurs de tiaré un ornement appelé horo pour leur chevelure (Pétard, 1986 ; Teai *et al.*, 1998), une publication de l'Université de Polynésie française, laboratoire du P<sup>F</sup> Bianchini.

### Usage de la fibre : pouvoir calorifique du bois

**Dans le Pacifique.** *Premna serratifolia* est considéré comme l'un des meilleurs bois de chauffe, à haut pouvoir calorifique.

### Composition chimique

La racine de *Premna integrifolia* contiendrait une huile étherée aromatique (Pételot, 1953).

La racine de *Premna integrifolia* contiendrait une matière colorante jaune (Pételot, 1953).

L'écorce de tronc de *Premna integrifolia* contiendrait deux alcaloïdes, la premnine et la ganiarine. La premnine est sympathomimétique chez la grenouille, avec diminution de force de contraction du cœur et dilatation de la pupille (Pételot, 1953).

Sesquiterpènes, diterpènes, hétérosides flavoniques, iridoïdes, dipeptide, lignane, norlignane, phytostérols, hétéroside stéroïdique, polyisoprénoïde, alcanols (Anon. 1998).

Feuilles : lutéoline, premnalatine (bisnorlignane) et  $\beta$ -sitostérol (Dasgupta *et al.*, 1984, Cambie et Brewis, 1997).

Feuilles : verbascoside, iridoïde hétérosidique de *Premna corymbosa* var. *obtusifolia* (Otsuka *et al.*, 1993).

Bois : sesquiterpènes et diterpènes (Hegnauer 1990 ; Cambie et Brewis, 1997).

Écorces : aphélandrine (alcaloïde) (Dasgupta, 1984 ; Cambie et Brewis, 1997).

Tiges : treize composés isolés d'un extrait MeOH de tronc de *Premna corymbosa* var. *obtusifolia*, dont le premnafolioside et d'autres composés phénoliques (Yuasa *et al.*, 1993).

Bourgeons floraux : composés volatils (Teai *et al.*, 1998).

## Pharmacologie et toxicologie

Les racines présentent une activité antimicrobienne (Cambie et Ash, 1994).

Barnes *et al.* (1975) n'ont pu mettre en évidence aucune activité anticonceptionnelle dans des extraits de feuilles, d'écorces et de tiges, obtenus par extraction par solvants et donnés aux rats par voie alimentaire (Cambie et Brewis, 1997).

Étude de l'activité antidiabétique de *Premna integrifolia* (Alamgir *et al.*, 2001) ; activité hypoglycémique moyenne de *Premna integrifolia* (Kar *et al.*, 2003).

Premnazole, alcaloïde antiinflammatoire.

Activité anti-inflammatoire de *Premna integrifolia* commentée (Prasad, 1970).

Traitement du diabète sucré en Inde par *Premna integrifolia* (Shankaran *et al.*, 1963).

Indications ayurvédiques de *Premna integrifolia* (Agnimantha) : flatulence, fièvres, arthrite, « désobstruant » hépatique.

Antimigraineux (?) : ancien développement de *Premna taitensis* comme anti-migraineux (États-Unis, G.-B. et Hollande).

À noter dans d'autres espèces du genre *Premna* :

*Premna tomentosa* L. : activités antinociceptives et hypnotiques trouvées dans l'extrait méthanolique de feuilles (Devi *et al.*, 2003a) et activités antinociceptives dans un extrait de racines de *Premna herbacea* (Narayanan *et al.*, 2000), feuilles (à comparer avec les indications de *P. serratifolia* contre la douleur) ; activités immunomodulatrices et cytoprotectrices de l'extrait de feuilles de *Premna tomentosa* (Devi *et al.*, 2003b).

Aussi activité cytotoxiques de terpénoïdes de *Premna* spp. (littérature asiatique) et activité de diterpènes sur *Leishmania aethiopica* (Habtemariam, 2003). Usage d'un *Premna* sp. à Bornéo comme antipaludique (Leaman *et al.*, 1995).

## Itinéraire de production

Suffisamment abondant pour études préliminaires.

## Orientations

Espèce particulièrement intéressante à étudier scientifiquement, mais priorité 2 ou 3 pour ses activités hépatoprotectrices, antiseptiques, antiparasitaires (terpènes), anti-inflammatoires, motivant déjà de nombreux travaux, notamment en Asie. Donc, inutile de se lancer dans cette voie.

*En revanche, un point spécial en priorité 1, mérite une attention toute particulière : il s'agit des indications répétées et convergentes dans le Pacifique de la médecine traditionnelle contre la douleur, corroborées par des résultats de travaux mettant en évidence des activités antinociceptives dans des *Premna* spp. asiatiques et par l'existence d'un développement ancien (fin XIX<sup>e</sup> siècle) d'une préparation testée autrefois de manière pseudo-clinique contre la migraine, ce qui constitue une piste de recherche que l'on pourrait classer en priorité 1, d'autant plus que l'une des deux espèces entrant dans le remède (cf. annexe en fin de texte) était citée sous le nom de *Premna taitensis*. Il faudrait envisager une recherche préliminaire rapide pour savoir si le sujet mérite d'être étudié plus avant.*

### **Bibliographie**

- ALAMGIR M., ROKEYA B., HANNAN J.M.A., CHOUDHURI M.S.K., 2001 - The effect of *Premna integrifolia* Linn. (Verbenaceae) on blood glucose instreptozotocin induced type 1 and type 2 diabetic rats. *Pharmazie*, 56(11) : 903-904
- ANON., 1998 - *Medicinal Plants in the South Pacific*. WHO Regional Publications, Western Pacific Series n° 19, WHO, Manila, 254 p.
- BARNES C.S., PRICE J.R., HUGHES R.L., 1975 - An examination of some reputed antifertility plants. *Lloydia*, 38(2) : 135-140.
- BIGGS B., 1985 - Contemporary Healing Practices in East Futuna. *In*: C. Parsons (ed.) *Healing Practices in the South Pacific*, Honolulu: The Institute for Polynesian Studies : 108-128
- CAMBIE R.C., ASH J., 1994 - *Fijian Medicinal Plants*. Australia, CSIRO, 365 p.
- CAMBIE R.C., BREWIS A.A., 1997 - *Anti-fertility plants of the Pacific*. Australia, CSIRO, 181 p.
- DASGUPTA B., SINHA N.K., PANDEY V.B., RAY A.B., 1984 - Major alkaloid and flavonoid of *Premna integrifolia*. *Planta Medica*, 50(3) : 281.
- DEVI P.K., SAI RAM M., SREEPRIYA M., ILAVAZHAGAN G., DEVAKI T. (2003b) - Immunomodulatory effects of *Premna tomentosa* extract against Cr (VI) induced toxicity in splenic lymphocytes: an in vitro study. *Biomedicine and pharmacotherapy*, 57(2) : 105-108.
- DEVI P.K., SREEPRIYA M., BEVAKIT T., BALAKRISHNA K., 2003a - Antinociceptive and hypnotic effects of *Premna tomentosa* L. (Verbenaceae) in experimental animals. *Pharmacology, biochemistry and behavior*, 75(2) : 261-264.
- DYMOCK W., WARDEN C.J.H. , HOOPER D., 2005 - *Pharmacographia indica, a history of the principal drugs of vegetable origin*. New Delhi, Srishti, 2005, 3 Vols., xliv, 1884 p.
- HABTEMARIAM S., 2003 - In vitro antileishmanial effects of antibacterial diterpenes from two Ethiopian *Premna* species: *P. schimperi* and *P. oligotricha*. *BMC Pharmacology* 3 : 6.
- HEGNAUER R., 1990 - *Chemotaxonomie der Pflanzen : eine Übersicht über die Verbreitung und die systematische Bedeutung der Pflanzenstoffe. 9, Nachträge zu Band 5 und Band 6 : Magnoliaceae bis Zygophyllaceae*. Basel, Birkhäuser Verlag, 786 p.
- KAR A., CHOUDHARY B.K., BANDYOPADHYAY N.G., 2003 - Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 84(1) : 105-108.

- LEAMAN D. J., ARNASON J.T., YUSUF R., SANGAT-ROEMANTYO H., SOEDJITO H., ANGERHOFER C.K., PEZZUTO J.M., 1995 - Malaria remedies of the Kenyah of the Apo Kayan, East Kalimantan, Indonesian Borneo: a quantitative assessment of local consensus as an indicator of biological efficacy. *Journal of Ethnopharmacology*, 49(1) : 1-16.
- NARAYANAN N., THIRUGANASAMBANATHAN P., VISWANATHAN S., KANNAPPA REDDY M., VIJAYASEKHARAN V., SUKUMAR E., 2000 - Antipyretic, antinociceptive and anti-inflammatory activity of *Premna herbacea* roots. *Fitoterapia*, 71(2) :147-153.
- OTSUKA H., WATANABE E., YUASA K., OGIMI C., TAKUSHI A., TAKEDA Y., 1993 - A verbascoside iridoid glucoside conjugate from *Premna corymbosa* var. *obtusifolia*. *Phytochemistry*, 32(4) : 983-986.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.
- PÉTELOT P.A., [1952-54] - *Les plantes médicinales du Cambodge, du Laos et du Viêt Nam. Tome II.* Saïgon, Archives des recherches agronomiques au Cambodge, au Laos et au Viêt Nam, N° 18, 284 p.
- SMITH A.C., 1991 - *Flora Vitensis Nova. A new Flora of Fiji (Spermatophytes only), Vol. 5.* National Tropical Botanical Garden, Hawaii, 626 p.
- TEAI T., BIANCHINI J.P., CLAUDE-LAFONTAINE A., CAMBON A., 1998 - Volatile constituents of the flowers buds concrete from *Premna serratifolia* L. *Journal of Essential Oil Research*, 10(3) : 307.
- WEINER M.A., [1984] - *Secrets of Fijian Medicine.* 141 p.
- WHISTLER W.A., 1992 - *Polynesian Herbal Medicine.* Lawai, Kauai, Hawaii, National Tropical Botanical Garden, 238 p.
- YUASA K., IDE T., OTSUKA H., TAKEDA Y., 1993 - Premnafolioside, a new phenylethanoid and other phenolic compounds from stems of *Premna corymbosa* var. *obtusifolia*. *Journal of Natural Products*, 56(10) : 1695-1699.
- ZEPERNICK B., 1972 - *Arzneipflanzen des Polynesier (plantes médicinales des Polynésiens).* Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 307 p.

**Rédacteur : C. CABALION**

## ***Sigesbeckia orientalis* L. (Asteraceae)**

Nom vernaculaire : Amia (Tahiti), Niou (Marquises).

### **Statut UICN, accessibilité, abondance**

Herbacée adventice abondante aux Marquises ou aux Australes (vieilles introductions ayant reculé ou disparu devant des vagues plus récentes à Tahiti, parfois cultivée dans les jardins traditionnels), rare à Tahiti (Pétard, 1986).

Végétation rudérale de basse à moyenne altitude, en station ouverte, mésique à humide.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société.

### **Usages**

Usage médicinal contre la teigne, la gale, les maladies de peau, les ulcères, la tension, les coups, l'arthrite, ou comme antidote contre des poisons (Perry, 1980).

### **Composition chimique**

L'huile des graines contient 20 % d'acides, coronarique (16 %) et vernolique (4 %) (Ansari *et al.*, 1987), à côté des acides gras habituels.

Glucoside diterpénique : darutoside.

Lactones sesquiterpéniques (orientin).

Lactones sesquiterpéniques, germacranolides, melampolides (orientalide), dérivés de géranylnerol, ent-pimarènes, darutigénol, (Baruah *et al.*, 1979 ; Barua *et al.*, 1980 ; Zdero *et al.*, 1991).

*Un des experts signale que plusieurs acides, nommés acide siegesesterique (I) et acide siegesetherique, ont été isolés des parties aériennes. Ils présentent une structure chimique nouvelle : acides ent-17-acétoxy-18-isobutyryloxy-16(alpha)-kauran-19-oïque et ent-17-éthoxy-16(alpha)-(-)-kauran-19-oïque. (Da et al., 1997). D'autres composés connus ont été isolés : acide ent-16-bêta-17-dihydroxy-kauran-19-oïque, glucoside de bêta-sitostérol, hénéicosanol, méthyl- et bêta-sitostérol.*

### **Pharmacologie et toxicologie**

À la Réunion, on l'utilise à l'extérieur comme vulnéraire pour soigner les entorses, les contusions, pour panser les plaies, comme succédané de l'arnica (Pétard, 1986).

Effet anti-exudatif pour soigner les rhumatismes (Do Trung et Ha Ngoc, 2001).

En Chine, des extraits sont anti-inflammatoires et analgésiques dans le traitement de l'arthrite (Kosuge *et al.*, 1985).

*Un des experts signale les activités suivantes : activité anti-allergique de la plante entière par inhibition de la production d'immunoglobulines E (Hwang et al., 2001). Propriétés antiradicalaires de l'extrait butanolique de la plante (Kang et al., 2003).*



### Intérêt industriel

Les huiles de graines pourraient être utilisées comme stabilisants dans les plastiques (Ansari *et al.*, 1987).

Les propriétés anti-allergiques, anti-inflammatoires, antiradicalaires démontrées convergent vers des applications en dermo cosmétique.

*Les experts considèrent cependant qu'en raison de son aire de répartition assez large, il sera prudent avant d'entreprendre toute initiative de R&D de bien vérifier si des recherches avancées n'auraient pas été menées d'en d'autres régions du monde, accompagnées de prises de brevets sur les propriétés démontrées.*

### Bibliographie

- ANSARI M.H., SUHAIL A., AHMAD F., AHMAD M., OSMAN S.M., 1987 - Co-occurrence of coronaric and vernolic acids in Compositae seed oils. *Fett Wissenschaft Technologie*, 89(3): 116-118.
- BARUA R.N. SHARMA R.P. THYAGARAJAN G., HERZ W., GOVINDAN S.V., 1980 - New melampolides and darutigenol from *Sigesbeckia orientalis*. *Phytochemistry*, 19(2): 323-325.
- BARUAH R.N., SHARMA R.P., MADHUSUDANAN K.P., THYAGARAJAN G., HERZ W., MURARI R., 1979 - A new melampolide from *Sigesbeckia orientalis*. *Phytochemistry*, 18(6) : 991-994.
- DO TRUNG D., HA NGOC T., 2001 - Acute antiinflammatory effect of the antirheumatic drug SASP-5221. *Journal of Tropical Medicinal Plants*, 2(2) : 169-174.
- GUO DA., ZHANG Z.G., YE G.Q., LOU Z.C., 1997 – [Studies on liposoluble constituents from the aerial parts of *Siegesbeckia orientalis* L.]. *Yao Xue Xue Bao*, 32(4) : 282-285
- HWANG W.J., PARK E.J., JANG C.H., HAN S.W., OH G.J., KIM N.S., KIM H.M., 2001 - Inhibitory effect of immunoglobulin E production by jin-deuk-chal (*Siegesbeckia orientalis*). *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 23(4) :555-563
- KANG D.J., YUN C., LEE H.S., 2003 - Screening and comparison of antioxidant activity of solvent extracts of herbal medicines used in Korea. *Journal of Ethnopharmacology*, 87(2-3) : 231-236.
- KOSUGE T., YOKOTA M., SUGIYAMA K., YAMAMOTO T., MURE T., KUROKI Y., KOSE T., YAMAZAWA H., 1985 - Studies on bioactive substances in the Chinese Materia Medica used for arthritic diseases in traditional Chinese medicine. I. Anti-inflammatory and analgesic effect of Chinese Materia Medica used for arthritic diseases. *Yakugaku Zasshi*, 105(9) : 845-847.
- PERRY L.M., METZGER J., 1980 - *Medicinal plants of East and Southeast Asia: attributed properties and uses*. Cambridge, MA., MIT Press, 620 p.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.
- ZDERO C., BOHLMANN F., KING R. M., ROBINSON H., 1991 - Sesquiterpene lactones and other constituents from *Siegesbeckia orientalis* and *Guizotia scabra*. *Phytochemistry*, 30(5) : 1579-1584.

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze (Taccaceae)**

### **Synonyme**

*Tacca pinnatifida* J. R. & G. Forst.

### **Statut UICN, accessibilité, abondance**

Rare à peu abondante, localement parfois très abondante (station) ; depuis l'Asie du Sud-Est à travers le Pacifique jusqu'aux Tuamotu ; géophyte (tubercule, parties aériennes feuilles et inflorescences caduques).

### **Usages**

Source d'amidon.

Les tubercules sont réputés laxatifs dans les îles Cook et Rarotonga (Whistler, 1985 ; Holdsworth, 1991).

L'amidon de *Tacca leontopetaloides* a été traditionnellement consommé en Mélanésie puis il a servi pendant des décennies d'ingrédient épaississant du secteur alimentaire britannique. Très populaire en Australie vers 1850, la farine était censée aider à la croissance des jeunes enfants. La toxicité de cet amidon semble donc improbable, si le procédé d'extraction reste identique à ce qu'il était. Voir aussi les différents usages modernes de cette farine, dans les autres remarques.

Aliment traditionnel impopulaire au Vanuatu, comme le sagou, les deux étant obtenus au terme d'une préparation très laborieuse. Délaissés et devenus obsolètes depuis l'introduction au XIX<sup>e</sup> siècle du manioc. Le *Tacca leontopetaloides*, ou *arrow root* en anglais, a été largement cultivé au Vanuatu par les missions presbytériennes dans un but d'autofinancement. Cet amidon était exporté en Grande-Bretagne et dans les colonies britanniques comme ingrédient dans la fabrication de biscuits. La fin de ce commerce initié par l'église presbytérienne date des années 1960 (Weightman, 1989).

Une compagnie australienne produit toujours les « Arnott's Milk Arrowroot », biscuits bien connus au Vanuatu et en Nouvelle-Calédonie dont l'emballage porte toujours le mot « arrow root », mais l'utilisation actuelle de cette farine n'est pas mentionnée.

### **Composition chimique**

Pourrait contenir des saponines toxiques au vu de ce qui existe dans d'autres espèces de *tacca* (Mimaki *et al.*, 2001 ; Yokosuka *et al.*, 2002a ; Yokosuka *et al.*, 2002b) et au vu aussi des informations de Pétard sur le sujet (Pétard, 1986).

Contient des saponines stéroïdiques (Abd El Aziz *et al.*, 1990).

### **Pharmacologie et toxicologie**

Les extraits aqueux peuvent se révéler des produits de désinfection des eaux contre les formes larvaires (cercaires) de certains parasites (Elsheikh *et al.*, 1990).

Activité molluscicide (Abd El Aziz *et al.*, 1990 ; Abdel Aziz *et al.*, 1990 ; Elsheikh *et al.*, 1990 ; Vasanth *et al.*, 1990) utilisable dans la lutte contre la malaria.

## Orientations

Retenue dans sélection restreinte.

C'est le « arrow root » polynésien. À l'instar de ce qui se fait en Guadeloupe, il pourrait être intéressant de produire localement un aliment type « tapioca », ou « arrow root » destiné aux enfants et nourrissons, à faible teneur en gluten (teneur à vérifier). Une plante intéressante comme « new food ».

## Bibliographie

- ABD EL AZIZ A.M.E., BRAIN K.R., BLUNDEN G., CRABB T., BASHIR A. K., 1990 - Steroidal sapogenins from *Tacca leontopetaloides*. *Planta Medica*, 56(2) : 218-221.
- ABDEL AZIZ A., BRAIN K., BASHIR A.K., 1990 - Screening of Sudanese plants for molluscicidal activity and identification of leaves of *Tacca leontopetaloides* (L.) O. Ktze (Taccaceae) as a potential new exploitable resource. *Phytotherapy Research*, 4(2) : 62-65.
- ELSHEIKH S.H., BASHIR A.K., SULIMAN S.M.N EL WASSILA M., 1990 - Toxicity of certain Sudanese plant extracts to cercariae and miracidia of *Schistosoma mansoni*. *International Journal of Crude Drug Research*, 28(4) : 241-245.
- HOLDSWORTH D. K., 1991 - Traditional medicinal plants of Rarotonga, Cook Islands. Part II. *International Journal of Pharmacognosy*, 29(1) : 71-79
- MIMAKI Y., YOKOSUKA A., KURODA M., SASHIDA Y., 2001 - Cytotoxic activities and structure-cytotoxic relationships of steroidal saponins. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 24(11) : 1286-1289.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti. Ed. rev. et augm.* Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.
- VASANTH S., GOPAL R. H., RAO R. B., 1990 - Plant anti-malarial agents. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 49(2) : 68-77.
- WEIGHTMAN B., 1989 - *Agriculture in Vanuatu, a historical review.* Cheam, The British friends of Vanuatu, 320 p.
- WHISTLER W.A, 1985 - Traditional and Herbal Medicine in the Cook Islands. *Journal of Ethnopharmacology*, 13(3) : 239-280.
- YOKOSUKA A., MIMAKI Y., SAKAGAMI H., SASHIDA Y., 2002a - New diarylheptanoids and diarylheptanoid glucosides from the rhizomes of *Tacca chantrieri* and their cytotoxic activity. *Journal of Natural Products*, 65(3): 283-289.
- YOKOSUKA A., MIMAKI Y., SASHIDA Y., 2002b - Spirostanol saponins from the rhizomes of *Tacca chantrieri* and their cytotoxic activity. *Phytochemistry*, 61(1): 73-78.

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Terminalia glabrata* G. Forst. f. var. *brownii* F. R. Fosberg & M. H. Sachet (Combretaceae)**

L'espèce est divisée par Fosberg & Sachet (1981) en cinq variétés réparties entre les îles Cook, Marquises, Société, Australes et Tuamotu (Smith, 1985).

À comparer avec *Terminalia catappa* L., car il n'existe pratiquement pas de documentation sur la variété concernée par cette fiche.

Synonyme exclu : *Terminalia glabrata sensu* A. Gray, syn. de *Terminalia littoralis* Seemann.

### **Statut IUCN**

Faible risque à vulnérable.

### **Accessibilité**

#### **Répartition**

Polynésie : *Terminalia glabrata* et variétés, *Terminalia catappa*.

Monde tropical y compris aujourd'hui la Polynésie française.

En 1845, il est probable que le seul *autaraa* disponible était *Terminalia glabrata* Forster, tandis que l'*autaraa* correspondant à *Terminalia catappa* L. (Grépin et Grépin, 1980) n'était pas encore introduit ou disséminé en Polynésie.

Cette dualité se retrouve dans la phytonymie tahitienne actuelle (Pétard, 1986) :

– *autaraa maohi* (*Terminalia glabrata* et sa variété endémique : *Terminalia glabrata var brownii* F. R. Fosberg & M. H. Sachet).

– *autaraa popaa*, *Terminalia catappa* L., espèce introduite, et dans la phytonymie marquisienne : maii, koai, kouaii (*Terminalia glabrata* Forster et sa variété endémique), maii haoi (T. *catappa*).

### **Usages**

#### **Usages médicaux**

Application sur la peau : aperçu de ces usages dans le monde dans Cabalion (1999) ;

Polynésie française : contre l'érysipèle, F de *T. glabrata* + boutons de *Gardenia taitensis* (Pétard, 1986).

#### **Autres usages**

**Nouvelle-Calédonie :**

– Feuilles, écorces, fruits de *Terminalia catappa* sont astringents, fébrifuges (Rageau, 1973).

– Feuilles, écorces, fruits de *Terminalia catappa* sont astringents, antidiarrhéiques (Rageau 1973).

– Les feuilles de *Terminalia catappa* seraient sudorifiques (Rageau, 1973).

– Les feuilles de *Terminalia catappa* seraient antirhumatismales (Rageau, 1973).

– Les feuilles de *Terminalia catappa* seraient utilisées pour soigner certaines affections gastro-intestinales ou hépatiques (Rageau, 1973).

**Polynésie française :**

- Contre la dysenterie : *autara* (*Terminalia glabrata*) (Comeiras, 1845)
- Contre la syphilis, 3 recettes composées (Grepin et Grepin, 1980)
- Contre la gonococcie, 1 recette composée (Grepin et Grepin, 1980)
- Contre l'urétrite gonococcique de gravité variable, 4 recettes composées (Grepin et Grepin, 1980)
- Contre les bronchites : feuilles et jeunes pousses (Pétard, 1986)
- Contre l'enflure des testicules et du ventre provoquée par la lymphangite, remède *raau hua e rahi e topu* comportant les jeunes pousses (Pétard, 1986)

**Reste du monde :**

Revue non effectuée ici, très nombreuses indications de nature diverse.

**Usages alimentaires**

**Graine oléagineuse comestible**

**Nouvelle-Calédonie :** de *Terminalia catappa* L. (Badamier), arbre originaire de Malaisie, communément planté dans les jardins, donne un fruit à amande oléagineuse, comestible (Rageau, 1973).

**Pacifique Sud :** l'amandier de l'Inde, *Terminalia catappa* L. (*sic*), présent dans la plupart des territoires du Pacifique Sud, donne une amande comestible très fréquemment utilisée (Massal et Barrau, 1956).

**Polynésie française :** amandes comestibles, de 0,4 à 1 g représentant 5 % du poids des fruits séchés (8 à 15 g). Une fois grillées, ces amandes remplacent les amandes ou noisettes. Il faut casser un millier de fruits pour obtenir un kg d'amande. L'amande contient environ 50 % de son poids en huile comestible (Pétard, 1986). Ces données doivent être cependant considérées en tenant compte des problèmes de phytonymie tahitienne actuelle signalés plus haut.

**Composition chimique**

Présence de tanin mise à profit jusqu'en 1945 en Polynésie française dans le tannage des cuirs (Pétard, 1986).

Les composés pigmentés que sont violaxanthine, violéoxanthine, époxide de lutéine, lutéine, deux isomères de la lutéine et de la cryptoxanthine, sont identifiés dans des extraits de feuilles de *Terminalia catappa* (leaves). Concentration plus faible après saponification. Conservateur nécessaire pour éviter l'oxydation (Lopez-Hernandez *et al.*, 2001).

Dix-huit composés identifiés dans les extraits de feuilles de *Terminalia catappa* au CO<sub>2</sub> supercritique, dont trois majoritaires : acétate d'éthyle, 6,10,14-triméthyl-2-pentadécane et phytol. Le (E,E)-2,4-decadienal joue un rôle odorant significatif, « odeur huileuse » malgré sa faible concentration, de même qu'une ionone à odeur florale et fruitée (Mau *et al.*, 2003).

Extrait aqueux de *Terminalia catappa* ; tanins présents, dont la punicalagine et la punicaline (Lin *et al.*, 2001).

Présence de squalène dans les extraits au CO<sub>2</sub> supercritique d'organes divers lyophilisés de *Terminalia catappa*, relativement importante, 12,29 %, dans les extraits de feuilles sénescents (« feuilles abscissiques »), moindre dans les feuilles adultes, pratiquement nulle dans les jeunes feuilles, nulle dans les graines (Ko *et al.*, 2002).

## Pharmacologie et toxicologie

Pour comparaison éventuelle avec *T. catappa* :

Activité antimutagène et cytotoxiques *in vitro* sur hépatomes humains d'un extrait CO<sub>2</sub> supercritique de feuilles de *Terminalia catappa* (Ko *et al.*, 2003).

Activité antidiabétique d'extraits de fruits de *Terminalia catappa* à l'éther de pétrole, au MeOH et à l'eau sur rats traités à l'alloxane, et régénération du pancréas par les extraits au MeOH et à l'eau (Nagappa *et al.*, 2003).

Activité antibactérienne su Gram+ et Gram- (*S. aureus* et *E. coli*) d'extraits de racines de *Terminalia catappa* (Pawar et Pal, 2002).

Activité antibactérienne et antifongique d'extraits de *Terminalia catappa* (Goun *et al.*, 2003).

Activité antinociceptive, mais ni antihyperalgésique ni anti-inflammatoire, des jeunes feuilles de *Terminalia catappa* (Ratnasooriya *et al.*, 2002).

Activité antiradicalaire d'un extrait aqueux de *Terminalia catappa* ; activité la plus forte parmi les tanins présents : la punicalagine et la punicaline (Lin *et al.*, 2001).

Extraits au CO supercritique d'organes divers lyophilisés de *Terminalia catappa*. Activité antioxydante et antiradicalaire des feuilles (Ko *et al.*, 2002).

Activité antioxydante d'extraits MeOH de feuilles jeunes (vertes), adultes (jaunes) et mortes (rouges) de *Terminalia catappa*. Étude du pouvoir réducteur, antiradicalaire et chélateur en fonction du solvant utilisé, méthanol, acétate d'éthyle, dichlorométhane, pentane (Chyau *et al.*, 2002).

Activités antioxydantes d'autant plus marquées que les feuilles de *Terminalia catappa* extraites sont âgées (Mau *et al.*, 2003).

Inhibition dose-dépendante par un extrait EtOH de feuilles de *Terminalia catappa* sur la variation falciforme d'érythrocytes induite par une solution à 2 % de métabisulfite de Na. Augmentation du temps de coagulation. Intérêt potentiel pour traiter les affections caractérisées par cette forme d'érythrocytes falciformes (Mgbemene et Ohiri, 1999).

## Intérêt industriel

**Secteur de la pharmacie.** Activités originales, telles que la protection du pancréas et celle des hématies contre induction de la forme falciforme (priorité 3).

**Secteur de la dermato-cosmétique.** Inhibition d'enzymes cutanées, si des extraits de feuilles de *Terminalia glabrata* var. *brownii* donnaient des activités similaires à celles

décrites dans le brevet français n° 96 15793 (dépôt 20.12.1996) et dans le brevet WO 98/27956, notamment sur phospholipaseA2 et phosphodiesterase (extrait aqueux). (priorité 1).

**Secteur des compléments alimentaires.** Développement des activités probables antiradicalaires, antioxydantes et chélatrices d'extraits de feuilles de *Terminalia glabrata* var. *brownii* (priorité 2).

### Mode de protection

Problème éventuel : association de *Terminalia catappa* avec un champignon endophyte, *Cryptococcus neoformans* var. *gattii* sérotype C, en Colombie (Escandon *et al.*, 2002).

Pas d'altérations après 100 jours de jeunes pousses de *Terminalia catappa* infectées de *Cryptococcus neoformans* var. *gattii*, sérotype C, en Colombie (Huerfano *et al.*, 2001).

### Orientations

Priorité 1, dermatocosmétique, voir « Intérêt industriel ».

### Bibliographie

- CABALION P., 1999 - *Terminalia catappa* L. in traditional medicines for skin ailments and comments. Rapport non publié.
- CHYAU C.C., TSAI S.Y., KO P.T., MAU J.L., 2002 - Antioxidant properties of solvent extracts from *Terminalia catappa* leaves. *Food chemistry*, 78(4) : 483 – 488.
- COMEIRAS J.R.A. de, 1845 - *Topographie médicale de l'archipel de la Société*. Thèse de docteur en médecine, Faculté de médecine de Montpellier, 120 p.
- ESCANDON P, HUERFANO S, CASTANEDA E., 2002 - [Experimental inoculation of *Terminalia catappa* seedlings with an environmental isolate of *Cryptococcus neoformans* var. *gattii* serotype C]. *Biomedica*, 22(4) : 524-528.
- GOUN E, CUNNINGHAM G, CHU D, NGUYEN C, MILES D., 2003 - Antibacterial and antifungal activity of Indonesian ethnomedical plants. *Fitoterapia*, 74(6) : 592-596.
- GRÉPIN F., GRÉPIN M., 1980 - *La médecine tahitienne traditionnelle*. Paris : Direction des centres d'expérimentations nucléaires, Service mixte de contrôle biologique, 151 p.
- HUERFANO S., CASTANEDA A., CASTANEDA E., 2001 - Experimental infection of almond trees seedlings (*Terminalia catappa*) with an environmental isolate of *Cryptococcus neoformans* var. *gattii*, serotype C. *Revista iberoamericana de micología*, 18(3) : 131-132.
- KO T.F., WENG Y.M., LIN S.B., CHIOU R.Y., 2003 - Antimutagenicity of supercritical CO2 extracts of *Terminalia catappa* leaves and cytotoxicity of the extracts to human hepatoma cells. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(12) : 3564-3567.
- KO T.F., WENIG Y.M., CHIOU R.Y.Y., 2002 - Squalene content and antioxidant activity of *Terminalia catappa* leaves and seeds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(19) : 5343-5348.
- LIN C.C., HSU Y.F., LIN T.C., 2001 - Antioxidant and free radical scavenging effects of the tannins of *Terminalia catappa* L. *Anticancer research*, 21(1A) : 237-243.
- LOPEZ-HERNANDEZ E., PONCE-ALQUICIRA E., CRUZ-SOSA F., GUERRERO-LEGARETTA I., 2001 - Characterization and stability of pigments extracted from *Terminalia catappa* leaves. *Journal of food science*, 66(6) : 832-836.
- MASSAL E., BARRAU J., 1956 - *Plantes alimentaires du Pacifique Sud*. Nouméa, CPS, Document Technique No. 94, 91 p.

- MAU J.L., KO P.T., CHYAU C.C., 2003 - Aroma characterization and antioxidant activity of supercritical carbon dioxide extracts from *Terminalia catappa* leaves. *Food research international*, 36(1) : 97-104.
- MGBEMENE C.N., OHIRI F.C., 1999 - Anti-sickling potential of *Terminalia catappa* leaf extract. *Pharmaceutical biology*. 37(2) : 152-154.
- NAGAPPA A.N., THAKURDESAI P.A., VENKAT RAO N., SINGH J., 2003 - Antidiabetic activity of *Terminalia catappa* Linn fruits. *Journal of ethnopharmacology*, 88(1) : 45-50.
- PAWAR S.P., PAL S.C., 2002 - Antimicrobial activity of extracts of *Terminalia catappa* root. *Indian Journal of Medicinal Sciences*, 56(6) : 276-278.
- RAGEAU J, 1973 - *Les plantes médicinales de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, ORSTOM, (Travaux et Documents de l'ORSTOM (FRA), No 23), 139 p.
- RATNASOORIYA W.D., DHARMASIRI M.G., RAJAPAKSE R.A.S., DE SILVA M.S., JAYAWARDENA S.P.M., FERNANDO P.U.D., DE SILVA W.N., NAWELA A.J.M.D.N.B., WARUSAWITHANA R.P.Y.T., JAYAKODY J.R.C., DIGANA P.M.C.B., 2002 - Tender leaf extract of *Terminalia catappa* antinociceptive activity in rats. *Pharmaceutical biology*, 40(1) : 60–66.
- SMITH A.C., 1991 - *Flora Vitensis Nova. A new Flora of Fiji (Spermatophytes only)*, Vol. 5. National Tropical Botanical Garden, Hawaii, 626 p.

**Rédacteur : C. CABALION**



## ***Wikstroemia coriacea* Seemann (Thymelaeaceae)**

Il y a eu un réel problème nomenclatural sur ce nom : le type représente une Rubiacée. Le premier nom disponible pour la région est *W. coriacea* Seemann. *W. foetida* a été largement utilisé à tort, la synonymie doit donc s'établir ainsi :

### **Synonymes**

- *W. coriacea* Seemann
- *Daphne foetida* auct. pl. non s. typi.
- *W. foetida* auct. pl. non s. str.

NB. Il existe un genre *Wikstroemia* dans les *Asteraceae* et *Wikstroemia* dans les *Ternstroemiaceae*.

Ces deux noms de genres sont des homonymes, l'un est un nom à rejeter, l'autre un homonyme postérieur. *Wikstroemia* Endl. (Thymel.) est un nom à conserver.

### **Statut IUCN**

Non menacé, moyennement accessible et ± répandu.

#### **Autres espèces du genre présentes en Polynésie française**

*Wikstroemia caudata* J. W. Moore, endémique de Raiatea.

*Wikstroemia johnplewsii* Wagner & Lorence, endémique des Marquises.

J. J. Halda (2000) propose le nom *Daphne confusa nomen nov.* pour ce taxon. Cette publication confidentielle (Acta Mus. Richnov en Tchéquie) n'étant pas accessible lors de la rédaction de la fiche produit, nous n'avons pas pu vérifier les arguments qui permettent à l'auteur de replacer cette espèce (et donc probablement le genre *Wikstroemia*) dans le genre *Daphne*. En tous les cas, cela ne modifie pas la correction du nom dans le genre *Wikstroemia*.

### **Accessibilité (répartition géographique et type biologique)**

Arbuste indigène croissant dans les stations ouvertes de végétation mésique à ombrophile de basse à haute altitude aussi sur substrat corallien de *motu*.

Distribution géographique : Australes, Marquises, Société.

### **Usages**

Toxique.

#### **Usage médicinal**

Les guérisseurs l'employaient comme purgatif drastique, vomitif, vésicant et narcotique permettant de traiter la blennorragie, la syphilis, les empoisonnements par certains poissons.

Dans le cas d'urétrite, les feuilles sont utilisées en association avec *Amaranthus gangeticus* (sommités) et *Lindernia crustacea* (plante entière).

Plantes du genre :

- L'écorce sert à fabriquer du papier.
- Le bois est une source d'encens.

*Wikstroemia* sp est employée comme ichtyotoxique à Hawaï sous le nom de *akia* (Heizer, 1953).

### **Composition chimique**

La variété *W. foetida* var. *oahuensis* Gray (connue actuellement sous le nom *W. oahuensis*) contient plusieurs lignanes : wikstromol, daphnorétine, pinorésinol, syringarésinol.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Le wikstromol a présenté une activité antitumorale vis-à-vis de cellules P-388 (leucémie lymphocytaire) (Torrance *et al.*, 1979).

De plus, le syringarésinol est une molécule à activité anti- agrégante plaquettaire (Bruneton).

Le glucoside de pinorésinol est une molécule à activité antihypertensive (Bruneton).

À noter l'intérêt des lignanes et de leurs dérivés dans la prévention des cancers de la prostate, de l'utérus et du sein.

### **Contraintes réglementaires**

Aucune si considéré comme une matière première nécessaire à l'extraction.

### **Orientations**

Toxique.

Pourrait être une source de molécules à activités thérapeutiques intéressantes. Les molécules isolées peuvent présenter un intérêt. Études phytochimique et pharmacologique.

### **Bibliographie**

- HEIZER R.F., 1953 - Aboriginal Fish Poisons. *Anthropological Papers*, 33-42(38) : 225-283  
TORRANCE S., HOFFMANN J.J., COLE J.R., 1979 - Wikstromol, antitumor lignan from *Wikstroemia foetida* var. *oahuensis* Gray and *Wikstroemia uva-ursi* Gray (Thymeleaceae). *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 68(5) 664-665.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

# Fiches végétales groupe 3

## ***Allophylus rhomboidalis* (SAPINDACEAE)**

### **Synonymes**

Des noms comme *A. cobbe*, *marquesensis*, *rapensis*, *ternata* et *timorensis* circulent pour cette entité taxonomique qui reste à étudier dans un champ plus large, au niveau du Pacifique entier. La convention retenue en l'absence d'une révision, est de prendre le nom le plus ancien pour la région, il s'agit de *A. rhomboidalis*.

### **Accessibilité, répartition géographique**

Basse et moyenne altitude, accessible à difficilement accessible.  
Le plus souvent dispersée et peu abondante.

### **Statut IUCN**

Vulnérable à non menacé.

### **Usages**

Pas d'usage connu de l'espèce.

### **Composition chimique**

Genre : présence de flavonoïdes et de coumarines.  
Espèce : non étudiée à notre connaissance.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre : antihépatotoxique, relaxant musculaire (forte activité), antiviral, antioxydant.  
Espèce : non étudiée à notre connaissance.

### **Orientations**

Recherche : intérêt chimiotaxonomique, espèce non étudiée.  
Valorisation : pas de possibilité de valorisation à court et moyen terme.  
Non prioritaire.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Alstonia costata* (APOCYNACEAE)**

*A. costata* est le bon nom pour le complexe d'espèces du Pacifique sud (Fidji, Société et Marquises) (Sidiyasa, 1998), mais comme pour *Alyxia*, trop de taxons y ont été rassemblés. Il est probable que seront distinguées au moins comme ssp. de *A. costata*, les taxons des Marquises et de Raiatea.

### **Synonymes**

Statut taxonomique non clarifié entre :

- *Alstonia marquisensis*
- *Alstonia elliptica*
- *Alstonia costata* var. *costata*

### **Statut IUCN**

- *A. costata* sensu stricto est une espèce non menacée et facile d'accès, abondant à peu commun de moyenne et haute altitude.
- *A. marquisensis*, si l'on maintient le taxon, est peu commun, d'accessibilité moyenne.
- *A. elliptica*, accessibilité aisée, peu commun mais suffisant pour analyses préliminaires.

### **Composition chimique**

Genre : nombreux travaux publiés sur les alcaloïdes mono et bis indoliques.

Espèce : non étudiée à notre connaissance.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre : nombreux travaux publiés sur les activités biologiques des alcaloïdes indoliques (antimicrobienne, antiplasmodiale, antitumorale).

Espèce : non étudiée à notre connaissance

### **Orientations**

Recherche : intérêt chimiotaxonomique. Espèce non étudiée. L'étude comparative du contenu alcaloïdique des 3 supposées espèces *A. elliptica*, *A. marquisensis* et *A. costata* est à faire.

Valorisation : les alcaloïdes des *Alstonia* ont des propriétés biologiques que l'on peut qualifier de sévères, qui ne présentent pas selon nous de possibilité de valorisation à court et moyen terme.

### **Bibliographie**

SIDIYASA K., 1998 - Taxonomy, phylogeny, and wood anatomy of *Alstonia* (Apocynaceae). *Blumea*, Suppl.11: 230p.

**Rédacteur : C. MORETTI**

### ***Alyxia stellata* var. *stellata* (APOCYNACEAE)**

Problème taxonomique, 3 variétés au statut non définitif, seule la variété-type prise en compte ici

Localisée mais abondante sur les crêtes de moyenne et haute altitude à Tahiti et Moorea, plateau de Temehani à Raiatea

#### **Usages**

Parfum.

Les écorces et le bois râpés sont mis à macérer dans de l'huile de coco pour parfumer celle-ci (Pétard 1986).

Utilisation possible d'extrait d'écorce comme agent antiviral associé (demande de brevet européen EP0568001, 1993, peu pertinent et pas délivré).

#### **Composition chimique**

Pas d'information

#### **Pharmacologie et toxicologie**

Pas d'information

#### **Bibliographie**

PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

## ***Argusia argentea* (L.f.) Heine (BORAGINACEAE)**

### **Synonymes**

*Argusia argentea* (L.f.) G. Murata  
*Messerschmidia argentea* I.M. Johnston  
*Tournefortia argentea* L.f.

### **Accessibilité, répartition géographique**

Espèce pionnière dans les atolls, grâce à ses graines capables de flotter en gardant leur capacité germinative.

Bord de mer, plante halophile (Smith, 1991)

Plages coralliennes des Tuamotu, rare à Tahiti (Pétard, 1986).

Répartition (Smith, 1991) : côtes d'Afrique de l'Ouest, côtes de l'Asie tropicale jusqu'aux îles Ryukyu, côtes de l'Australie du nord, régions côtières des Iles du Pacifique tropical.

Noms océaniques : (Cambie et Ash, 1994 ; Zepernick, 1972 ; Sterly, 1970)

Maladie des graines : southern blight of *Tournefortia argentea* L.f. (TFRI, 2002)

### **Usages**

#### **Ciguatera et antidote**

– **Cook** : bourgeons foliaires + coco sec, broyés : extrait appliqué en cas de douleurs locales, 'rhumatismes'

– **Fidji** : liquide d'expression des racines [+ autres plantes, (Smith, 1991)] : remède contre rhumatismes touchant les muscles et les articulations (Weiner, 1984) (NB : voir NC, probablement symptômes de la ciguatera) (Zepernick, 1972)

– **Nouvelle-Calédonie** : décocté de feuilles anti-ciguatera, d'où le nom d' 'arbre à gratte' en NC (Pétard, 1986), en fait en Nouvelle-Calédonie le nom est 'faux-tabac'.

– **Nouvelle-Calédonie** : Remède le plus populaire contre la ciguatera, d'où difficulté à en trouver sur Nouméa. Infusion ou décoction de feuilles anti-prurit (Rageau, 1973 ; Bourret, 1981)

– **Nouvelle-Calédonie** : décoction d'écorces contre ciguatera très forte (Bourret, 1981)

– **Nouvelle-Calédonie** : écorces et feuilles contre les éruptions cutanées, notamment suites de ciguatera (Sterly, 1970)

– **Polynésie française** : décocté de feuilles réputé dépuratif, jeunes pousses appliquées sur piqûres nohu (Pétard, 1986) [= *rascasses*, *poisson-pierre*, *stone-fish*, etc)

– **Pacifique, nombreux archipels** : décocté de feuilles ou infusion d'écorces = remède populaire contre la gratte (ciguatera).

– **Polynésie** : infusion de feuilles contre intoxications alimentaires (Whistler, 1992)

– **Samoa** : infusion de feuilles de *Hoya australis* + feuilles d'*Argusia argentea* contre problèmes stomacaux (Whistler, 1992).

– **Tonga** : infusion de feuilles contre ciguatera, et piqûres de *nofu* et *kopoa*, = *rascasses* (Whistler, 1992)

– **Vanuatu** : décocté d'écorces contre le prurit à la suite de ciguatera (Sterly, 1970).

### **Partum et post-partum, fertilité ou anticonception**

- **Fidji** : liquide d'expression des racines dans un remède contre les faiblesses post-partum et comme galactogène (Weiner, 1984).
- **Kiribati (ex Iles Ellice)** : jus des fruits verts dilué d'eau douce, chaque matin pendant trois jours comme abortif ou anticonceptionnel (Cambie et Ash, 1994)

### **Anti-infectieux, anti-mycosique**

- **Fidji et Pacifique** : écorce contre la teigne tonsurante et toute mycose cutanée (Cambie et Ash, 1994)
- **Fidji** : parties de plante non citées dans un remède contre infections maternelles post-partum (Weiner, 1984).
- **Polynésie française** : décocté de feuilles réputé dépuratif, serait spécifiquement anti-staphylocoques (Pétard, 1986).
- **Samoa** : contre les furoncles dans l'oreille externe ou les narines (Cambie et Ash, 1994).
- **Tonga** : infusion de feuilles contre plaies infectées, et piqûres de *nofu* et *kopoa*, = rascasses (Whistler, 1992).

### **Toux, tuberculose**

- **Kiribati (ex Iles Ellice)** : jus d'expression de feuilles ou de racines écorcées en cas de toux avec hémoptysie et douleurs au ventre (Zepernick, 1972)

### **Antipyrétique**

- **Nouvelle-Calédonie** : jus des feuilles mâchées avec nourriture contre fièvres périodiques (Bourret, 1981)
- **Samoa** : antipyrétique (Cambie et Ash, 1994)
- **Samoa** : liquide d'expression de feuilles de *Scaevola sericea* et d'*Argusia argentea per os* contre les frissons de fièvre (Zepernick, 1972).

### **Anti-hémorragique**

- **Tokelau** : comme anti-hémorragique par application de feuilles sur blessures saignant fortement (Zepernick, 1972) ; jus extrait des racines instillé en cas de douleurs auriculaires (Zepernick, 1972)
- **Tuvalu** : application comme anti-hémorragique sur coupures (Cambie et Ash, 1994).

### **Composition chimique**

Espèce halophile : sels minéraux : sodium, calcium  
alcaloïdes (Ogihara *et al.*, 1997)

### **Pharmacologie et toxicologie**

**feuilles** : activité antimicrobienne (Cambie et Ash, 1994)  
feuilles ocytociques (Benoit *et al.*, 2000).

Etude de certains remèdes réputés actifs sur la ciguatera, dont *Argusia argentea*, en cours au centre IRD de Nouméa dans l'équipe de Dominique Laurent par Raphaële Boydron, doctorante.



## **Orientations**

Intérêt en dermatocosmétique ?

## **Bibliographie**

- BENOIT E., LAURENT D., MATTEI C., LEGRAND A.M., MOLGO J., 2000 - Reversal of pacific ciguatoxin-1B effects on myelinated axons by agents used in ciguatera treatment. *Cybium*, 24(3): 33-40.
- BOURRET D., 1981 - *Bonnes plantes de Nouvelle-Calédonie et des Loyauté*. Nouméa, Les Éditions du Lagon, 107 p.
- CAMBIE R.C., ASH J., 1994 - *Fijian Medicinal Plants*. Australia, CSIRO, 365 p.
- CAMBIE R.C., BREWIS A.A., 1997 - *Anti-fertility plants of the Pacific*. Australia, CSIRO, 181 p.
- OGIHARA K., MIYAGI Y., HIGA M., YOGI S., 1997 - Pyrrolizidine alkaloids from *Messerschmidia argentea*. *Phytochemistry*, 44(3): 545-547.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- RAGEAU J., 1973 - *Les plantes médicinales de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, ORSTOM, (Travaux et Documents de l'ORSTOM (FRA), No 23), 139 p.
- SMITH A.C., 1991 - *Flora Vitiensis Nova : a new Flora of Fiji (spermatophytes only)*. National Tropical Botanical Garden, Hawaii, Vol. 5, 626 p.
- STERLY J., 1970 - *Heilpflanzen der Einwohner Melanesiens: Beiträge zur Ethnobotanik des südwestlichen Pazifik*. Hamburg: Arbeitsstelle für Ethnomedizin, 341 p.
- TFRI, 2002 – *Annual report*. Taiwan Forestry Research Institute, 111 p.
- WEINER A., 1984 - *Secrets of Fijian Medicine*. 141 p.
- WHISTLER W.A., 1992 - *Polynesian Herbal Medicine*. Lawai, Kauai, Hawaii, National Tropical Botanical Garden, 238 p.
- ZEPERNICK B., 1972 - *Arzneipflanzen des Polynesier (plantes médicinales des Polynésiens)*. Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 307 p.

**Rédacteur : P. CABALION**

## ***Asplenium gibberosum* (ASPLENIACEAE)**

### **Synonymes**

*Loxoscaphe gibberosa* ;

*Davallia gibberosa*

Nom vernaculaire : Rimu Ahu

### **Accessibilité, répartition géographique**

Fougère terrestre, connue dans tout le Pacifique Sud. Peu commune en station ripicole en forêt hygrophile et ombrophile de moyenne à haute altitude, en particulier dans les îles Australes et de la Société.

### **Usages**

Ornemental

Des espèces du genre *Davallia* sont très étudiées mais rien sur celle-ci.

Usages d'autres espèces : voir aussi à *Asplenium nidus*.

### **Composition chimique**

Chimie d'autres espèces :

Flavonoïdes :

*Asplenium bulbiferum*, Nouvelle-Zélande: Les feuilles contiennent des flavonoïdes antioxydant tels que des hétérosides du kaempférol (Cambie *et al.*, 2003)

*Asplenium foreziense*, *A. incisum* :

Hétérosides du flavonol (Iwashina *et al.*, 2000).

*Asplenium normale* : 8 hétérosides flavoniques sont isolés, 6 identifiés, apigenin 7-O-dirhamnoside et 7-O-glucosylrhamnoside, luteolin 7-O-dirhamnoside et 7-O-glucosylrhamnoside, genkwanin 4'-O-glucosylrhamnoside, vicenin-2. (Iwashina *et al.*, 1990).

*Asplenium prolongatum* :

Hétérosides du kaempférol (Mizuno *et al.*, 1990)

Une remarquable accumulation de lanthanides (La and Ce) a été observée principalement dans des genres en phase de diversification, notamment *Asplenium*. (Ozaki *et al.*, 2000)

### **Pharmacologie et toxicologie**

Peu d'informations

### **Orientation**

Genre intéressant pour la recherche (source d'une enzyme chez *Asplenium nidus*, espèce réputée médicinale au Vanuatu) ; accumulation de lanthanides dans le genre *Asplenium* : voir dans les espèces de ce genre en Polynésie, pour éventuel intérêt en 'phytomining'.

Non prioritaire

### **Bibliographie**

- CAMBIE R.C., FERGUSON L.R., 2003 - Potential functional foods in the traditional Maori diet. *Mutation Research*, 523-524: 109-117.
- IWASHINA T., LOPEZ-SAEZ J.A., HERRERO A., KITAJIMA J., MATSUMOTO S., 2000 - Flavonol glycosides from *Asplenium foreziense* and its five related taxa and *A. incisum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28(7): 665-671.
- IWASHINA T., MATSUMOTO S., OZAWA K., AKUZAWA K., 1990 - Flavone glycosides from *Asplenium normale*. *Phytochemistry*, 29(11): 3543-3546.
- MIZUNO M., KYOTANI Y., INUMA M., TANAKA T., IWATSUKI K., 1990 - Kaempferol 3-rhamnoside-7-[6-feruloylglucosyl (1-->3)rhamnoside] from *Asplenium prolongatum*. *Phytochemistry*, 29(8): 2742-2743.
- OZAKI T., ENOMOTO S., MINAI Y., AMBE S., MAKIDE Y., 2000 - A survey of trace elements in pteridophytes. *Biological Trace Element Research*, 74(3): 259-273.

**Rédacteurs : F. DEMARNE et P. CABALION**

## ***Asplenium nidus* L. (ASPLENIACEAE)**

Nom vernaculaire : Oaha.

### **Statut IUCN**

Non menacé.

### **Accessibilité, répartition géographique**

Fougère pantropicale épiphyte, terrestre ou saxicole de basse altitude, présente partout en Polynésie. En forêt tropicale humide.

Mais confusion possible avec *A. australasicum* qui la remplace à moyenne et haute altitude en particulier dans les Marquises, la Société et les Australes. Les deux espèces sont presque toujours assez abondantes, sauf localement dans certaines vallées où elles sont surexploitées (voir l'exemple de Tahiti).

### **Usages**

Tahiti, ornemental (Pétard, 1986).

Vanuatu, activité oestrogénique, contraceptif, abortif, facilite la délivrance (Bourdy *et al.*, 1996).

Taïwan, complément de compostage de déchets organiques industriels (Chang *et al.*, 1999)

### **Composition chimique**

Pas d'information pour cette espèce.

Voir pour le genre à *Asplenium gibberosum*.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Sensibilisation cutanée après Skin Prick Test chez 3,2 % des patients testés (Kanerva *et al.*, 2001).

Activité oestrogénique plus ou moins démontrée (Bourdy *et al.*, 1996).

Possibilité de culture in vitro (Fernandez *et al.*, 1991 ; Fernandez *et al.*, 1993 ; Fernandez *et al.*, 1997 ; Fernandez et Revilla, 2003).

Germination de spores, éclats de souches, multiplication végétative à partir de la fronde (Wee *et al.*, 1992).

*Asplenium nidus* : serait une source intéressante de thymidine-AMP phosphotransférase.

### **Orientation**

Genre intéressant pour la recherche (source d'une enzyme chez *Asplenium nidus*, espèce réputée médicinale au Vanuatu) ; accumulation de lanthanides dans le genre *Asplenium* : voir dans les espèces de ce genre en Polynésie, pour éventuel intérêt en 'phytomining'.

Non prioritaire.

## Bibliographie

- BOURDY G., FRANCOIS C., ANDARY C., BOUCARD M., 1996 - Maternity and medicinal plants in Vanuatu. II. Pharmacological screening of five selected species. *Journal of Ethnopharmacology*, 52(3) : 139-143
- CHANG C.T., LEE C.H., CHIOU C.S., JENG F.T., 1999 - Recovery assessment of lumber mill wastes: composting product field test. *Resources, Conservation and Recycling*, 25(2) : 133-150.
- FERNANDEZ H., BERTRAND A., SANCHEZ TAMES R., 1991 - Micropropagation of *Asplenium nidus*-avis. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 289 :113-114
- FERNANDEZ H., BERTRAND A., SANCHEZ TAMES R., 1993 - In vitro regeneration of *Asplenium nidus* L. from gametophytic and sporophytic tissue. *Scientia Horticulturae*, 56(1): 71-77.
- FERNANDEZ H., BERTRAND A., SANCHEZ TAMES R., 1997 - Plantlet regeneration in *Asplenium nidus* L. and *Pteris ensiformis* L. by homogenization of BA treated rhizomes. *Scientia Horticulturae*, 68(1-4) : 243-247.
- FERNANDEZ H., REVILLA M.A., 2003 - In vitro culture of ornamental ferns. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 73(1) : 1-13.
- KANERVA L., ESTLANDER T., PETMAN L., MÄKINEN-KILJUNEN S., 2001 - Occupational allergic contact urticaria to yucca (*Yucca aloifolia*), weeping fig (*Ficus benjamina*), and spathe flower (*Spathiphyllum wallisii*). *Allergy* ; 56(10) : 1008-1011.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- WEE Y.C., SENTHIL-POONKODI R.K., ONG B.L., 1992 - Frond-bud propagation of *Asplenium nidus* L. *Journal of Horticultural Science*, 67(6) : 813-815

**Rédacteur : F. DEMARNE et P. CABALION.**

## ***Boerhavia diffusa* L. (NYCTAGINACEAE)**

### **Synonymes**

*Boerhavia diffusa* var. *pubescens* Seem., *nom. nud.*, nom botanique apparaissant dans la littérature, mais non accepté en nomenclature, faute de description latine.

Il paraît actuellement difficile de pouvoir retenir des usages pour les multiples usages d'un nom comme celui de *B. diffusa* pour lequel il est impossible de lier de manière non ambivalente des propriétés particulières à des plantes non clairement déterminées, en l'absence de données précises sur la provenance géographique et sur l'examen d'échantillons botaniques de référence. La proposition de Whitehouse visant à conserver ce nom avec un type conservé est actuellement en suspens, puisqu'elle ne figure ni dans le code de 2000, ni n'a été publiée depuis dans Taxon. Dan Nicolson (comm. pers.) confirme qu'une proposition visant à stabiliser la nomenclature reçoit généralement l'agrément du Comité éditorial. Dans cette mesure, il faudra alors considérer *B. diffusa* comme une plante entièrement différente, le type sera des Iles Vierges, proche, sinon identique à *B. coccinea* et donc bien distincte du *B. diffusa* au sens de Fosberg, plante de l'Asie.

Il y a en Polynésie française au moins deux taxons distincts : *B. acutifolia* (Choisy) J. Moore, indigène depuis l'Indonésie jusqu'en Polynésie française (c'est une espèce du groupe *B. diffusa* au sens de Fosberg), peu commune actuellement, et *B. tetrandra* G. Forst., endémique de la Polynésie orientale [voir note p. 1 « Fréquente sur les atolls » (Pétard, 1986) et souvent citée sous le synonyme *B. diffusa* var. *tetrandra*]. Il est impossible pour la région, en l'absence de récoltes correctement déterminées, d'attribuer à l'une ou à l'autre de ces deux espèces, les propriétés figurant dans la bibliographie. Pour des raisons d'abondance, ce serait plutôt *B. tetrandra*, mais ce n'est pas scientifique comme démarche. *B. diffusa* n'est donc pas présente en Polynésie et les données concernant les usages et les citations bibliographiques hors Polynésie du nom *B. diffusa* sont donc à prendre en compte avec une grande réserve.

### **Statut IUCN**

Non menacé.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Répartition pantropicale (Smith, 1981), fréquente sur les atolls (Pétard, 1986).

### **Usages**

#### **En médecine traditionnelle, activité diurétique :**

- racines diurétiques en Polynésie française, aussi en Inde (Pétard, 1986).
- parties aériennes diurétiques en Australie (Lassak et McCarthy, 1983)
- activité antispasmodique racines (Pétard, 1986)
- remède contre coliques hépatiques et néphrétiques, règles douloureuses, en Inde (Pétard, 1986)
- expectorant antiasthmatique en Australie (Lassak et McCarthy, 1983)
- racine émétique, en Inde (Lassak et McCarthy, 1983).

### **Alimentation**

- Aux îles Fidji, les racines, les jeunes tiges et les feuilles sont réputées comestibles (Smith, 1981).
- En Polynésie française, les feuilles sont comestibles. Notion d'aliment de famine, p.ex. personne en panne sur un îlot désert en attente de secours (Pétard, 1986).

### **Toxique**

À doses trop élevées, risque de vomissements et sueurs abondantes (Pétard, 1986).

### **Réservoir de virus des plantes**

Au Brésil, la plante est un réservoir du « Groundnut ringpot virus (GRSV) », une espèce du genre *Tospovirus*, famille des Bunyaviridae qui est un agent du « spotted wilt » du tabac. L'éradication de la plante aux alentours des cultures de tabac est un moyen de protection (Nunes *et al.*, 2002).

### **Composition chimique**

#### **Racines**

- principe aromatique (Pétard, 1986)
- gomme (Pétard, 1986)
- huile volatile (Pétard, 1986)
- composition chimique (Gupta et Mond, 1998)

#### **Plante**

- *punarnavine*, alcaloïde soluble dans l'eau (Lassak et McCarthy, 1983)
- composition minérale en Cu, Fe, Mg, Mn et Zn (Smith *et al.*, 1996)

### **Pharmacologie et toxicologie**

#### **Activité anti-amibienne**

- activité anti-amibienne d'un remède de 5 constituants dont un extrait de *Boerhavia diffusa* (Sohni et Bhatt, 1996).
- anti-amibienne sur *Entamoeba histolytica* d'un extrait de *Boerhavia diffusa* seul et inclus dans un remède indien de 5 constituants ; effets sur divers enzymes de l'amibe (Sohni *et al.*, 1995).

#### **Activité antimicrobienne**

Abo et Ashidi (1999)

#### **Activité immunomodulatrice**

- activité immunomodulatrice d'un remède de 5 constituants dont un extrait de *Boerhavia diffusa* (Sohni et Bhatt, 1996).
- extrait éthanolique de racines : activité immunosuppressive (Mehrotra *et al.*, 2002).

## Orientation

Plante comestible selon diverses traditions, un début de connaissance scientifique de la composition minérale et organique, mais effets toxiques traditionnellement reconnus à haute dose, donc développement industriel limité.

## Bibliographie

- ABO K.A., ASHIDI J.S., 1999 - Antimicrobial screening of *Bridelia micrantha*, *Alchornea cordifolia* and *Boerhavia diffusa*. *Afr. J. Med. Sci.*, 28(3-4) : 167-169.
- GUPTA J., MOND A., 1998 - Chemical constituents of *Boerhavia diffusa* Linn. Roots. *Indian J. Chem. Sect. B. Organic chemistry, including med. chem.*, 37(9) : 912-917.
- LASSAK E.V., MCCARTHY T., 1983 - *Australian Medicinal Plants*. Australie, North Ryde : Methuen Australia, 240 p.
- MEHROTRA S., MISHRA K.P., MAURYA R., SRIMAL R.C., SINGH V.K., 2002 - Immunomodulation by ethanolic extract of *Boerhavia diffusa* roots. *International Immunopharmacology*, 2(7) : 987-996.
- NUNES E SILVA J., PIO-RIBEIRO G., ANDRADE G.P., 2002 - Eficiência de medidas de controle integrado contra o vira-cabeça do fumo em Arapiraca, Alagoas. *Fitopatologia brasileira*, 25(4) : 664-667.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- SMITH A.C., 1981 - *Flora Vitiensis Nova : a new Flora of Fiji (spermatophytes only)*. National Tropical Botanical Garden, Hawaii, Vol. 2, 810 p.
- SMITH G.C., CLEGG M.S., KEEN C.L., GRIVETTI L.E., 1996 - Mineral values of selected foods common to southern Burkina Faso and to Niamey, Niger, West Africa. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 47(1) : 41-53.
- SOHNI Y.R., BHATT R.M., 1996 - Activity of a crude extract formulation in experimental hepatic amoebiasis and in immunomodulation studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 54(2-3) : 119-124.
- SOHNI Y.R., KAIMAL P., BHATT R.M., 1995 - The anti-amoebic effect of a crude drug formulation of herbal extracts against *Entamoeba histolytica* in vitro and in vivo. *Journal of Ethnopharmacology*, 45(1) : 43-52.

**Rédacteur : P. CABALION**



## ***Cassytha filiformis* L. (LAURACEAE)**

### **Accessibilité et répartition géographique**

Pantropical, parasite, abondant en Nouvelle Calédonie, Polynésie française, tiges filiformes herbacées de couleur verte ou jaune orange, bord de mer jusque 350 m alt. (Smith, 1981). Noms locaux (Rageau, 1973 ; Pétard, 1986 ; Smith, 1981 ; Whistler, 1992 ; Cambie et Ash, 1994).

### **Usages**

#### **En médecine traditionnelle**

##### **Contractions musculaires**

- **Australie** : hémorroïdes (Pétard, 1986).
- **Cook** : infusion de tiges écrasées contre une maladie caractérisée par des convulsions et des crispations (Whistler, 1992).
- **Fidji** : dans l'archipel des Yasawas (Iles Fidji), un extrait est pris après accouchement pour expulser le placenta (Smith, 1981).
- **Fidji** : préparation à partir de la plante entière diluée dans de l'eau froide contre les indigestions, les accouchements difficiles... (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : préparation à partir de la plante entière contre les hémorroïdes (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : préparation à partir de la plante entière pour provoquer les menstruations (Weiner, 1984).
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété verte *per os* pour régulariser le péristaltisme intestinal dérangé à la suite d'émotions (Bourret, 1981).
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge, très astringent, comme antihémorragique cutané (Bourret, 1981).
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété verte *per os* (une pelote de liane dans un litre d'eau) comme laxatif et comme ocytocique déclenchant les contractions du muscle utérin (Bourret, 1981).
- **Nouvelle Calédonie** : réputée emménagogue, elle faciliterait les accouchements en activant les contractions utérines. Elle renferme un alcaloïde tétanisant, la laurotétanine (Rageau, 1973).
- **Nouvelle Calédonie** : en décoction contre les hémorroïdes. Elle renferme un alcaloïde tétanisant, la laurotétanine (Rageau, 1973).
- **Polynésie française** : en association avec *Hibiscus tiliaceus* contre les hémorroïdes (Pétard, 1986).
- **Tonga** : infusion de tiges écrasées contre les dysménorrhées et les hémorragies post-partum (Whistler, 1992).

##### **Bile (paludisme ?)**

- **Australie** : affections bilieuses (Pétard, 1986).
- **Indes** : fièvre bilieuse (Pétard, 1986).
- **Nouvelle Calédonie** : en décoction contre les affections bilieuses (Rageau, 1973).

### **Fièvres**

- **Fidji** : préparation à partir de la plante entière diluée dans de l'eau froide comme antipyrétique (Cambie et Ash, 1994).
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge dilué dans de l'eau se boit comme fébrifuge et pour compléter l'action anti-solaire par voie externe (Bourret, 1981).

### **Soins ou protection peau, muqueuses, phanères**

- **Indes** : pansement des ulcères, soins des yeux (Pétard, 1986).
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge dilué dans de l'eau en application cutanée contre coups de soleil, impétigo, cloques dues au latex de *Semecarpus* spp. Massage résolutif, pansement des brûlures et resserrement de la peau (Bourret, 1981).
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge dilué dans de l'eau se boit pour compléter action anti-solaire.
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge dilué dans de l'eau en pré shampooing anti-pelliculaire (Bourret, 1981)
- **Afrique** : contre la perte des cheveux.

### **Anti-inflammatoire**

- **Micronésie** : traitement des piqûres de méduses (Weiner, 1984)
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge dilué dans de l'eau en application cutanée contre coups de soleil (Bourret, 1981)
- **Nouvelle Calédonie** : jus gluant extrait de la « fausse-cuscute » de variété rouge dilué dans de l'eau se boit comme fébrifuge et pour compléter action anti-solaire (Bourret, 1981)
- **Nouvelle Calédonie** : en décoction (*per os*) contre les urétrites, les rhumatismes, en usage externe contre les brûlures (Rageau, 1973).
- **Papouasie-Nouvelle-Guinée** : contre les sinusites (Cambie et Ash, 1994).
- **Sénégal** : urétrites (Pétard, 1986)

### **Autres usages thérapeutiques**

- **Polynésie française** : autrefois utilisé en médecine infantile, semble aujourd'hui inusité (Pétard, 1986).
- **Chine** : la plante entière est considérée comme diurétique (Lauraceae de Chine, manuscrit).

### **Alimentation**

- Polynésie : fruits parfois consommés par les enfants (Whistler, 1992)

### **Autres**

- la plante entière sert dans la fabrication traditionnelle de papier Chine (Lauraceae de Chine, manuscrit).

### Composition chimique

Mucilages dans toutes les parties de la plante (Pétard, 1986)

Alcaloïdes, en faible teneur, Laurotétanine (Rageau, 1973)

Un spécimen de *Cassytha filiformis* récolté au Queensland contenait de la cassythine (= cassyfiline), son dérivé O-méthylé et de la cassithidine.

Présence de nanténine

Cassyfiline (Tomita *et al.*, 1965)

Alcaloïdes : cathafile et cathaformine, aporphines à groupe méthoxycarbonylé, ainsi que six autres alcaloïdes, actinodaphnine, cassythine, isoboldine, cassameridine, cassamedine et lycicamine (Wu *et al.*, 1997)

Cassyformine = oxoaporphine, filiformine, (+)-diasyringaresinol qui est un lignane, ainsi que 14 composés connus, dont les suivants, cathafile, cathaformine, actinodaphnine, N-méthylactinodaphnine, prédicentrine et ocotéine sont isolés et caractérisés de l'extrait MeOH de plante fraîche de *Cassytha filiformis* (Chang *et al.*, 1998).

Alcaloïdes aporphiniques : neolitsine, dicentrine, cassythine (= cassyfiline) et actinodaphnine. Données RMN complètes de la cassythine et de l'actinodaphnine (Stevigny *et al.*, 2002).

### Pharmacologie et toxicologie

Faible teneur en alcaloïdes toxiques, la laurotétanine, provoquant des crampes parfois mortelles (Cambie et Ash, 1994). Laurotétanine = alcaloïde tétanisant (Rageau, 1973)

Les composés suivants : cathafile, cathaformine, actinodaphnine, N-méthylactinodaphnine, prédicentrine et ocotéine ont présenté une activité antiagrégante plaquettaire significative (Chang *et al.*, 1998)<sup>1</sup>.

Aporphines à activité antiagrégante plaquettaire et vasorelaxante (Wu *et al.*, 1998)

Essais des alcaloïdes connus de *Cassytha filiformis* en cytotoxicité : neolitsine active sur cellules HeLa et 3T3 cells. Cassythine et actinodaphnine : la plus forte activité sur cellules Mel-5 et HL-60 (Stevigny *et al.*, 2002).

L'ocotéine est un antagoniste compétitif de la phényléphrine (alpha 1-adrenoceptor) et provoque donc une vasorelaxation (Chang *et al.*, 1997).

### Itinéraire de production

Methods and cuttings for mass propagation of plant parasites, US patent 20030029078

### Orientations

De par la présence d'alcaloïdes dans cette plante, *Cassytha filiformis* devrait faire l'objet d'un travail de synthèse bibliographique. Ses mucilages ne semblent pas étudiés chimiquement. Etant donné les activités mentionnées, il est difficile de recommander le développement à court terme de cette espèce. A long terme ce serait peut-être un candidat à la mise au point d'un médicament vasorelaxant (anti-hémorroïdaire). La réputation antiinflammatoire du suc d'expression de la plante en application cutanée mériterait aussi des recherches à moyen terme sur diverses cibles de l'inflammation ou de la peau.

<sup>1</sup> La réputation antihémorragique de la plante ne peut donc s'expliquer par cette activité – P. Cabalion.

## Bibliographie

- BOURRET D., 1981 - *Bonnes plantes de Nouvelle-Calédonie et des Loyauté*. Nouméa, Les Éditions du Lagon, 107 p.
- CAMBIE R.C., ASH J., 1994 - *Fijian Medicinal Plants*. Australia, CSIRO, 365 p.
- CHANG C.W., KO F.N., SU M.J., WU Y.C., TENG C.M., 1997 - Pharmacological evaluation of ocoteine, isolated from *Cassytha filiformis*, as an alpha 1-adrenoceptor antagonist in rat thoracic aorta. *Japanese Journal of Pharmacology*, 73(3) : 207-214.
- CHANG F.R., CHAO Y.C., TENG C.M., WU Y.C., 1998 - Chemical constituents from *Cassytha filiformis* II. *Journal of Natural Product*, 61(7) : 863-866.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- RAGEAU J, 1973 - *Les plantes médicinales de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, ORSTOM, (Travaux et Documents de l'ORSTOM (FRA), No 23), 139 p.
- SMITH A.C., 1981 - *Flora Vitiensis Nova : a new Flora of Fiji (spermatophytes only)*. National Tropical Botanical Garden, Hawaii, Vol. 2, 810 p.
- STEVIGNY C., BLOCK S., DE PAUW-GILLET M.C., DE HOFFMANN E., LLABRES G., ADJAKIDJE V., QUETIN-LECLERCQ J., 2002 - Cytotoxic aporphine alkaloids from *Cassytha filiformis*. *Planta Medica*, 68, 11 : 1042-1044, 2002.
- TOMITA M., LU S.T., WANG S.J., 1965 - [Studies on the alkaloids of Formosan lauraceous plants. VII. Alkaloids of *Cassytha filiformis* Linne. Structure of a new aporphine-type alkaloid « cassyfiline ».] *Yakugaku Zasshi*, 85(9) : 827-831.
- WEINER A., 1984 - *Secrets of Fijian Medicine*. 141 p.
- WHISTLER W.A., 1992 - *Polynesian Herbal Medicine*. Lawai, Kauai, Hawaii, National Tropical Botanical Garden, 238 p.
- WU Y.C., CAHO Y.C., CHANG F.R., CHEN Y.Y., 1997 - Alkaloids from *Cassytha filiformis*. *Phytochemistry*, 46(1) : 181-184.
- WU Y.C., CHANG F.R., CHAO Y.C., TENG C.M., 1998 - Antiplatelet and vasorelaxing actions of aporphinoids from *Cassytha filiformis*. *Phytotherapy Research*, 12(S.1) : 39-41

**Rédacteur : P. CABALION**

## ***Cerbera manghas* L. (APOCYNACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non menacé.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Plante indigène de Polynésie ; se rencontre également en Nouvelle-Calédonie et en Indonésie.

Est considérée ailleurs comme un arbuste associé à la mangrove.

Fait partie des plantes de bords de mer au Japon (Ile d'Iriomote) (Masuda *et al.*, 2002).

### **Usages**

L'écorce de tiges et les feuilles, à faible dose, sont utilisées en médecine traditionnelle comme purgatifs drastiques.

Le fruit mûr est responsable d'empoisonnements accidentels (enfants surtout), volontaires (suicides) ou criminels. Deux fruits mûrs suffisent à entraîner la mort.

#### **Remarque**

*Plante toxique, dénommée « Suicide tree » dans de nombreux pays où il est employé à cette fin (Indes, Malaisie). Autrefois plante d'épreuve (Polynésie française).*

### **Composition chimique**

#### **Cardénolides**

- 17 $\beta$ -neriifolin (Chang *et al.*, 2000)
- (-)-14-hydroxy-3 $\beta$ -(3-O-methyl-6-desoxy- $\alpha$ -L-rhamnosyl)-11 $\alpha$ ,12 $\alpha$ -epoxy-(5 $\beta$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ H)-card-20 (22)-enolide (Chang *et al.*, 2000)
- (-)-14-hydroxy-3 $\beta$ -(3-O-methyl-6-desoxy- $\alpha$ -L-glucopyranosyl)-11 $\alpha$ ,12 $\alpha$ -epoxy-(5 $\beta$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ H)-card-20 (22)-enolide (Chang *et al.*, 2000)
- 10-O-Benzoyltheveside (Yamauci *et al.*, 1990)

#### **Lignanes**

- (-)-olivil (Chang *et al.*, 2000)
- (-)-cycloolivil (Chang *et al.*, 2000)
- (+)-cycloolivil (Lee *et al.*, 1998)
- (-)-carinol (Lee *et al.*, 1998)

#### **Terpénoïdes**

- 10-carboxyloganine (Abe *et al.*, 1996)
- Cyclopentano-normonoterpenoid  $\beta$ -D-glucosides (Abe *et al.*, 1996)
- Cyclopentano-dinormonoterpenoid  $\beta$ -D-glucosides (Abe *et al.*, 1996)

## Pharmacologie et toxicologie

### Activité estrogénique

Trois cardénolides (dont deux nouveaux) isolés par bioguidage des racines de *C. manghas* ont montré une activité oestrogénique vis à vis de la lignée de cellules Ishikawa (Chang *et al.*, 2000).

### Toxicologie clinique

En cas d'intoxication, l'utilisation d'anticorps-antidigoxine semble pouvoir être utilisée. Des essais réalisés vis à vis de *Thevetia peruviana* (autre Apocynaceae à dérivés digitaliques) ont montré une très grande efficacité (Eddleston et Persson, 2003).

### Cytotoxicité et activité anticancereuse

L'extrait méthanolique à 10µg/mL de *C. manghas* inhibe très fortement la croissance des cellules leucémiques humaines K562 (Masuda *et al.*, 2002).

Trois cardénolides (dont deux nouveaux) isolés par bioguidage des racines de *C. manghas* ont montré une activité antiproliférative vis à vis d'une lignée de cellules cancéreuses de colon humain (Col 2) (Chang *et al.*, 2000).

Olivil, (-)-carinol et (+)-cycloolivil ont montré une activité vis à vis de cultures de cellules mammaires de souris ayant développé des lésions prénéoplasiques induites par le 7,12-diméthylbenz(a)anthracène (Lee *et al.*, 1998).

### Toxicité

Pas d'études récentes connues.

### Intérêt industriel

Aucun dans l'état actuel.

### Orientations

La toxicité aiguë de la plante interdit sa commercialisation en l'état.

Seule l'obtention de molécule à activité thérapeutique peut conduire à une relance de l'intérêt de cette plante comme matière première.

### Bibliographie

- ABE F., YAMAUCHI T., 1996 - 10-Carboxyloganin, normonoterpenoid glucosides and dinormonoterpenoid glucosides from the leaves of *Cerbera manghas* (Studies on *Cerbera*. 10). *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 44(10): 1797-1800.
- CHANG L.C., GILLS J.J., BHAT K.P., LUYENGI L., FARNSWORTH N.R., PEZZUTO J.M., KINGHORN A.D., 2000 - Activity-guided isolation of constituents of *Cerbera manghas* with antiproliferative and antiestrogenic activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 10(21) : 2431-2434
- EDDLESTON M., PERSSON H., 2003 - Acute plant poisoning and antitoxin antibodies *Journal of Toxicology, Clinical Toxicology*, 41(3) : 309-315.
- LEE S.K. *et al.*, 1998 - Evaluation of the Antioxydant Potential of Natural Products. *Combinational Chemistry and High throughput Screening*, 1(1): 35-46.

MASUDA T., OYAMA Y., YONEMORI S., TAKEDA Y., YAMAZAKI Y., MIZUGUCHI S., NAKATA M., TANAKA T., CHIKAHISA L., INABA Y., OKADA Y., 2002 - Flow cytometric estimation on cytotoxic activity of leaf extracts from seashore plants in subtropical Japan : isolation, quantification and cytotoxic action of (-)-deoxypodophyllotoxin. *Phytotherapy Research*, 16(4) : 353-358.

YAMAUCI T., ABE F., WAN A.S.C., 1990 - Cerbera Part 10. 10-O-benzoyltheveside and 10-dehydrogeniposide from the leaves of *Cerbera manghas*. *Phytochemistry*, 29(7) : 2327-2328.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Chamaesyce fosbergii* J. Florence (EUPHORBIACEAE)**

### **Synonyme**

*Euphorbia fosbergii* (J. Florence) R. Govaerts (2000).

### **Statut IUCN**

Non menacé.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Endémique.

Australes, Société, Tuamotu, abondant et répandu sur les atolls, moins sur les îles hautes à basse altitude.

### **Usages**

Non signalé.

### **Composition chimique**

Non connue.

### **Pharmacologi et toxicologie**

Non étudiées.

### **Orientations**

Plante endémique non étudiée, non prioritaire.

#### Remarque

*Le cas échéant, la documentation ethnopharmacologique et chimique sera à chercher aussi dans la littérature du genre *Euphorbia*.*

**Rédacteur : I. FOURASTE**



## ***Claoxylon collenettei* Riley (EUPHORBIACEAE)**

### **Bio-écologie de la ressource**

Répartition : endémique de Rapa (Australes).

Ecologie : pas vraiment rare en forêt de basse altitude, entre 110 et 300 m d'altitude, avec *Fitchia rapensis*, *Metrosideros sp.*, *Corokia collenettei*, dans des ravin frais ou sur des pentes exposées.

### **Usages**

Construction : pirogues et habitations

### **Composition chimique**

Genre : présence de triterpènes : ac. bétulinique, friedéline (*C. polot*)

Screening phytochimique : coumarines, hétérosides flavoniques, saponines, tanins

Espèce non étudiée à notre connaissance

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre : non étudiée à notre connaissance

Espèce : non étudiée à notre connaissance

Autre espèce du genre : *Claoxylon ooumuense* Fosberg et Sachet  
(EUPHORBIACEAE)  
Répartition : endémique de Nuku Hiva (Marquises).  
Usages : pas d'usage connu de l'espèce

### **Orientations**

Recherche, intérêt chimiotaxonomique : genre entier non étudié, avec 3 espèces endémiques de Polynésie française.

Non prioritaire.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Cocculus orbiculatus* (L.) DC. (MENISPERMACEAE)**

### **Synonymes**

*Menispermum orbiculatum* L. ;  
*Cocculus trilobus* (Thunberg) DC.,  
*Menispermum trilobum* Thunberg  
*Cocculus ferrandianus* Gaudichaud.

*Cocculus trilobus* (Thunberg) DC., est resté quelques années le nom correct de ce taxon (Wagner *et al.*, 1990), qui reprenait les recommandations de L.L. Forman, spécialiste des Menispermaceae indomalésiennes. Retour à *C. orbiculatus* comme nom correct<sup>2</sup>.

D'autres synonymies existent hors région Pacifique<sup>3</sup>.

Elles ne concernent pas la Polynésie, mais sont utiles sur un plan réglementaire.

### **Statut IUCN**

Vulnérable en Polynésie française.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Toujours dispersée et rare dans les Australes : Raivavae, Rapa, Rurutu et Tubuai, en station ouverte mésique.

Étude scientifique commentée de l'aire de répartition : non trouvée (plante de la flore indomalésienne qui semble avoir été introduite aux Etats-Unis).

Phytopathologie touchant les feuilles (Lee et Kim, 2002).

Présent à Hawaï.

### **Usages**

Non signalés.

### **Composition chimique**

Notamment des alcaloïdes :

- magnoflorine (Nakano, 1956)
- cocolobine (Ito *et al.*, 1969)
- érythrinanes (Ju-Ichi *et al.*, 1978)
- sinococuline, morphinane antitumoral (Itokawa *et al.*, 1987)
- isosinoculine, morphinane antitumoral (Itokawa *et al.*, 1995)
- bisbenzylisoquinoléines : isotrilobine, trilobine, isotrilobine-N-2-oxide, nortrilobine (Chen *et al.*, 1991)

<sup>2</sup> <http://ravenel.si.edu/botany/pacificislandbiodiversity/hawaiianflora/supplement.htm>

<sup>3</sup> <http://www.forest.go.th/Botany/Flora/species%20list/volume5/Menispermaceae.htm> et <http://www.csd.tamu.edu/FLORA/bonapfams/bonxxmns.htm>

## Pharmacologie et toxicologie

### Activité antibactérienne

Sur 80 extraits de plantes médicinales coréennes, quatre espèces dont *Cocculus trilobus* présentent une forte activité inhibitrice sur la sortase, une transpeptidase qui coupe des protéines de surface de bactéries Gram-positives, (sortase obtenue par PCR à partir du chromosome du *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p.) L'extrait le plus actif était une fraction acétate d'éthyle de l'extrait de rhizome de *Cocculus trilobus* (IC = 1.52 g/ml) (Kim *et al.*, 2002)

### Cytotoxicité

(Itokawa *et al.*, 1987 ; Itokawa *et al.*, 1995)

### Contraintes réglementaires

Fortes contraintes réglementaires en raison d'un risque avéré de confusion avec des espèces toxiques du genre *Aristolochia*.

Les espèces du genre *Aristolochia* présentent des risques élevés de néphrotoxicité, carcinogénèse et mutagénicité. Or des remèdes chinois importés sans autorisation officielle ont provoqué en Belgique (Nortier et Vanherweghem, 2002), en France et au Royaume-Uni des cas de néphrotoxicité ('*chinese herb nephropathy*' ou 'CHN') et carcinogénèse. Le nom chinois *Fang ji* porte en effet à confusion et désigne non seulement les racines de *Aristolochia fangchi*, mais aussi celles de *Stephania tetrandra* et de *Cocculus orbiculatus* (syn : *Cocculus trilobus*).

Pour éviter ces confusions et donc les risques induits, et en l'absence de procédures de contrôles de qualité suffisants, la plupart des pays de l'Union Européenne ont interdit l'utilisation, la vente et l'importation d'espèces pouvant être confondues avec des *Aristolochia* spp., dont *Cocculus orbiculatus* / *trilobus*<sup>4</sup>.

### Orientations

Pour éviter les risques de néphrotoxicité dus à l'acide aristolochique et de ses dérivés, les espèces du genre *Aristolochia* sont interdites en usage médicinal. Plusieurs genres de Menispermaceae qui sont parfois adulterées par des *Aristolochia* spp. Ont été interdites également dans la plupart des pays européens, ce qui empêche toute utilisation d'extraits de *Cocculus* spp. en médecine/pharmacie occidentales. Les activités des alcaloïdes de *Cocculus* justifieraient cependant des recherches pharmacologiques sur substances pures, ce qui est ici hors sujet.

### Bibliographie

- CHEN H.S., LIANG H.Q., LIAO S.X., 1991 - [Studies on the chemical constituents of the root of *Cocculus Trilobus* DC]. *Yao Xue Xue Bao*, 26(10) :755-758.
- FORMAN L., GREEN P.S., MORAT PH (ED.), 1998 – *Flore de Nouvelle-Calédonie*. Paris, Muséum d'histoire naturelle, 91 p.

<sup>4</sup> <http://www.emea.eu.int/pdfs/human/hmpwp/002300en.pdf>

- ITO K., FURUKAWA H., SATO K., TAKAHASHI J., 1969 - [Studies on the alkaloids of menispermaceous plants. CCL. Structure of coclobine, a new biscoclaurine alkaloid from *Cocculus trilobus* DC]. *Yakugaku Zasshi*, 89, 8 : 1163-1166.
- ITOKAWA H., NISHIMURA K., HITOTUYANAGI Y., TAKEYA K., 1995 - Isosinoculine, a novel antitumor morphinane alkaloid from *Cocculus trilobus*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 5(8) : 821-822.
- ITOKAWA H., TSURUOKA S., TAKEYA K., MORI N., SONOBE T., KOSEMURA S., HAMANAKA T., 1987 - An antitumor morphinane alkaloid, sinococuline, from *Cocculus trilobus*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 35(4) : 1660-1662.
- JU-ICHI M., ANDO Y., YOSHIDA Y., KUNITOMO J., SHINGU T., FURUKAWA H., 1978 - [Alkaloids of *Cocculus trilobus* DC. Isolation and structure of erythrinan alkaloids (author's transl.)] *Yakugaku Zasshi*, 98(7) : 886-890
- KIM S.W., CHANG I.M., OH H.B., 2002 - Inhibition of the bacterial surface protein anchoring transpeptidase sortase by medicinal plants. *Bioscience, biotechnology & Biochemistry*, 66(12) : 2751-2754.
- LEE H.B., KIM C.J., 2002 - First report of zonate leaf spot of *Cocculus trilobus* caused by *Cristulariella moricola* in Korea. *Plant pathology*, 51(6) : 799
- NAKANO T., 1956 - Studies on the alkaloids of menispermaceous plants. CXXXXI. Isolation of magnoflorine from *Cocculus trilobus* DC. *Pharmacological Bulletin*, 4(1) : 69-70.
- NORTIER J.L., VANHERWEGHEM J.L. 2002 - Renal interstitial fibrosis and urothelial carcinoma associated with the use of a Chinese herb (*Aristolochia fangchi*). *Toxicology*, 181-182 :577-580.
- WAGNER L. W., HERBST D.R., SOHMER S.H., 1990 - *Manual of the flowering plants of Hawaii* 'i. Honolulu, University of Hawaii Presse and , 2 vol., 988 et 1853 p.

**Rédacteur : P CABALION**

## ***Coprosma* spp. (RUBIACEAE)**

Genre bien représenté avec toutes les espèces endémiques :

- *C. cookei* (Rapa)
- *C. esulcata* (Marquises : Nuku Hiva et Ua Pou)
- *C. nepheliphila* (Marquises : Nuku Hiva)
- *C. orohenensis* (Société : Tahiti)
- *C. rapensis* (Rapa)
- *C. reticulata* (Marquises : Nuku Hiva)
- *C. setosa* (Société : Raiatea)
- *C. taitensis* (Société : Moorea, Raiatea, Tahiti)
- *C. velutina* (Australes)

### **Statut IUCN**

Toutes les espèces sont vulnérables sauf *C. taitensis* qui est non menacé.

### **Bio-écologie de la ressource**

Plutôt en formation ouverte, abondant à très rare, pente et crêtes de moyenne à haute altitude.

### **Usage**

Non signalé

### **Composition chimique**

Genre : peu ou pas étudié

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre : peu ou pas étudié

### **Orientations proposées**

Absence totale de données significatives, mais du fait de son aire de distribution limitée et des nombreuses espèces endémiques, ces espèces méritent une étude chimique au moins préliminaire.

Non prioritaire.

**Rédacteur : C. MORETTI**

## ***Cymbopogon refractus* (R. Br.) Camus (POACEAE)<sup>5</sup>**

### **Synonymes**

*Andropogon refractus* R. Br.

*Cymbopogon nardus* sensu B.E.V. Parham seulement dans des ouvrages concernant la flore des Iles Fidji.

*Andropogon tahitensis* Nadeaud (Pétard, 1986 ; Lemaître, 1995).

### **Accessibilité et répartition géographique**

Australes et Société : naturalisée à basse altitude en formation graminéenne ouverte ou dans la lande à *Dicranopteris linearis*, mais jamais abondante ni envahissante comme ailleurs dans le Pacifique.

Espèce originaire d'Australie, présente aujourd'hui dans le Pacifique jusqu'aux Iles de la Société et Hawaï (Smith, 1979).

Envahissante, terrains secs, bords de route, Bora Bora, Raiatea, Tahiti (récoltes par Welsh, 1998).

Envahissante en pâturages aux Iles Hawaï.

Commerce des graines interdit aux Etats-Unis.

Noms communs : *barbwire grass* (aussi *barbed wire grass*), *soap grass*, *ramga*, *othangithangi*, *thoyangiyangi* (Fidji); aretu monoi, aretu noanoa (Polynésie Française), (Welsh, 1998) ; *aretu* (Lemaître, 1995).

Une espèce similaire, *C. nardus* (L.) Rendle (noms communs *kamapue*, *citronella grass*) est connue de Niue (Sykes, 1970).

### **Usages**

#### **Usages médicaux**

- **Fidji** : la plante sert à la préparation d'infusions (Smith, 1979). Une infusion médicinale contre les névralgies et les rhumes est préparée avec les feuilles, à odeur citronnée. La première extraction doit être jetée et ce n'est que la seconde qui est utilisée (Parham, 1943 d'après Cambie et Ash, 1994)
- **Fidji** : un bain de vapeur de cette herbe est utilisé contre les rhumes et les troubles pulmonaires (Parham, 1943 d'après Cambie et Ash, 1994)
- **Fidji** : un bon remède contre les maux de tête consiste à dormir sur un oreiller rempli de la plante séchée (Parham, 1943 d'après Cambie et Ash, 1994)
- **Tahiti** : Le suc de cette graminée est employé en association avec d'autres plantes dans le traitement des orgelets et des panaris (Pétard, 1986).

#### **Usage en parfumerie**

- **Polynésie** : d'après le nom vernaculaire *aretu monoi* cité par Welsh, cette plante entrerait dans une recette de monoi.

<sup>5</sup> [http://www.hear.org/pier/species/cymbopogon\\_refractus.htm](http://www.hear.org/pier/species/cymbopogon_refractus.htm)

### **Composition chimique**

Contient des composés cyanogénétiques (Hegnauer, 1963 d'après Cambie et Ash, 1994) (NB : cela expliquerait la raison pour laquelle le premier extrait issu de l'infusion est jeté, si l'on suppose que les hétérosides cyanogénétiques sont rapidement solubles dans l'eau bouillante).

Espèce tolérante à l'arsenic, Australie (Ashley et Lottermoser, 1999)

Pourrait peut-être produire une huile essentielle, comme d'autres espèces du même genre, mais l'espèce ne semble pas avoir été étudiée en Australie, d'où elle est originaire, ni en Polynésie Française.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Présence d'hétérosides cyanogénétiques (Hegnauer, 1963 d'après Cambie et Ash, 1994).

### **Intérêt industriel**

Présence très probable de terpènes, sujet apparemment non étudié jusqu'à présent. La bibliographie sur le genre *Cymbopogon* est ultra-abondante. Pas d'intérêt immédiat.

### **Orientations**

A priori peu intéressante par comparaison avec d'autres espèces du même genre.

### **Bibliographie**

- ASHLEY P.M., LOTTERMOSER B.G., 1999 - Arsenic contamination at the Mole River mine, northern New South Wales. *Australian Journal of Earth Sciences*, 46(6) : 861-874.
- CAMBIE R.C., ASH J., 1994 - *Fijian Medicinal Plants*. Australia, CSIRO, 365 p.
- HEGNAUER R., 1963 - *Chemotaxonomie der Pflanzen : eine Übersicht über die Verbreitung und die systematische Bedeutung der Pflanzenstoffe, vol. 2 : Monocotyledoneae*. Basel, Birkhäuser Verlag, 540 p.
- LEMAÎTRE Y., HAUDREICOURT A.G. (pref.), 1995 - *Lexique du Tahitien contemporain : tahitien-français, français-tahitien*. Paris, ORSTOM, 205 p.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D. & K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- SMITH A.C., 1979 - *Flora Vitiensis nova: a new flora of Fiji*. Lawai, Kauai, Hawaii : Pacific Tropical Botanical Garden. 5 v.
- SYKES W.R., 1970 - *Contributions to the flora of Niue*. Department of Scientific and Industrial Research (DSIR) Bulletin 200, 321p.
- WELSH S.L., 1998 - *Flora societensis : a summary revision of the flowering plants of the Society Islands: Mehetia, Tahiti, Moorea, Tetiaroa (iles du vent); Huahine, Raiatea, Tahaa, Bora Bora, Tupai, Maupiti, and Mopelia (iles sous le vent)*. Orem, Utah : 420 p.

**Rédacteur : P. CABALION**

## ***Davallia solida* (G. Forst.) Sw. (DAVALLIACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non menacé, plante indigène non endémique.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Assez commune, facile d'accès.

### **Usages**

Traitement de la ciguatera (rhizome, Vanuatu).

Analgésique

Purgative

Autre espèce du genre : *Davallia mariesii* (Japon)

Traitement des rhumes, neuralgies, cancer de l'estomac (Corée)

Traitement des lombagos, rhumalgies, odontalgies, tinnitus (Chine)

### **Composition chimique**

Xanthones : mangiférin, D xylopyranosyl-1,3,6,7-tetrahydroxyxanthone glucopyranosyl-2,6,4'-trihydroxybenzophenone

#### **Autres espèces du genre**

*Davallia mariesii*

Hétérosides de flavanes-3-ol de degrés de polymérisation divers

Acides phénoliques et hétérosides (acide caféique, coumarique, gentisique, vanillique, protocatéchique )

Gamma-lactone : davallialactone

Flavonoïdes : hétéroside d'eriodyctiol

Hétéroside de sesquiterpène (norcarotane) : marioside

Hétéroside de chromone

Triterpènes

Acide aminé : tryptophane

*Davallia divaricata*

Hétérosides de flavanes-3-ol de degrés de polymérisation divers

### **Pharmacologie et toxicologie**

Liaison aux P-glycoprotéines cytosoliques (diminution de la résistance des cellules aux agents de chimiothérapie)

Suppression de l'hyperexcitabilité des neurones induite par la *ciguatera* (*in-vitro*)

Autre espèce du genre : *Davallia mariesii*

Inhibition de protéine-kinase C



### **Orientations**

Une autre espèce du genre *Davallia* : *D. fejeensis* a été étudiée pour la production de fronde coupée comme feuillage horticole. *Davallia mariesii* est également signalée comme plante horticole au Japon.

En fonction de l'aspect de la fronde de *D. solida* (*D. denticula* var. *elata*, syn. : *D. epiphylla*, est certainement un autre candidat, mais plus rare et le plus souvent sur les crêtes de moyenne et haute altitude) cette piste serait à explorer.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

## ***Dryopteris hirtipes* (Blume) O. Kuntze (DRYOPTERIDACEAE)**

### **Synonyme**

*Dryopteris fatuhivensis* E. Br.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Indigène dans le Pacifique central et oriental, présente aux îles Marquises : Fatu Hiva, Hiva Oa, Nuku Hiva, Ua Huka.

Fougère herbacée terrestre, peu commune de moyenne à haute altitude, le plus souvent en forêt humide.

### **Usages**

Aucune information

### **Composition chimique**

Aucune information

### **Pharmacologie et toxicologie**

Aucune information

### **Orientation**

Aucune données significatives

Non prioritaire

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Erythrina variegata* L. (FABACEAE)**

### **Synonyme**

*Erythrina indica* Lam.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Pas de problèmes particuliers vu son statut de plante cultivée, naturalisée.

### **Usages**

Sédatif nerveux, fébrifuge, antiasthmatique, antiépileptique, antimicrobien, traitement du trachome, de l'éléphantiasis

Tronc : astringent, fébrifuge, troubles du foie, épilepsie, sédatif nerveux, antiasthmatique, collyre

Feuilles : diurétiques, stomachiques, douleurs articulaires

Une lectine d'*Erythrina cristagalli* couplée à la toxine botulinique est en développement préclinique pour le traitement des douleurs chroniques chez Allergan.

### **Composition chimique**

#### **Graine**

- Alcaloïdes : hypaphorine, erythraline, erysopine, erisotine, erysovine, erysotrine, erysodine. Hypaphorine, choline, erythrocarine, erythratidine, erymelanthine, demetoxy-carbonyl-erymelanthine
- Lectines.

#### **Racine**

- Isoflavonoïdes : indicanines A, B et C, robustic acid, daidzein, 8-prenyl daidzein, cajanin, 5,4'-di-O-methylalpinumisoflavone, warangalone, 5,7,4'-trihydroxy-6,8-diprenylisoflavone, erycristagallin, erythrabyssin, phaseollin, phaseolidin, cristacarpin, erystagallin A, erysubin F, folitenol, orientanol B, C, F, sigmoïdin K, dimethylallyl-6a-hydroxyphaseollidin.
- Flavanone : isobavachin
- Phénoxychromones : eryvarin A, C, D, F et G
- Phénols : eryvariestyrene, eryvarinol A et B

#### **Tronc**

- Cire : alkyl phenolates, alkyl ferulates
- Stéroïdes : stigmastérol et hétéroside, sitostérol, campestérol, citrostadiénol
- Triterpènes : erythrodiol, acide oléanolique
- Cinnamate : erythrinassinate B
- Dérivés basiques : stachydrine, erysovine
- Alcaloïdes (isoquinolines) : erysotrine, erysodine, erythraline, erysopine, erysovine, erysonine, erypitine, erysodienone, erythratidine, epi-erythratidine, hydroxy-epi-erythratidine, erysotine, hypaphorine, hypaphorine methyl ester,

- Flavonoïdes (isoflavonoïdes) : abyssinone V, erycristagallin, hydroxy-6,3',5'-triprenylisoflavonone, cristacarpin, erythrinin B, euchrenone b9 et b10, eryvarin A et B, laburnetin, alpinimisoflavone, wigteone, warangalone, erythrin A, B et C, osajin, alpinum isoflavone, indicanine D et E, genistein, wigteone, dimethylalpinumisoflavone, 8-prenyl erythrinin C, erysenegalensein C

**Feuille**

- Isoflavonoïdes : genistein, 2'-hydroxygenistein

**Fleur**

- Alcaloïdes (isoquinolines) : erythritol, erysotrine, erythartine. Hypaphorine, choline.
- Acides gras : acide caprique, docosanoic methyl ester
- Stéroïdes : acetoxy-B-norcholest-5-ene, 29-nor-cycloartenol,  $\beta$ -sitosterol-arachidate

**Pharmacologie et toxicologie****Graine**

- Activité antinéoplasique sur leucémie L1210 (alcaloïdes), activité hypotensive avec arrêt cardiaque à l'augmentation de la dose. Activité curarisante des alcaloïdes ?.

**Racine**

- Activité antibiotique sur *S. aureus* résistant à la methicilline (erycristagallin, orientanol B)
- Activité antibactérienne sur bactéries cariogènes (erycristagallin)
- Alcaloïdes : activité relaxante des muscles lisses, dépression du SNC, cholérétique, anticonvulsivante, blocage neuromusculaire
- Toxicologie : les graines sont signalées toxiques. De l'HCN serait présent dans toutes les parties de la plante.
- DL50 IP alcaloïdes totaux du tronc : 128 mg/kg (rat)
- Activité cytotoxique par des inhibiteurs de protéinases (inhibiteurs de chymotrypsine) d'origine protéique.

**Tronc**

- Blocage des échangeurs Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> (isoflavonoïdes), activité cytotoxique (isoflavones / wigteone).

**Feuille**

- Activité sédatrice, non analgésique (extrait aqueux).
- Inhibition de la phospholipase A2 (isoflavonoïdes).

**Parties aériennes**

- Activité anticancéreuse

## Orientations

Les isoflavones inhibitrices de phospholipase A2 ont été développées par Schering-Plough pour leurs propriétés anti-inflammatoires. Ce développement a été stoppé. Il n'a pas été pris de brevet sur ce produit.

Une lectine d'*Erythrina cristagalli* couplée à la toxine botulinique est en développement préclinique pour le traitement des douleurs chroniques chez Allergan.

Cette espèce déjà bien étudiée n'est pas prioritaire pour la Polynésie française.

## Bibliographie

- CHATTERJEE G.K., GURMAN T.K., NAG CHAUDHURY A.K., PAL S.P., 1981 - Preliminary pharmacological screening of *Erythrina variegata* Var *Orientalis* (syn. *E. indica*) seeds. *Indian Journal of Pharmacology*, 11(2): 153-158.
- CHAWLA A.S., KRISHNAN T.R., JACKSON A.H., SCALABRIN D.A., 1988 - Alkaloidal constituents of *Erythrina variegata* bark. *Planta Medica*, 54(6): 526-528.
- CHAWLA H. M., SHARMA S. K., 1993 - Erythritol, a new isoquinoline alkaloid from *Erythrina variegata* flowers. *Fitoterapia*, 64(1): 15-17.
- COX P. A., 1993 - Saving the ethnopharmacological heritage of Samoa. *Journal of Ethnopharmacology*, 38(2-3): 181-188.
- COX P. A., BALICK M. J., 1994 - The ethnobotanical approach to drug discovery. Medicinal plants discovered by traditional societies are proving to be an important source of potentially therapeutic drugs. *Scientific American*, 270(6): 60-65.
- DESHPANDE V. H., PENDSE A. D., PENDSE R., 1977 - Erythrinins A, B & C, three new isoflavones from the bark of *Erythrina variegata*. *Indian Journal of Chemistry, B*, 15(3): 205-207.
- EL OLEMY M. M., ALI A. A., EL MOTTALEB M. A., OLEMY M. M. E., MOTTALEB M. A. E., 1978 - *Erythrina* alkaloids. I. The alkaloids of the flowers and seeds of *Erythrina variegata*. *Lloydia*, 41(4): 342-347.
- HEGDE V. R., DAI P., PATEL M. G., PUAR M. S., DAS P., PAI J., BRYANT R., COX P. A., 1997 - Phospholipase A2 inhibitors from an *Erythrina* species from Samoa. *Journal of Natural Products*, 60(6): 537-539.
- ITOH K., 1999 - [Studies on the alkaloids of *Erythrina* plants.] *Yakugaku Zasshi*, 119(5): 340-356.
- KOBAYASHI M., MAHMUD T., YOSHIOKA N., SHIBUYA H., KITAGAWA I., 1997 - Indonesian medicinal plants. XXI. Inhibitors of Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> exchanger from the bark of *Erythrina variegata* and the roots of *Maclura cochinchinensis*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 45(10): 1615-1619.
- MANALO J. B., HAN B. H., PARK M. H., SANTOS R. B., 1992 - Purification and characterization of hypaphorine from the seeds of *Erythrina variegata* L. var. *philippinensis* (Lina.) Merr. Fam. Leguminosae. *Philippine Journal of Science*, 121(1): 17-22.
- NKENGFAK A. E., AZEBAZE A. G. B., WAFFO A. K., FOMUM Z. T., MEYER M., HEERDEN F. R. V., VAN HEERDEN F. R., 2001 - Cytotoxic isoflavones from *Erythrina indica*. *Phytochemistry*, 58(7): 1113-1120.
- NKENGFAK A. E., WAFFO A. K., AZEBAZE G. A., FOMUM Z. T., MEYER M., BODO B., HEERDEN F. R. V., VAN HEERDEN F. R., 2000 - Indicanine A, a new 3-phenylcoumarin from root bark of *Erythrina indica*. *Journal of Natural Products*, 63(6): 855-856.

- OHBA H., NISHIKAWA M., KIMURA M., YAMASAKI N., MORIWAKI S., ITOH K., 1998 - Cytotoxicity induced by *Erythrina variegata* serine proteinase inhibitors in tumor hematopoietic stem cell lines. *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry*, 62(6): 1166-1170.
- RATNASOORIYA W. D., DHARMASIRI M. G., 1999 - Aqueous extract of Sri Lankan *Erythrina indica* leaves has sedative but not analgesic activity. *Fitoterapia*, 70(3): 311-313.
- SATO M., TANAKA H., FUJIWARA M., YAMAGUCHI R., ETOH H., TOKUDA C., 2003 - Antibacterial property of isoflavonoids isolated from *Erythrina variegata* against cariogenic oral bacteria. *Phytomedicine*, 10(5): 427-433.
- SHARMA S. K., CHAWLA H. M., 1993 - Steroids and fatty acids from *Erythrina variegata* var. *orientalis* flowers. *Fitoterapia*, 64(1): 88.
- SINGH H., CHAWLA A. S., JINDAL A. K., CONNER A. H., ROWE J. W., 1975 - Investigation of *Erythrina* spp. VII. Chemical constituents of *Erythrina variegata* var. *orientalis* bark. *Lloydia*, 38(2): 97-100.
- SOTO HERNANDEZ M., JACKSON A. H., 1994 - *Erythrina* alkaloids: isolation and characterisation of alkaloids from seven *Erythrina* species. *Planta Medica*, 60(2): 175-177.
- TANAKA H., ETOH H., SHIMIZU H., MAKITA T., TATEISHI Y., 2000 - Two new isoflavonoids from *Erythrina variegata*. *Planta Medica*, 66(6): 578-579.
- TANAKA H., HIRATA M., ETOH H., SHIMIZU H., SAKO M., MURATA J., MURATA H., DARNAEDI D., FUKAI T., 2003 - Eryvarins F and G, two 3-phenoxychromones from the roots of *Erythrina variegata*. *Phytochemistry*, 62(8): 1243-1246.
- TANAKA H., HIRATA M., ETOH H., WATANABE N., SHIMIZU H., AHMAD M., TERADA Y., FUKAI T., 2002 - Two diphenylpropan-1,2-diol syringates from the roots of *Erythrina variegata*. *Journal of Natural Products*, 65(12): 1933-1935.
- TANAKA H., SATO M., FUJIWARA S., HIRATA M., ETOH H., TAKEUCHI H., 2002 - Antibacterial activity of isoflavonoids isolated from *Erythrina variegata* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Letters in Applied Microbiology*, 35(6): 494-498.
- TELIKEPALLI H., GOLLAPUDI S. R., KESHAVARZ SHOKRI A., VELAZQUEZ L., SANDMANN R. A., VELIZ E. A., RAO K. V. J., MADHAVI A. S., MITSCHER L. A., JAGANNADHA RAO K. V., SIVA MADHAVI A., 1990 - Isoflavonoids and a cinnamyl phenol from root extracts of *Erythrina variegata*. *Phytochemistry*, 29(6): 2005-2007.
- WAFFO A. K., AZEBAZE G. A., NKENGFAK A. E., FOMUM Z. T., MEYER M., BODO B., HEERDEN F. R. V., VAN HEERDEN F. R., 2000 - Indicanines B and C, two isoflavonoid derivatives from the root bark of *Erythrina indica*. *Phytochemistry*, 53(8): 981-985.
- YADAVA R. N., REDDY K. I. S., 1999 - A novel prenylated flavone glycoside from the seeds of *Erythrina indica* [*E. variegata*]. *Fitoterapia*, 70(4): 357-360.
- YAMAGUCHI O., KIMURA M., ARAKI M., YAMASAKI M., KIMURA Y., NAKAJIMA S., TAKAGI S., 1993 - Chemical structure of two subunits, A-subunit and B-subunit, of galactose-specific isolectins from *Erythrina variegata* seeds. *Journal of Biochemistry*, 114(4): 560-566.

## ***Fagraea berteriana* A. Gray ex Benth. var. *berteroana* (LOGANIACEAE)**

### **Synonyme**

*Fagraea berteriana* est une variante orthographique pour *berteroana*.

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Peu abondante, localisée.

Indigène ou naturalisé, (parfois ornementale en jardin) non endémique, croupes mésiques de basse et moyenne altitude.

Autre variété *Fagraea berteriana* A. Gray ex Benth. var. *marquesensis* (Loganiaceae)

Statut taxonomique douteux, apparemment non vraiment différent de la variété-type.

### **Accessibilité**

Plus répandue dans la Société ou les Marquises que dans les Australes.

### **Usages**

Médecine : écorce séchée en infusion contre les thromboses après l'accouchement (Tonga) (Singh *et al.*, 1984)

Médecine : en infusion contre les malaises du matin de la femme enceinte (Tonga) (Ostraff *et al.*, 2000)

Médecine : en cas de bronchites.

#### Remarque

**Usages.** Espèce à fleurs odorantes, blanches puis jaunes à maturité, utilisées dans le Pacifique, au moins de la Nouvelle-Calédonie à la Polynésie Française et aux Iles Hawaï pour la confection de colliers odorants ('lei', qui existe comme nom de famille aux Iles Tonga). Parfum différent selon l'évolution de la fleur. Aux Iles Hawaï, les fleurs étaient vendues 10 cents pièce, d'où le nom : 'pua kenikeni' ou 'pua à 10 cents'. Les individus présents à Hawaï, île de Oahu, côté au vent, sont taillés pour faciliter la cueillette (Hayashi *et al.*, 1995).

Utilisations traditionnelles dans le Pacifique (Barrull, 2000).

### Composition chimique

Genre : monoterpènes type iridoïdes (*F. blumei*, *F. fragrans*) : écorce, bois, feuilles (Cuendet *et al.*, 1997; Kun-Anake et Ragvatin, 1976)

- alcaloïdes monoterpéniques (*F. fragrans*) : feuilles, fruit (Kun-Anake et Ragvatin, 1976)
- phénylpropanoïdes : ac. caféique, coumarique (*F. gracilipes*) : bois (Cambie *et al.*, 1990)
- flavonoïdes (*F. obovata*) : feuilles (Qasim *et al.*, 1987)
- lignanes (*F. racemosa*) : racine (Okuyama *et al.*, 1995)

Espèce : non étudiée à notre connaissance

#### Remarque

*Composés volatils de fleurs de F. berteroaana collectées à Hawaï, étudiées au Japon. Etude d'une université et d'une industrie de la parfumerie japonaises (Hayashi et al., 1995)*

Hydrodistillation de fleurs blanches, nouvellement écloses :

- rendement 0,03%
- une centaine de substances visibles,
- principaux constituants :
  - (E)- $\beta$ -ocimène : 5,06 %
  - benzoate de méthyle : 11,97 %
  - acétate de benzyle : 16,37 %
  - acide myristique : 3,48 %
  - salicylate de benzyle : 4,00 %

Analyse *head-space* du parfum de la fleur nouvellement éclos (blanche) :

	Fleur blanche	Fleur jaune
	Nouvellement éclos	âgée de 2 à 3 jours :
	28 substances	25 substances
(E)- $\beta$ -ocimène	22,54 %	51,11 %
benzoate de méthyle	41,99 %	25,09 %
acétate de benzyle	21,33 %	6,71 %

Les auteurs concluent que l'essence de *Fagraea berteroaana* a un potentiel comme matière première de l'industrie des "flaveurs et fragrances".

Le rendement de l'hydrodistillation classique est faible, mais pourrait être amélioré par d'autres techniques.

Attraction des mâles de la mouche des fruits ('oriental fruit fly', *Bactrocera dorsalis*) par deux phénylpropanoïdes de la fleur de *Fagraea berteroaana* (Nishida *et al.*, 1997)

Deux composés de l'extrait éthanolique de fleurs attirent sélectivement les individus mâles de la mouche des fruits, le trans-3,4-diméthoxycinnamoyl alcool et/ou son acétate, (dans un moindre mesure la forme aldéhydique) pour synthèse d'une phéromone sexuelle, l'alcool trans-coniférylique.



## Pharmacologie et toxicologie

Genre :- antioxydant (*F. blumei*) : écorce (Cuendet et al., 1997)

- antibactérien (*F. fragrans*) : feuilles (Nakanishi et al., 1965)
- antifongique (*F. fragrans*) : bois (Hong et Abdul, 1983)
- antimalarique (*F. racemosa*) : feuilles (Leaman et al., 1995)
- analgésique, relaxant musculaire (*F. racemosa*) : racine (Okuyama et al., 1995)

Espèce : absence d'activité mutagénique (test d'Ames) (Ostraff et al., 2000)

### Remarque

*Recherches en cours à Nouméa (IRD – Université de Nouvelle Calédonie - Province des Iles Loyauté) : divers extraits d'écorce non actifs sur essais antibactériens ou antifongiques, activité moyenne sur virus de la dengue, pas d'activité sur Boophilus microplus (tique de bovins), activité moyenne sur xanthine oxydase (Barrul, 2000).*

## Orientations

Recherche : Intérêt chimiotaxonomique, espèce non étudiée.

La famille des Loganiacées est connue pour être une source de préparation de curares.

Valorisation : pas de possibilité de valorisation à court et moyen terme.

Non prioritaire

## Bibliographie

- BARRULL A., 2000 - *Etude de deux plantes aromatiques des Iles Loyauté, Alyxia stellata (J.R. et G. Forster) Roemer et Schultes, Fagraea berteriana A. Gray.* Université des Sciences et Techniques de St Jérôme, Aix-Marseille III, DEA Synthèse et modélisation de molécules Bioactives, 104 p.
- CAMBIE R.C., LAL A.R., RICKARD C.E.F., TANAKA N., 1990 - Chemistry of Fijian plants. V. Constituents of *Fagraea gracilipes* A. Gray. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 38(7) : 1857-1861.
- CUENDET M., HOSTETTMANN K., POTTERAT O., DYATMIKO W., 1997 - Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80(4): 1144–1152.
- HAYASHI S., KAMEOKA H., HASHIMOTO S., FURUKAWA K., ARAI T., 1995 - Volatile compounds of *Fagraea berteriana* Flowers, *Journal of Essential Oil Research*, 7(5): 505-510
- HONG L.T., ABDUL-RAZAK M.A., 1983 – Anti-fungal properties of methanol extractives from some tropical hardwoods. *Malaysian Forester*, 46(1) : 138-139.
- KUN-ANAKE A., RAGVATIN C., 1976 - Bitter glucoside from the leaves of Kangrau. *Bull dept med sci* 18(1): 1-11.
- LEAMAN D.J., ARNASON J.T., YUSUF R., SANGAT-ROEMANTYO H., SOEDJITO H., ANGERHOFER C.K., PEZZUTO J.M., 1995 - Malaria remedies of the Kenyah of the Apo Kayan, East Kalimantan, Indonesian Borneo: a quantitative assessment of local consensus as an indicator of biological efficacy. *Journal of Ethnopharmacology*, 49(1): 1-16

- NAKANISHI K., SASAKI S.I., KIANG A.K., GOH J., KAKISAWA H., OHASHI M., GOTO M., WATANABE J.M., YOKOTANI H., MATSUMURA C., TOGASHI M., 1965 - Phytochemical survey of malaysian plants. Preliminary chemical and pharmacological screening. *Chem. Pharm. Bull.*, 13(7): 882-890.
- NISHIDA R., SHELLY T.E., KANESHIRO K.Y., 1997 - Acquisition of female-attracting fragrance by males of the oriental fruit fly from a Hawaiian lei flower, *Fagraea berteriana*. *Journal of Chemical Ecology*, 23(10): 2275-2285.
- OKUYAMA E., SUZUMURA K., YAMAZAKI M., 1995 - Pharmacologically active components of Todopon Puok (*Fagraea racemosa*), a medicinal plant from Borneo. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 43(12): 2200-2204
- OSTRAFF M., ANITONI K., NICHOLSON A., BOOTH G.M., 2000 - Traditional Tongan cures for morning sickness and their mutagenic/toxicological evaluations. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(1/2): 201-209
- QASIM M. A., ROY S. K., KAMIL M., ILYAS M., 1987 - A new glycosyl flavone from *Fagraea obovata* wall. *Phytochemistry*, 26(10): 2871-2872.
- SINGH Y. N., IKAHIHIFO T., PANUVE M., SLATTER C., 1984 - Folk medicine in tonga. A study on the use of herbal medicines for obstetric and gynaecological conditions and disorders. *Journal of Ethnopharmacology*, 12(3): 305-329.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Ficus prolixa* G. Forst. var. *prolixa* (MORACEAE)**

(Florence, 1997)

### **Synonymes**

*Ficus obliqua* sensu Seem. (Smith, 1981)

*Ficus umbilicata* Bureau ex Drake (Florence, 1997)

*Ficus marquesensis* F. Br. (Florence, 1997)

*Ficus prolixa* var. *subcordata* auct., Corner 1965, *pro parte*, non Corner 1960 (Florence, 1997). Cela signifie que pour les récoltes de ce taxon au Iles Marquises, la définition de Corner 1965 tombe en synonymie avec *Ficus prolixa* G. Forst. var. *prolixa* et que seul ce nom est à conserver.

### **Statut IUCN**

Espèce non menacée

### **Accessibilité et répartition géographique**

Répartition de *Ficus prolixa* G. Forst.

Micronésie, Vanuatu, Nouvelle-Calédonie jusqu'aux Tuamotu, Marquises et Iles de la Ligne. Le matériel des Iles Fidji appartient à la variété *prolixa* (Smith, 1981).

**Nouvelle-Calédonie, Lifou** : le banian, *hmana* (en langue drehu, île de Lifou) a de petits fruits ronds et rouges. Mûrs, ils deviennent orange (octobre-novembre). Ils attirent les roussettes (Thilë), les oiseaux (Waco). Ailleurs dans le Pacifique, forte fréquentation de cet arbre par les oiseaux et les roussettes

**Palau (Micronésie)** : nom vernaculaire *lulk*, pousse sur plateaux coralliens.

**Polynésie française** : noms vernaculaires (Florence, 1997).

**Ponape (Pacifique Ouest)** : nom vernaculaire à Ponape ou Pohnpei : *aiau*

### **Usages**

#### **Hémorragies**

– **Guam** : Les guérisseurs locaux utilisent parfois le latex dans des remèdes contre les hémorragies internes ou externes.

#### **Infections, inflammations, catarrhe**

– **Cook** : le jus d'expression des racines aériennes est frit dans le lait de coco et consommé contre la catarrhe (Whistler, 1992).

– **Polynésie française** : cette espèce est une des plantes médicinales les plus utilisées. D'après Nadeaud (1864) l'écorce interne de ce banian a des propriétés contre la catarrhe qui ne cèdent qu'à celles de *Wikstroemia foetida* (Thymeleaceae) (Whistler, 1992).

#### **Autres usages médicaux**

– **Etats fédérés de Micronésie, Atoll d'Ulithi** : les feuilles sont d'usage médicinal (G. Wiles, pers. comm.).

– **Mariannes** : le latex a un usage médicinal.

### **Usages rituels ou religieux**

- **Guam** : les esprits *taotaomona* des Anciens résideraient sous cet arbre, *nunu* en chamorro ; pour cette raison ces arbres sont rarement abattus.

### **Artisanat : usage de la fibre ligneuse ; pêche, fouets, liens végétaux, tapa**

- **Etats fédérés de Micronésie** : à Ulithi, Ifaluk et Kosrae et peut-être dans d'autres îles, des leurres de pêche sont confectionnés avec l'écorce de *Ficus prolixa*. A Puluwat, le bois est utilisé dans des pièges à poisson et les racines aériennes dans les pêches à la senne. Aux Iles Kiribati, les racines, qui se plient facilement, sont utilisées dans la confection des filets d'épuisettes et parfois de cannes à pêche (Merlin, 2002).
- **Etats fédérés de Micronésie, Atoll d'Ulithi** : les racines aériennes servent parfois à la fabrication de fouets.
- **Nouvelle-Calédonie, Lifou** : la partie supérieure de l'écorce est noire, blanche en dessous. C'est la partie blanche qui sert de liens pour attacher des bois entre eux. Les petites racines aériennes servent de fouet.
- **Polynésie française** : l'écorce était une des principales sources de fibres pour la confection des habits tissés ou tapa. Usage aujourd'hui restreint aux Iles Marquises, pour le tourisme (Pétard, 1986 ; Florence, 1997).
- **Polynésie française** : les écorces battues donnaient un tissu de fibres non tissées, agglutinées grâce à la présence de latex. Ces tissus étaient imperméables à l'eau et leur abandon vers 1840 aurait contribué à la propagation de la tuberculose. Ces tapas brun-clair servaient à recouvrir les lits et à envelopper les grandes idoles des marae (Pétard, 1986). Les tapas très agréables à porter ou utiliser, ne s'imprégnaient pas de sueur.
- **Polynésie française** : le *oraa* est une variété de figuier sauvage dont l'écorce donne une excellente étoffe grise, la plus résistante qui soit et très estimée.

### **Usage du latex**

- **Nouvelle-Calédonie, Lifou** : la partie supérieure de l'écorce est noire, blanche en dessous. C'est la partie blanche qui sert de liens pour attacher des bois entre eux. On peut fabriquer des balles de cricket avec le latex. Les petites racines aériennes servent de fouet. Une dame de l'île de Lifou fabrique régulièrement les balles de cricket les plus réputées, pour les clubs de ce sport en Nouvelle-Calédonie, pratiqué essentiellement par les femmes mélanésiennes.
- **Polynésie française** : le latex de banian est utilisable pour la préparation du caoutchouc (Pétard, 1986).

### **Composition chimique**

Espèce non étudiée

### **Pharmacologie et toxicologie**

Espèce non étudiée

## **Orientations**

La chimie et l'activité biologique de cette plante n'ont apparemment fait l'objet d'aucune publication. Les possibilités anti-infectieuses de cette espèce seraient intéressantes à explorer, peut-être en recherchant des composés prénylés qui sont assez courants dans les Moraceae.

Exploitation artisanale aux Marquises (tapa) et en Nouvelle-Calédonie (balles de cricket), qui est actuellement le principal intérêt de cette espèce.

## **Bibliographie**

- DITTMAR A., 1998 - *Zur traditionellen Heilkunde Samoas. Charakteristika und Strukturierungen des Heilpflanzenuniversums*. Egelsbach, Frankfurt, München: Verlag Dr. Hänsel-Hohenhausen. Diss. Univ. Frankfurt 1998. (Deutsche Hochschulschriften 1153)
- FLORENCE J., 1997 - *Flore de la Polynésie française : I. Cannabaceae – Cecropiaceae - Euphorbiaceae - Moraceae - Piperaceae - Ulmaceae – Urticaceae*. ORSTOM, Paris, Faune et Flore Tropicales, No 34, 393 p.
- MERLIN M., 2002 - Traditional Uses of Plants for Fishing in Micronesia, Global Symposium on Women in Fisheries. *SPC Women in Fisheries information Bulletin*, 11 : 27-31.
- MORISSON J., JAUNEZ B. (trad.), 1989 - *Journal de James Morrison, second maître à bord de la « Bounty »*. 3e ed., Papeete, Société des études océaniques, XXIII-200 p.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- SMITH A.C., 1981 - *Flora Vitiensis Nova : a new Flora of Fiji (spermatophytes only)*. National Tropical Botanical Garden, Hawaii, Vol. 2, 810 p.
- WHISTLER W.A., 1992 - *Polynesian Herbal Medicine*. Lawai, Kauai, Hawaii, National Tropical Botanical Garden, 238 p.
- ZEPERNICK B., 1972 - *Arzneipflanzen des Polynesier (plantas medicinales des Polynésiens)*. Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 307 p.

**Rédacteur : P. CABALION**

## ***Geniostoma quadrangulare* Fosberg (LOGANIACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non évalué dans les Tubuai où il est très rare, plus répandu à Rapa.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Difficile

Iles Tubuai et Rapa

### **Usages**

Pas d'usage connu des espèces.

### **Composition chimique**

Genre : glucoside benzénique (*G. antherotrichum*).

Espèces : non étudiées à notre connaissance

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre : inhibition de la protéase HIV (*G. rupestre*) : dose 500µg/ml, résultat « equivocal ».

Espèces : non étudiées à notre connaissance

### **Orientations**

Recherche : Intérêt chimiotaxonomique : espèces non étudiées

La famille des Loganiacées est connue pour être une source de préparation de curares.

Valorisation : pas de possibilité de valorisation à court et moyen terme

Non prioritaire.

Autre espèce du genre : *Geniostoma rapense* Fosberg  
(LOGANIACEAE)

Accessibilité : peu accessible mais moyennement abondant  
Identifié sur l'Ile Rapa.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Glochidion emarginatum* J.W. Moore (EUPHORBIACEAE)**

et autres espèces du genre présentes en Polynésie française.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Endémique des îles de la Société à Raiatea

Facilement accessible mais peu répandu en formation de maquis de moyenne altitude

Non menacé

Autres espèces du genre

*Glochidion longfieldiae* (Riley) F. Br. (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : endémique de Rapa, en forêt mésique ou plus humide de moyenne altitude

Statut IUCN : peu accessible, non menacé

*Glochidion marchionicum* F. Br. (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : Iles Marquises, endémique. Abondant à peu répandu en forêt mésique ou en savane arborée de basse à moyenne altitude

Statut IUCN : non menacé, accessible aisément

*Glochidion moorei* P.T.Li (EUPHORBIACEAE)

Synonymes : *Glochidion salicifolium* J.W. Moore

Accessibilité : facile, souvent localisé. Endémique de Raiatea (Société). Formations mésiques ± ouvertes de basse à moyenne altitude.

Statut IUCN : non menacé

*Glochidion myrtifolium* J.W. Moore (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : facile, abondante à peu commune. Endémique des îles de la Société à Raiatea, formations mésiques ± ouvertes de basse à moyenne altitude.

Statut IUCN : non menacé

*Glochidion nadeaudii* J.Florence (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : facile, abondante, souvent localisée. Endémique des îles de la Société à Moorea, formations mésiques de crête de moyenne altitude.

Statut IUCN : non menacé.

*Glochidion rapaense* J.Florence (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : peu accessible, dispersée, jamais abondant localement. Endémique des Australes à Rapai, croupes mésiques à basse altitude

Statut IUCN : non menacé.

*Glochidion taitense* Baill. (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : endémique îles de la Société à Tahiti. Accessibilité moyenne, ± dispersée à commune localement. Forêt des grandes vallées à basse et moyenne altitude, plus rarement en forêt de nuages de haute altitude

Statut IUCN : non menacé

*Glochidion temehaniense* J.W. Moore (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : accessibilité moyenne. Endémique aux îles de la Société à Raiatea, Huahine et Tahaa. Formations mésiques ± ouvertes de crêtes de basse et moyenne altitude, ou forêt de basse altitude en grandes vallées  
Statut IUCN : non menacé

*Glochidion tooviianum* J.Florence (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : accessibilité moyenne, dispersé. Endémique de Nuku Hiva. En formation ouverte de haute altitude  
Statut IUCN : LR (low risk) non menacé

*Glochidion wilderi* J.Florence (EUPHORBIACEAE)

Accessibilité : peu accessible. Endémique des Tuamotu, Makatea, Mangareva. Formations ouverte sur karst érodé (Makatea) ou en formation mésique ± ouverte de basse altitude (Mangareva)  
Statut IUCN : peu menacé à Makatea, gravement à Mangareva.

### Usages

Pas d'usage connu des espèces considérées.

### Composition chimique

Genre : sesquiterpènes (*G. obovatum*) : feuilles  
coumarines (*G. rubrum*) : tronc  
lactones (*G. acuminatum* ; *G. zeylanicum*) : feuilles  
flavonoïdes : glochiflavanosides (*G. zeylanicum*) : feuilles  
lignanes (*G. obovatum* ; *G. zeylanicum*) : feuilles  
triterpènes : glochidol et dér. (*G. acuminatum*, ; *G. eriocarpum* ; *G. heyneanum* ; *G. hongkongense* ; *G. macrophyllum* ; *G. mooni* ; *G. puberum* ; *G. rubrum*) : racine, écorce de racine, feuilles.  
tanins (*G. rubrum*) : feuilles  
alcaloïdes absents.

Espèces : non étudiées à notre connaissance

### Pharmacologie et toxicologie

Genre : antitumoral (*G. heyneanum*) : parties aériennes  
diurétique (*G. heyneanum*) : parties aériennes  
inhibition sécrétion histamine (*G. heyneanum*) : parties aériennes  
hypotenseur (*G. hohenackeri*) : parties aériennes  
hypoglycémiant (*G. hohenackeri*) : parties aériennes  
activité SNC (*G. ramiflorum*) : écorce  
antiviral (*G. subsessile*) : parties aériennes  
toxicité poisson (*G. velutinum*) : écorce  
antagoniste ester phorbol (*G. triandrum*) : feuille

Espèces : non étudiées à notre connaissance



**Intérêt industriel**

Aucun actuellement.

**Orientations**

Recherche : intérêt chimiotaxonomique : espèces non étudiées

          Nombreuses activités biologiques démontrées dans le genre

Valorisation : pas de possibilité de valorisation à court terme

Non prioritaires.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Guettarda speciosa* L. (RUBIACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non menacé.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Abondant sur substrat corallien : Australes, Société et Tuamotu, plus rare sur substrat volcanique aux Marquises et Société à basse altitude. Arbre commun dans le Pacifique dans les formations littorales coralliennes, sables ou cailloutis.

### **Usages**

Huile essentielle (Kennedy *et al.*, 2000)

L'écorce sert à soigner les rhumatismes ; on l'emploie aussi comme anti-diarrhéique et fébrifuge (Pétard, 1986)

Divers usages médicaux en Indonésie, en Micronésie, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, Iles Fidji et à Tahiti (Cambie et Ash 1994) ainsi qu'en Nouvelle-Calédonie (Rageau, 1973), Samoa.

### **Composition chimique**

Curieusement, la chimie de cette espèce très banale reste pratiquement inconnue.

### **Pharmacologie et toxicologie**

### **Intérêt industriel**

Le bois de *Guettarda speciosa* est résistant aux termites (Yaga *et al.*, 1985)

### **Orientations**

Pas de données significatives

Non prioritaire

### **Bibliographie**

- CAMBIE R.C., ASH J., 1994 - *Fijian Medicinal Plants*. Australia, CSIRO, 365 p.
- KENNEDY R.R., THANGARAJ T., 2000 - Correlation between flower morphological characters and essential oil yield. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22(1B): 579-581
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- RAGEAU J., 1973 - *Les plantes médicinales de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, ORSTOM, (Travaux et Documents de l'ORSTOM (FRA), No 23), 139 p.
- YAGA S., KINJO K., 1985 - On the termite-resistance of Okinawan timbers IX. Termiticidal substance from the wood of *Guettarda speciosa* L. *Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society*, 31(8): 684-687

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Heliotropium anomalum* Hook. et Arn. var. *anomalum* (BORAGINACEAE)**

### **Synonymes**

*Lithospermum incanum* G. Forst. (pour l'espèce, sans précision du taxon infra-spécifique).

### **Statut IUCN**

Nn menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Moyenne, jamais très abondante.

Espèce (sans précision de taxon infra-spécifique) indigène de Polynésie orientale et Hawaii.  
Caractéristique de la zone littorale sur sables coralliens.

### **Usages**

Médecine : *Heliotropium anomalum* var. *argenteum* (variété propre aux îles Hawaii), voie orale, pour nettoyer l'utérus après l'accouchement.

Autres : valeur esthétique

### **Composition chimique**

Espèce : non étudiée à notre connaissance

### **Pharmacologie et toxicologie**

- genre : hépatotoxique (*H. amplexicaule*, *H. digynum*, *H. europaeum*, *H. indicum*, *H. lasiocarpum*, *H. popovii*) : parties aériennes, plante entière, graine
- antioxydant, antiradicalaire (*H. amplexicaule*, *H. filifolium*, *H. megalanthum*, *H. sinuatum*) : parties aériennes, résine surtout
- antifongique (*H. amplexicaule*, *H. digynum*) : parties aériennes
- antibactérien (*H. campechianum*, *H. curassavicum*, *H. ellipticum*, *H. longiflorum*, *H. subulatum*) : parties aériennes, plante entière
- antiviral (*H. curassavicum*, *H. subulatum*) : parties aériennes
- mutagène (*H. curassavicum*) : plante entière abortif (*H. europaeum*) : parties aériennes
- antimalarique (*H. europaeum*) : fleur
- stimulant utérin (*H. indicum*) : racine
- cicatrisant (*H. indicum*) : plante entière
- relaxant musculaire (*H. kotschyi*) : feuille

Espèce : non étudiée à notre connaissance

### **Orientations**

Recherche : Intérêt chimiotaxonomique : espèce non étudiée.

Nombreuses données chimiques dans le genre : alcaloïdes pyrrolizidiniques, flavonoïdes, quinones.

Bonnes activité antimicrobienne, mais probablement due aux alcaloïdes pyrrolizidiniques.

Indices de toxicité nombreux: hépatotoxicité, génotoxicité, maladie veino-occlusive, dues aux alcaloïdes pyrrolizidiniques.

Non prioritaire, sauf pour agent antimicrobien par voie externe.

Valorisation : pas de possibilité de valorisation à court terme.

### **Bibliographie**

- CARBALLO M., MUDRY M.D., LARRIPA I.B., VILLAMIL E., D'AQUINO M., 1992 - Genotoxic action of an aqueous extract of *Heliotropium curassavicum* var. *argentinum*. *Mutation Research*, 279(4): 245-253.
- CONSTANTINIDIS T., HARVALA C., SKALTSOUNIS A. L., 1993 - Pyrrolizidine N-oxide alkaloids of *Heliotropium hirsutissimum*. *Phytochemistry*, 32(5): 1335-1337.
- CULVENOR C.C., EDGAR J.A., SMITH L.W., KUMANA C.R., LIN H.J., 1986 - *Heliotropium lasiocarpum* Fisch and Mey identified as cause of veno-occlusive disease due to a herbal tea. *The Lancet*, 327(8487): 978
- GUNTERN A., IOSET J.-R., QUEIROZ E. F., FOGGIN C. M., HOSTETTMANN K., 2001 - Quinones from *Heliotropium ovalifolium*. *Phytochemistry*, 58(4): 631-635.
- LAKSHMANAN A. J., SHANMUGASUNDARAM S., 1994 - Helibractinecine, a pyrrolizidine alkaloid from *Heliotropium bracteatum*. *Phytochemistry*, 36(1): 245-248.
- LAKSHMANAN A. J., SHANMUGASUNDARAM S., 1995 - Ester alkaloids of *Heliotropium bracteatum*. *Phytochemistry*, 40(1): 291-294.
- MOHABBAT O., YOUNOS M.S., MERZAD A.A., SRIVASTAVA R.N., SEDIQ G.G., ARAM G.N., 1976 - An outbreak of hepatic veno-occlusive disease in north-western Afghanistan. *The Lancet*, 308(7980): 269-271.
- REDDY J.S., RAO P.R., REDDY M.S., 2002 - Wound healing effects of *Heliotropium indicum*, *Plumbago zeylanicum* and *Acalypha indica* in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(2): 249-251.
- REINA M., GONZALEZ-COLOMA A., GUTIERREZ C., CABRERA R., HENRIQUEZ J., VILLARROEL L., 1997 - Bioactive saturated pyrrolizidine alkaloids from *Heliotropium floridum*. *Phytochemistry*, 46(5): 845-853.
- SINGH B., SAHU P.M., SINGH S., 2002 - Antimicrobial activity of pyrrolizidine alkaloids from *Heliotropium subulatum*. *Fitoterapia*, 73(2): 153-155.
- TORRES R., VILLARROEL L., URZUA A., MONACHE F. D., MONACHE G. D., GACS-BAITZ E., 1994 - Filifolinol, a rearranged geranyl aromatic derivative from the resinous exudate of *Heliotropium filifolium*. *Phytochemistry*, 36(1): 249-250.
- URZUA A., VILLARROEL L., TORRES R., TEILLIER S., 1993 - Flavonoids in the resinous exudate of Chilean *Heliotropium* species from *Cochranea* section. *Biochemical Systematics and Ecology*, 21(6-7): 744.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## Hernandiaceae

### Synonymes

*Hernandia nymphaeifolia* (Presl) Kubitzki  
*Hernandia moerenhoutiana* Guill. subsp. *Moerenhoutiana*  
*Hernandia moerenhoutiana* Guill. subsp. *samoensis* (Hoch.) Kubitzki  
*Hernandia nukuhivensis* F. Br.

### Accessibilité et répartition géographique

*H. nymphaeifolia* : indigène dans le Pacifique, non menacée, mais pas vraiment banale en formation littorale sur sables coralliens sur les îles volcaniques, plus rare sur les atolls.

Les autres espèces sont des espèces de l'intérieur des terres, à basse et moyenne altitude :

- *H. moerenhoutiana* ssp. *moerenhoutiana*, dans les îles de la Société : en forêt humide des grandes vallées à basse altitude, rare et dispersée, commune avec les îles Cook ; la ssp. *samoensis* est connue aux Australes, Raivavae, Rurutu et Tubuai où elle est rare, d'écologie comparable, se limitant en formation ripicole des derniers ravins boisés.
- *H. nukuhivensis* est la plus commune de ces espèces, endémique et largement répandue dans les îles hautes des Marquises, de moyenne à haute altitude, en forêt riveraines et ripicole, non menacée.

### Composition chimique

<i>Hernandia nymphaeifolia</i>	espèce étudiée
<i>Hernandia moerenhoutiana</i> subsp. <i>moerenhoutiana</i>	non étudiée
<i>Hernandia moerenhoutiana</i> subsp. <i>samoensis</i>	non étudiée
<i>Hernandia nukuhivensis</i>	non étudiée

### Intérêt général des espèces du genre *Hernandia*

Espèces caractérisées du point de vue chimiotaxonomique par la présence d'alcaloïdes de types benzyl-isoquinoléine ou aporphine et de lignanes de type podophyllotoxine.

#### a) les alcaloïdes de type benzyl isoquinoléine

- Certaines molécules ont potentiellement des propriétés pharmacologiques intéressantes (ex. Higénamine = stimulant cardiaque). Une seule est utilisée en thérapeutique : la papavérine (obtenue actuellement uniquement par synthèse).

#### b) les alcaloïdes de type aporphine

- Très vaste groupe de substances rencontrées principalement chez les Annonaceae, Lauraceae, Magnoliaceae, Monimiaceae, Menispermaceae, Racunculaceae.
- Souvent toxiques, seulement deux molécules sont utilisées : la boldine et l'apomorphine.
- La boldine est utilisée comme protecteur hépatique, spasmolytique, cholérétique et stimulant de la sécrétion gastrique.

- L'apomorphine est obtenue par synthèse totale ou à partir de la morphine. C'est un agoniste dopaminergique D2. Le chlorhydrate d'apomorphine inscrit à la liste I des substances vénéneuses est utilisé dans la maladie de Parkinson.

**c) les lignanes de type podophyllotoxine.**

- Substance très toxique (Liste 1 des substances vénéneuses), la podophyllotoxine et ses dérivés sont des poisons du fuseau. Ils inhibent la polymérisation de la tubuline, stoppent la division cellulaire au début de la métastase. Ses seules indications sont, en usage externe, le traitement des condylomes externes ; en industrie, l'obtention de dérivés semi-synthétiques moins toxiques.

**d) huile essentielle**

- La présence d'huile essentielle est mentionnée dans plusieurs *Hernandia*. Parmi les constituants, le camphre est signalé.

**Orientation**

Pour être intéressante, une espèce de *Hernandia* devrait contenir de la podophyllotoxine à un taux supérieur à 10 % car *Podophyllum hexandrum* (drogue utilisée pour l'obtention de la molécule) fournit 6 à 12% d'une résine contenant 40% de podophyllotoxine.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Homalanthus nutans* (G. Forst.) Guill. (EUPHORBIACEAE)**

### **Synonymes**

*Croton nutans* G. Forst.  
*Stillingia nutans* Geiseler

### **Accessibilité et répartition géographique**

Bonne, jamais abondante.

Indigène de Polynésie, depuis le sud-ouest du Pacifique jusque dans la Société.

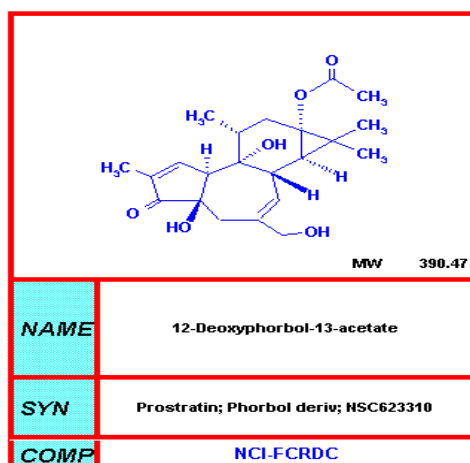
Grandes vallées-à basse altitude à crêtes de haute altitude.

### **Usages**

- Médecine : fruit (Vanuatu), voie orale, abortif
- Médecine : feuille (Vanuatu), voie orale, facilite l'accouchement
- Médecine : tige (Samoa), fièvre jaune, voie orale
- Médecine : tige (Samoa), cicatrisant

### **Composition chimique**

Espèce : prostratine (diterpène), bois du tronc



### **Pharmacologie et toxicologie**

Espèce : Principaux articles concernant l'activité contre le virus de l'HIV.

### **Mode de protection**

Prostratin : brevet appartenant au US Dep. Of Health & Human Services, US Army et Brigham University.

### **Orientations**

Le genre *Homolanthus* (*H. nutans*, *H. acuminatus*) a fait l'objet d'une publicité considérable dans la presse, avec la mise en évidence de propriétés anti-HIV, présentées comme un succès de l'ethnopharmacologie (remède traditionnel comme antiviral à Samoa).

Principe actif identifié (prostratine), protégé par brevet, a fait l'objet d'un accord particulier :  
"Reuters Health, December 13, 2001

*NEW YORK (Reuters Health)—After 10 years of research and negotiations, ethnobotanist Dr. Paul Cox delivered on a financial promise when the AIDS ReSearch Alliance of America (ARA) agreed Thursday to return 20% of any commercial revenues from a promising anti-HIV compound called prostratin to the people of Samoa. Prostratin is the first compound ever licensed by the National Cancer Institute (NCI) for development by a non-profit research institution. ARA officials said that the organization planned to move prostratin through toxicology studies and into a phase I clinical trial within 12 months. If the early development work proves successful, ARA would seek an industry partner for prostratin in about two years."*

Recherche et Valorisation : non prioritaire.

### **Bibliographie**

- GULAKOWSKI R.J., MCMAHON J.B., BUCKHEIT R.W. JR., GUSTAFSON K.R., BOYD M.R., 1997 - Antireplicative and anticytopathic activities of prostratin, a non-tumor-promoting phorbol ester, against human immunodeficiency virus (HIV). *Antiviral Research*, 33(2): 87-97.
- GUSTAFSON K.R., CARDELLINA J.H. 2<sup>ND</sup>, MCMAHON J.B., GULAKOWSKI R.J., ISHITOYA J., SZALLAZI Z., LEWIN N.E., BLUMBERG P.M., WEISLOS O.S., BEUTLER J.A., *et al.*, 1992 - A nonpromoting phorbol from the samoan medicinal plant *Homalanthus nutans* inhibits cell killing by HIV-1. *Journal of medicinal chemistry*, 35(11):1978-1986.
- KORIN Y.D., BROOKS D.G., BROWN S., KOROTZER A., ZACK J.A., 2002 - Effects of prostratin on T-cell activation and human immunodeficiency virus latency. *Journal of Virology*, 76(16): 8118-8123.

**Rédacteur : B. WENIGER**



## ***Homalium mouo* H. St John (FLACOURTIACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Arbre endémique de Makatea, très répandu sur le plateau, puisque espèce structurante de la forêt.

### **Composition chimique**

Remarques :

*Cet Homalium contient-il de l'homaline ? Pas de réponse dans la doc.*

*Les alcaloïdes du type homaline susceptibles d'être présents dans cette espèce ne semblent pas présenter d'intérêt particulier.*

### **Orientation**

Non prioritaire

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Lepidium bidentatum* Montin (BRASSICACEAE)**

### **Statut IUCN**

Indigène, non menacée.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Répandue dans le Pacifique sud jusqu'en Nouvelle Calédonie, aussi aux Hawaii. Pas de problème d'accessibilité en Polynésie française ; sur substrat corallien, en brousse adlittorale à *Scaevola-Timonius* ou cocoteraie, très commune à peu répandue ; herbacée à sous-arbrisseau.

### **Usages**

Alimentaire ; salade (Pétard, 1986).

Médicinal ; vulnérable ; cicatrisant (Pétard, 1986).

Une autre espèce, *Lepidium meyenii* (Maca), semble plus connue, en particulier pour ses propriétés libido-stimulantes (Balick et Lee, 2002).

### **Composition chimique**

Non connue

### **Orientation**

Non prioritaire

### **Bibliographie**

BALICK M.J., LEE R., 2002 - Maca: from traditional food crop to energy and libido stimulant. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 8(2): 96-98

PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Macaranga attenuata* J. W. Moore/ *Macaranga venosa* J. W. Moore (EUPHORBIACEAE)**

### **Accessibilité et répartition géographique**

*M. attenuata* : endémique Soc. : Moorea et Raiatea

*M. venosa* : endémique Soc. : Raiatea, Tahaa et Tahiti

Ecologie : les deux espèces sont d'écologie comparable, *M. attenuata* peut-être un peu plus xérophile, plutôt sur les hauts de pente, *M. venosa* aussi sur les flancs, mais toujours dans les grandes vallées.

*M. attenuata* est moins commun que *M. venosa*, mais les deux espèces sont considérées actuellement comme non vulnérables.

### **Composition chimique**

Les deux espèces ne sont pas étudiées

Intérêt général des espèces du genre *Macaranga* : 280 espèces constituent le genre, qui est **très peu étudié**.

Les constituants les plus fréquemment rencontrés sont des dérivés aliphatiques des latex de type Gutta percha :

- Triterpènes et des saponines triterpéniques (*M. tanarius*)
- Flavonoïdes : isoflavones et roténones (*M. indica*)  
flavanones et chalcones (*M. peltata*)
- Tanins (*M. peltata*)

Le genre *Macaranga* ne semble pas contenir de phorbols toxiques.

### **Orientations**

Aucune notion sur la toxicité

Aucune mention d'activité pharmacologique

Pas de données significatives

Non prioritaire

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Meryta choristantha* Harms (ARALIACEAE)**

### **Bio-écologie de la ressource**

Endémique des Australes à Rapa  
En formation mésique de crête de basse altitude

### **Statut IUCN**

Vulnérable

### **Accessibilité et répartition géographique**

Peu accessible (Rapa), rare et dispersé

### **Usages**

Pas d'usage connu de l'espèce.

### **Composition chimique**

Genre - présence d'une gomme exsudant du tronc de *M. sinclairi* constitués de 95 % d'arabinogalactane et de 2% de protéine  
- triterpènes de type oléane des parties aériennes de *Meryta lanceolata* (endémique de Tahiti)

Espèce : non étudiée à notre connaissance

### **Pharmacologie et toxicologie**

Genre : non étudié à notre connaissance

Espèce : non étudiée à notre connaissance

### **Orientation**

Non prioritaire, mais intérêt pharmacochimique du genre.

Etude botanique du genre *Meryta* en cours au Muséum à Paris (Thèse de F. Tronchet)

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Miconia calvescens* DC. (MELASTOMATACEAE)**

### **Synonyme**

*M. magnifica* (Hort.) Triana

Taxonomie (Meyer, 1996 ; 1997).

Taxonomie des espèces brésiliennes, voir les références suivantes : (Almeida et Vasconcelos Neto, 1995 ; Caprara, 1998 ; Pereira et Goldenberg, 1996 ; Judd, 1994 ; Judd *et al.*, 1994a, 1994b ; Leite et Takaki, 1999 ; Lorenzi, 1998 ; Martins *et al.*, 1996 ; Oliveira *et al.*, 1996 ; Pereira, 1962/1965 ; Pereira et Andrade, 1995a, 1995b ; Pereira et Mantovani, 1998, 2000 ; Pereira *et al.*, 1999 ; Queiros 1982, 1983, 1986 ; Randi, 1982).

La phylogénie du groupe des *Miconiae* est traitée par (Almeida *et al.*, 2003), tandis que la phylogénie de *Miconia* en relation avec la présence de composés phénoliques a été vue par (Baldwin et Schultz, 1998).

### **Statut IUCN**

Pas de statut, étant donné qu'il s'agit d'une espèce introduite en Polynésie française.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Énorme, c'est une plante invasive. La physiologie de l'espèce est traitée par : (Newell *et al.*, 1993 ; McDonald, 1993 ; Medeiros *et al.*, 1997), ses relations avec le monde animal (Levey, 1990 ; Dalling et Wirth, 1998 ; Wunderle, 1998 ; Schmid, 2002) et ses relations avec les fungi au Brésil (Grandi *et al.*, 1999) qui identifient 65 fungi dans des litières de feuilles de *M. cabussu*, 15 espèces étant citées pour la première fois au Brésil, enfin une espèce nouvelle est décrite.

### **Usages**

#### **Ornemental**

voir Meyer (1997).

#### **Médicinal traditionnel**

Pas d'information sur Internet, il faut donc consulter la littérature sur les *Miconia* spp. en général, et tenter d'y trouver des renseignements sur *Miconia calvescens* (voir Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases<sup>6</sup>) :

- *Miconia calvescens* : rien ;
- *M. minutiflora* : tumeurs,
- *M. wildenowii* : Infusions,
- *M. willdenowii* ; fièvres,
- *Miconia* (3 spp.) : pas de nom, pas d'usage médicinal, topique ou alimentaire, chez les Mayas Huastèques au Mexique (Alcorn, 1984).

<sup>6</sup> <http://www.ars-grin.gov/duke>

### Composition chimique

Biomasse : *Miconia* sp. (Prado et De Moraes, 1997)

Éléments minéraux : Al en ppm dans les feuilles (Jansen *et al.*, 2002)

<i>Miconia acinodendron</i>	66 100	(Chenery, 1948)
<i>Miconia ciliata</i>	16 500	(Chenery, 1948)
<i>Miconia dodecandra</i>	5 280	(Cuenca et Herrera, 1987)
<i>Miconia ferruginata</i>	4 310	(Harisadan, 1982)
<i>Miconia nervosa</i>	9 160	(Chenery, 1946)
<i>Miconia pohliana</i>	6 630	(Harisadan, 1982)
<i>Miconia stephantera</i>	6 899	(Mazzorra <i>et al.</i> , 1987)
<i>Miconia</i> sp.	forte	(Alexander, 2001)

*Miconia* sp. : relation entre l'aluminium et la silice dans les feuilles (Britez *et al.*, 2002)

Composés organiques :

- *Miconia myriantha* : composés phénoliques (Li *et al.*, 2001)
- *Miconia rubiginosa* : étude de plantes brésiliennes à huiles essentielles
- *Miconia trailii* : flavonones hétérosidiques (Zhang *et al.*, 2003)
- *Miconia* spp. Phylogénie et composés phénoliques (Baldwin et Schultz, 1998)
- primine : CAS N° 119-38-0, découverte en 1900, isolée et nommée en 1927, structure élucidée et synthétisée en 1967.
- *Miconia* spp.: cf (Schmid, 2002, indirectement)

### Pharmacologie et toxicologie

*Miconia impetolaris* et *Miconia hondurensis* du Panama testés sur cibles du cancer, sans résultats cités (Calderon *et al.*, 2000)

*Miconia lepidota* et sp. : Primine, miconine : origine, isolement (Berger, 2001)

*Miconia myriantha* : un extrait à l'acétate d'éthyle de *Miconia myriantha* restaure des fonctions manquantes à la suite de mutations dans une lignée de cellules d'ovaire de Hamster de Chine (Taylor *et al.*, 1998)

*Miconia myriantha* : composés phénoliques inhibant l'aspartic protease de *Candida* (Li *et al.*, 2001)

*Miconia rubiginosa* : activité analgésique d'extraits (Spessoto *et al.*, 2003)

*Miconia* sp. :

- usage médical de la primine (connue de divers *Miconia* spp.) sur des carcinomes (Melo *et al.*, 1974) primine, miconine : origine, isolement, synthèse de dérivés benzoquinoniques, bisbenzoquinoniques et bases de Schiff correspondantes, tests d'activité sur levures (4 lignées) et cellules cancéreuses (2 lignées) (Berger, 2001)

- primine : CAS N° 119-38-0, découverte en 1900, isolée, nommée en 1927. Structure élucidée et synthétisée en 1967, activité allergène, une des plus fortes connues.

### Contraintes réglementaires

En Polynésie française :

« Interdiction d'importation nouvelle, de multiplication et de plantation, interdiction de transfert d'une île à l'autre de tout plant entier, fragment de plant, bouture, fruit et graine »<sup>7</sup>.

Un comité technique de lutte contre les espèces menaçant la biodiversité a été créé<sup>8</sup>.

Au Queensland (Australie): toutes espèces de *Miconia* sont interdites d'introduction et leur destruction est obligatoire, sous peine d'amende<sup>9</sup>.

### Orientations

Plusieurs, paradoxalement :

- Etude phytochimique indispensable : priorité haute
- Présence de composés phénoliques certaine
- Présence très probable de benzoquinones, plus ou moins apparentées à la primine, composé très allergène dont la présence doit être recherchée.
- Recherche notamment d'activité cytotoxiques et d'activités analgésiques (selon voies déjà entrouvertes)
- Etude de la composition minérale indispensable : priorité haute
- *Miconia calvescens* pourrait se révéler hyper-accumulatrice d'aluminium, comme de nombreuses Melastomataceae et comme d'autres espèces pionnières. Voir ce point et rechercher si d'autres éléments plus intéressants (métaux lourds ou terres rares) sont présents également.
- Hydrodistillation : des essais sont en cours sur des espèces brésiliennes, en faire de même (priorité haute)

#### Remarque

*L'exploitation de l'une ou l'autre des ressources potentielles de M. calvescens ne peut que réduire les coûts du contrôle de cette peste en Polynésie française.*

### Bibliographie

- ALCORN J.E., 1984 - *Huastec Mayan Ethnobotany*. Univ. Of Texas Press, Austin, 982 p.  
ALEXANDER E.E., 2001 - *Aluminium (Al) Resistance and tolerance in Trees of a Rainforest in Central Guyana*.  
ALMEDA F., GOLDENBERG R., MICHELANGELI F., PENNEYS D., RENNER S.S., 2003 –  
« *Miconia*, 1531 species names, 1061 readily distinguishable entities ». In: *4th*

<sup>7</sup> Arrêté 244 CM du 12 février 1998 inscrivant certaines espèces végétales envahissantes sur la liste des espèces menaçant la biodiversité (JOPF du 26 février 1998 – <http://www.mnhn.fr/biodiv/fr/4legis/specific/PF/244CM.pdf>)

<sup>8</sup> Arrêté n° 1151 CM du 31 août 1998 portant organisation et missions du comité interministériel de lutte contre le miconia et les autres espèces végétales menaçant la biodiversité de Polynésie française <http://www.presidence.pf/stock/tree/pdf/7802.pdf>

<sup>9</sup> <http://www.mountmorgan.com/weedpests.html>

*Biennial Meeting of the Systematics Association (The systematics of large and species-rich taxa), Dublin.*

- ALMEIDA S., VASCONCELOS NETO J., 1995 – « Evidências do uso de *Miconia cinnamomifolia* como alimento por antas (*Tapirus terrestris*) em Floresta Atlântica ». In: *XLVI Congresso Nacional de Botânica, Ribeirão Preto.*
- BALDWIN I.T., SCHULTZ J.C., 1988 - Phylogeny and the patterns of leaf phenolics in gap- and forest-adapted *Piper* and *Miconia* understory shrubs. *Oecologia* 75 : 105-109.
- BALDWIN I.T., SCHULTZ J.C., 1988 - Phylogeny and the patterns of leaf phenolics in gap- and forest-adapted *Piper* and *Miconia* understory shrubs. *Oecologia*, 75 : 105-111.
- BERGER J.M., 2001 - *Isolation, Characterization and synthesis of bioactive natural products from rainforest Flora*. Virginia Polytechnic and State University, Ph.D. Chemistry, 210 p.
- BRITEZ R.M., WATANABE T., JANSEN S., REISSMANN C.B., OSAKI M., 2002 - The relationship between aluminium and silicon accumulation in leaves of *Faramea marginata* (Rubiaceae). *New Phytologist*, 156(3) : 437-444
- CALDERON I.A., ANGERHOFFER C.K., PEZZUTO J.M., FARNSWORTH N.R., FOSTER R., CONDIT R., GUPTA M.P., SOEJARTO D.D., 2000 - Forest plot as a tool to demonstrate the pharmaceutical potential of plants in a tropical Forest of Panama. *Economic Botany*, 54(3): 278-294.
- CAPRARA A.C., 1998 – « Caracterização física, química e anatômica e qualidade da madeira de casca-de-arroz (*Miconia cinnamomifolia* Mart. ex DC. Naud.) ». In: *Congresso Florestal Do Paraná, 2, Curitiba*. Annales : Curitiba, Instituto Florestal do Paraná : 583-594
- CHENERY E.M. 1948 - Aluminium in the plant world. Part I, General survey in dicotyledons. *Kew Bulletin*, 1948: 173–183.
- CHENERY E.M., 1946 - Aluminium in trees. *Empire Forestry Review*, 25: 255–256.
- CUENCA G, HERRERA R., 1987 - Ecophysiology of aluminium in terrestrial plants, growing in acid and aluminium-rich tropical soils. *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, 117(Supplement 1): 57–74.
- DALLING J.W., WIRTH R., 1998 - Dispersal of *Miconia argentea* seeds by the leaf-cutting ant *Atta colombica*. *Journal of Tropical Ecology*, 14(5) : 705-710.
- GRANDI R.A.P., MILANEZ A.I., GUSMÃO L.F.P., 1999 – « Hyphomycetes associados a folhas de *Miconia cabussu* Hoehne e *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) provenientes da reserva biológica da Serra de Paranapiacaba ». In: *2a. Reunião sobre Pesquisa Ambiental na SMA*, 1 : 18.
- HARIDASAN M., 1982 - Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant and Soil*, 65: 265–273.
- JANSEN S., WATANABE T., SMETS E., 2002 - Aluminium Accumulation in Leaves of 127 Species in Melastomataceae, with Comments on the Order Myrtales. *Annals of Botany*, 90(1): 53-64.
- JUDD W.S., 1994 - *Miconia skeaniana* (Melastomataceae: Miconieae), a new species from eastern Cuba. *Sida Contributions to Botany*, 16(2): 225-231.
- JUDD W.S., SKEAN J.D.JR., 1994a - *Miconia alainii* (Melastomataceae: Miconieae), a new species from Hispaniola. *Novon* 4 : 112-115.
- JUDD W.S., SKEAN J.D.JR., 1994b - Taxonomic studies in the Miconieae (Melastomataceae). VI. *Miconia santanana*, a new species from Hispaniola. *Brittonia*, 46(2) : 99-104.
- LEITE I.T. DE A., TAKAKI M., 1999 – « Aspectos fisioecológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud ». In: *Congresso Nacional de Botânica*, 50, Blumenau (1999) : 132.



- LEVEY D.J., 1990 - Habitat-dependent fruiting behaviour of an understory tree, *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as keystone habitats for frugivores in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 6 : 409-420.
- LI X.C., JACOB M.R., PASCO D.S., EL-SOHLI H.N., NIMROD A.C., WALKER L.A., CLARK A.M., 2001 - Phenolic compounds from *Miconia myriantha* inhibiting *Candida* aspartic proteases. *Journal of natural products*, 64(10) : 1282-1285.
- LORENZI H., 1998 - *Arvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora Plantarum, Nova Odessa, Vol. 1, 367 p.
- MARTINS A.B., SEMIR J., GOLDENBERG R., MARTINS E., 1996 - O gênero *Miconia* Ruiz et Pav. (Melastomataceae) no Estado de São Paulo. *Acta Botanica Brasilica*, 10(2): 267-316.
- MAZORRA M.A., SAN JOSE J.J., MONTES R., GARCIA MIRAGAYA J., HARIDASAN M., 1987 - Aluminium concentration in the biomass of native species of the Morichals (swamp palm community) at the Orinoco Llanos, Venezuela. *Plant and Soil*, 102: 275-277.
- MCDONALD E.P., 1993 - *Light effects on physiological characteristics of tropical tree and shrub species of Miconia*. Dissertation. Ph.D. Duke University, Durham, N.C. (USA), 261 p.
- MEDEIROS A.C., LOOPE L.L., CONANT P., MCELVANEY S., 1997 - Status, ecology, and management of the invasive tree *Miconia calvescens* DC. (Melastomataceae). *Bishop Museum Occasional Papers No. 48* : 23-35
- MELO A.M., JARDIM M.L., DE SANTANA C.F., LACET Y.; LOBO FILHO J., DE LIMA I.L.O.G., 1974 - First observations on the topical use of Primin, Plumbagin and Maytenin in patients with skin cancer. *Revista do Instituto de Antibióticos (Recife)*, 14(1-2): 9-16.
- MEYER J.Y., 1996 - Status of *Miconia calvescens* (Melastomataceae), a dominant invasive tree in the Society Islands (French Polynesia). *Pacific Science*, 50 : 66-76.
- MEYER J.Y., 1997 – « Epidémiologie de l'invasion par *Miconia calvescens* et raisons d'un succès spectaculaire ». In: *Proceedings of the First Regional Conference on Miconia Control, 26-29 août 1997*, 23 p.
- NEWELL E.A., MCDONALD E.P., STRAIN B.R., DENSLOW J.S., 1993 - Photosynthetic responses of *Miconia* species to canopy openings in a lowland tropical rainforest. *Oecologia*, 94(1) : 49-56.
- OLIVEIRA R.R. DE, PEREIRA T.S., DELAMONICA P., LIMA D.F., 1996 – « Utilização de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. (Melastomataceae) como indicadora da idade de florestas secundárias no Rio de Janeiro ». In: *Congresso Nacional de Botânica, 47, Nova Friburgo*: 365.
- PEREIRA E., 1962/1965 - Flora do Estado da Guanabara, IV. Melastomataceae. II. Miconieae. Gênero *Miconia*. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, 18 : 183-214
- PEREIRA T.S., ANDRADE A.C.S., 1995a - Efeito da temperatura na germinação de sementes de jacatirão (*Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud.). *Informativo ABRATES, Brasília*, 5(2): 191.
- PEREIRA T.S., ANDRADE A.C.S., 1995b - Maturação fisiológica de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. *Informativo ABRATES, Brasília*, 5(2): 167.
- PEREIRA T.S., GOLDENBERG R., 1996 – « Biologia reprodutiva de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin e de *M. saldanhaei* Cogn. (Melastomataceae) na Reserva Bioógica de Poço das Antas ». In: *XLVII Congresso nacional de Botânica, Nova Friburgo*. Livro de Resumos do XLVII Congresso nacional de Botânica : 406.
- PEREIRA T.S., MANTOVANI W., 1998 – « Estratégias de estabelecimento de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. - jacatirão - no gradiente de sucessão da Mata Atlântica no Rio de Janeiro ». In: *Congresso Nacional de Botânica, 49* : 317.

- PEREIRA T.S., MANTOVANI W., 2000 – « Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud ». In: *Congresso Nacional de Botânica*, 51 : 175-176
- PEREIRA T.S., MATOS D.M. DA S., MANTOVANI W., 1999 – « Estrutura e dinâmica de uma população de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (jacatirão) no gradiente de sucessão secundária da Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ ». In: *Congresso Nacional de Botânica*, 50 : 200-201.
- PRADO C.H.B.A., DE MORAES J.A.P.V., 1997 - Photosynthetic capacity and specific leaf mass in twenty woody species of Cerrado vegetation under field conditions. *Photosynthetica*, 33(1-4): 103-112.
- QUEIROZ M.H. DE, 1982 – « Aspectos preliminares de beneficiamento e germinação de *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin - jacatirão-açu ». In: *Congresso Nacional sobre essências nativas, Campos do Jordão*, Publicado na Silvicultura em São Paulo, 16A(1): 318-322.
- QUEIROZ M.H. DE, 1983 - Influência da luz na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin - jacatirão-açu. *Insula, Florianópolis*, 13: 29-37.
- QUEIROZ M.H. DE, 1986 – « Armazenamento de sementes de jacatirão-açu: *Miconia cinnamomifolia* (D. C. Naud.) ». In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 5. Publicado na Silvicultura, 11(41) :70
- RANDI A.M., 1982 – Estudo preliminar sobre inibidores de germinação em frutos de *Miconia cinnamomifolia* e *Ocotea puberula*. *Silvicultura*, 16(1):238-242.
- SCHMIDT V., 2002 - *The rôle of fruit colour in avian fruit selection : an objective approach*. Oldenburg Univ., Diss. (Thèse), 84 p.
- SPESSOTO M.A., FERREIRA D.S., CROTTI A.E., SILVA M.L., CUNHA W.R., 2003 - Evaluation of the analgesic activity of extracts of *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae). *Phytomedicine*, 10(6-7): 606-609.
- TAYLOR W.H., SINHA A., KHAN I.K., MCDANIEL S.T., ESKO J.D., 1998 - Primers of Glycosaminoglycan Biosynthesis from Peruvian Rain Forest Plants. *Journal of Biological Chemistry*, 273(35): 22260-22266.
- WUNDERLE J.M. JR., 1998 - Avian Resource Use in Dominican Shade Coffee Plantations. *Wilson Bulletin (Wilson Ornithological Society)*, 110(2): 255-265.
- ZHANG Z.Z., EL-SOHLI H.N., LI X.C., KHAN S.I., BROEDEL S.E., RAULLI R.E. JR., CILHAR R.L., WALKER L.A., 2003 - Flavanone Glycosides from *Miconia trailii*. *Journal of Natural Product*, 66(1): 39-41.

**Rédacteur : P. CABALION**

## ***Moringa oleifera* Lamarck (MORINGACEAE)**

### **Accessibilité et répartition géographique**

Introduite, mais peu commune en Polynésie Française

### **Usages**

Très nombreux, toutes les parties sont utilisées

Jeunes fruits, fleurs, jeunes feuilles : légumes

**Feuilles** : activités cicatrisante, galactologue, anti-oxydant alimentaire, traitement des diarrhées et des douleurs stomacales, purgatives.

**Fleurs** : activités stimulante, aphrodisiaque, diurétique, cholagogue.

**Graines** : purification de l'eau, anti-pyrétiques, traitement des rhumatismes et de la goutte par voie externe, alimentation. Traitement de la constipation, des vers intestinaux, des dyspepsies, inflammation de la peau, œdème, diabète, tumeurs abdominales, lumbago.

**Racines** : diurétiques, anti-rhumatismales, traitement de l'asthme, anti-microbienne (glucosinolates), traitement de l'épilepsie, de la fièvre, de l'hypertension, des refroidissements. En usage externe : gingivites, morsures de serpents, abcès, inflammation, rhumatismes, plaies

**Fruits** : anthelmintiques.

Cette espèce introduite mais peu commune en Polynésie Française (connue en deux stations à Tahiti et Raiatea) est exploitée dans d'autres régions du monde, notamment pour la désinfection de l'eau. Cette propriété pourrait s'avérer être intéressante pour l'amélioration des conditions sanitaires dans les communes isolées. ou essais de plantation pourraient être réalisés à peu de frais

### **Composition chimique**

#### **Feuilles**

- Flavonoïdes : quercétine (et hétérosides), kaempférol (et hétérosides)
- Acide ascorbique
- Glucosinolates (principalement 4-( $\alpha$ -L-rhamno-pyranosyloxy)-benzylglucosinolate)
- Dérivés cinnamiques : 3 et 5-cafféoylquinic acid
- Thiocarbamates : niazinin A et B, niazimicin, niazinminin A et B

#### **Fleurs**

- Flavonoïdes : quercétine, kaempférol, rhamnétine ; isoquercitrine, kaempferitrine

### **Graines**

- Glucosinolates (principalement 4-(a-L-rhamno-pyranosyloxy)-benzylglucosinolate), jusqu'à 9 % de la graine dégraissée
- $\beta$ -D-glucosyl-2,6-dimethyl benzoate
- Huile grasse (22-38 %) : acide oléique (65 –75 %), ac. stéarique, ac palmitique, ac béhénique, ac eicosanoïque, ac lignocérique, tocophérols  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (50-300 mg/kg), stérols (campestérol, stigmastérol, clerstérol,  $\delta$ 5-avénastérol,  $\beta$ -sitostérol, méthylene-cholesterol, cholestérol, stigmastanol, campestanol,

### **Racines**

- Glucosinolates (principalement 4-(a-L-rhamno-pyranosyloxy)-benzylglucosinolate), glucotropaeoline
- Alcaloïdes : moringine (benzylamine), moringinine, pterygospermine, spirochin
- Sitostérol, cires et résines

### **Tiges**

- Glucosinolates (principalement 4-(a-L-rhamno-pyranosyloxy)-benzylglucosinolate)
- Stérols : B-sitostérol
- Gomme : polyuronide insoluble dans l'eau
- Alcaloïdes : moringine

## **Pharmacologie et toxicologie**

### **Feuilles**

- Activité antioxydante : DPPH ( $\beta$ -carotène-acide linoléique), antiulcéreuse, anti-bactérienne (*S. aureus*), hypo-cholestérolémiant (cholestérol total, rat), galactologue
- Activité spasmolytique et hypotensive (in-vitro et in-vivo) : thiocarbamates
- Régulation des hormones thyroïdiennes (-T3, +T4) chez la ratte => traitement de l'hyperthyroïdie ?
- Activité anti-inflammatoire aigüe (mais non chronique) et cicatrisante
- Risque d'allergie par contact répété

### **Graine**

- Désinfection de l'eau (activité anti-bactérienne et floculante) : polypeptide non-identifié

### **Ecorce**

- Activité anti-fongique et anti-tuberculeuse
- Inhibition de la spermatogénèse

**Fruits**

- Activité hypotensive
- Activité hypocholestérolémiante (baisse cholestérol total, LDL, VLDL, triglycérides)
- Allergie par l'écorce des jeunes fruits

**Racine**

- Activité antibiotique et antifongique (pterygospremine)

**Orientations**

Bois : fabrication de la pâte à papier

Ecorce : tanins pour le tannage des cuirs

Graine : production de l'huile à des fins alimentaires (proche de l'huile d'olive), industrielles ou cosmétiques

**Rédacteur : Y. BARBIN**

## ***Phyllanthus pacificus* Muell. Arg. (EUPHORBIACEAE)**

[environ 600 espèces dans le genre *Phyllanthus*]

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Sous-arbrisseau à arbuste, endémique des îles Marquises

Peu commune à commune localement, plus généralement dispersée en formation ouverte mésique à ombrophile de croupe, crêtes et pentes de basse à haute altitude

### **Orientations**

Pas de données significatives, non prioritaire.

A étudier cependant dans l'avenir.

Certaines espèces de la famille des Euphorbiaceae présentent un intérêt alimentaire, médicinal ou industriel

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Pisonia grandis* R. Br. (NYCTAGINACEAE)**

[35 espèces dans le genre]

### **Synonymes**

*Ceodes grandis* (R. Br.) D. Q. Lu (1996)

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Indigène

Grand arbre des sables coralliens, plus rare sur substrat volcanique.

Très fréquent aux Tuamotu, moins commune aux Iles Marquises dans les collines (supra)littorales ; plus rare aux Iles de la Société.

### **Usages**

Plante médicinale tahitienne : propriétés émoullientes de l'écorce en association avec de l'écorce de pomme-cannelle et du monoï

Plante alimentaire

Jeune feuille comestible pour l'homme (« lettuce tree » pour cultivars albinos [Mabberley] )

Feuilles adultes = fourrage pour le bétail

Plante industrielle

Bois sec, blanc, très léger, sert à la construction de radeaux.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Des extraits de feuilles de *P. grandis* ont montré des propriétés analgésique, anti-inflammatoire et diurétique significatives. Des réponses doses dépendantes ont été démontrées (Anbalagan *et al.*, 2002).

### **Intérêt industriel**

En alimentaire : étude à faire

Bois de construction

Comme médicament : aucun dans l'état actuel des connaissances.

### **Orientation**

Etude à poursuivre.

Aucune information récente sur la composition chimique

### **Bibliographie**

ANBALAGAN N., RAJINIKANTH K.N., GNANASAM S.K., LEONARD J.T., BALAKRISHNA K., RAMACHANDRAN S., SRIDHAR S.K., 2002 - Analgesic, antiinflammatory and diuretic activities of *Pisonia grandis*. *Natural Product Sciences*, 8(2): 97-99.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Psydrax odorata* (G. Forst.) N. Hallé et J. Florence (RUBIACEAE)**

### **Synonyme**

*Canthium odoratum* G. Forst., *C. kohenua* F. Br.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Arbrisseau à arbuste de végétation ouverte mésique à xérique de basse altitude

Rare à ± abondante, localisée

### **Usages**

Plante médicinale tahitienne : propriétés astringentes de l'écorce ; les racines auraient des propriétés purgatives drastiques

Plante industrielle : les fleurs très parfumées entrent dans la fabrication du monoï et la confection de couronnes et de colliers.

### **Composition chimique**

#### **Intérêt général des espèces du genre *Psydrax***

Espèces caractérisées du point de vue chimiotaxonomique par la présence d'alcaloïdes, d'iridoïdes, de glucosides diphenylpropanoïdes

Plusieurs espèces du genre ont été étudiées.

Des alcaloïdes peptidiques ont été isolés de *Canthium arnoldianum* (Dongo *et al.*, 1989) et de *C. euryoides*.

Des iridoïdes tel le 6-O- B-D- apiofuranosyl-mussaenosidic acid, à partir de *Canthium berberifolium* (Achenbach *et al.*, 1980; Achenbach *et al.*, 1981 ; Kanchanapoom *et al.*, 2002).

Des dérivés diphenylpropanoïdes ont été isolés de *Psydrax livida* (= *Canthium huillense*) (Rockenbach *et al.*, 1992; Nahrstedt *et al.*, 1995 ; Gunasegaran *et al.*, 2001 ; Kanchanapoom *et al.*, 2002).

Des dérivés stéroliques et triterpéniques (Achenbach *et al.*, 1981).

Des parties aériennes ont été isolées :

Des iridoïdes dont les esters méthylés du

- 6-O-benzoylshanzhiside,
- 8-benzoylshanzhiside
- 6-O-benzoyl-6'-O- acétylshanzhiside
- 6,6'-O,O-dibenzoylshanzhiside

Des alcaloïdes dont

- des alcaloïdes monoterpéniques : pectodorine et isoplectodorine
- des alcaloïdes cyclopeptidique : N-desmethylmyrianthine C (Gournelis *et al.*, 1989)



## Pharmacologie et toxicologie

Aucune étude à notre connaissance

## Orientations

Plusieurs études parcellaires, uniquement chimiques, ne permettant pas d'orienter les investigations dans un domaine précis.

Etude à poursuivre. Seule l'obtention de molécule à activité thérapeutique peut conduire à une relance de l'intérêt de cette plante.

## Bibliographie

- ACHENBACH H., WAIBEL R., RAFFELSBERGER B., ADDAE-MENSAH I., 1981 - Iridoid and other constituents of *Canthium subcordatum*. *Phytochemistry*, 20(7): 1591-1595.
- ACHENBACH, HANS, WAIBEL R., ADDAE-MENSAH I., 1980 - Shanzhisin methyl ester gentiobioside, a new iridoid - isolation and synthesis. *Tetrahedron Letters*, 21(38): 3677-3678.
- DONGO E., AYAFOR J.F., SONDEGAM B.L., CONNOLY J.D., 1989 - A new peptide alkaloid from *Canthium arnoldianum*. *Journal of natural products*, 52(4): 840-843.
- GOURNELIS D., SKALTSOUNIS A.L., TILLEQUIN F., KOCH M., PUSSET J., LABARRE S., 1989 - Plantes de Nouvelle-Calédonie CXXI. Iridoïdes et Alcaloïdes de *Plectronia odorata*. *Journal of natural products*, 52(2) : 306-316.
- GUNASEGARAN R., SUBRAMANI K., AZANTHA PARIMALA P., RAMACHANDRAN NAIR A. G., RODRIGUEZ B., MADHUSUDANAN K. P., 2001 - 7-O-(6-O-Benzoyl-[beta]-glucopyranosyl)-rutin from leaves of *Canthium dicoccum*. *Fitoterapia*, 72(3): 201-205.
- KANCHANAPOOM T., KASAI R., YAMASAKI K., 2002 - Iridoid and phenolic diglycosides from *Canthium berberidifolium*. *Phytochemistry*, 61(4): 461-464.
- NAHRSTEDT A., ROCKENBACH J., WRAY V., 1995 - Phenylpropanoid glycosides, a furanone glucoside and geniposidic acid from members of the rubiaceae. *Phytochemistry*, 39(2): 375-378.
- ROCKENBACH J., NAHRSTEDT A., WRAY V., 1992 - Cyanogenic glycosides from *PS Psydrax* and *Oxyanthus* species[a/t]. *Phytochemistry*, 31(2): 567-570.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**

## ***Rauvolfia sachetiae***

### **Statut IUCN**

Gravement menacé d'extinction

### **Usages**

Non décrits pour cette espèce

Autres espèces du genre : *Rauvolfia vomitoria*.  
Traitement de l'agitation, des palpitations, de l'insomnie, de l'épilepsie, des désordres psychiques.

### **Composition chimique**

Non décrits pour cette espèce

Autres espèces du genre : *Rauvolfia vomitoria*.  
Alcaloïdes indoliques :  
- 43 alcaloïdes dans l'écorce du tronc (groupe de l'heteroyohimbine : raubasine et dihydroindol, reserpilin, isoreserpilin...),  
- 44 dans la racine (groupe de l'heteroyohimbine : raubasine et dihydroindol, reserpilin, reserpin, rescinnamin, ajmalin, serpentin, tetraphyllin...),  
- 19 dans les feuilles (groupe de l'oxindole : carapanaubine et de l'heteroyohimbine : aricin, isoreserpilin),  
- 4 dans le fruit

Flavonoïdes : heterosides de kaempferol

Stérols, acide gallique, alcool terpénique, acide ursolique

### **Pharmacologie et toxicologie**

Autres espèces du genre : *Rauvolfia vomitoria*.  
Nombreuses, voir celles des principaux alcaloïdes réserpine (effet sympatholitique) et ajmaline (effet antiarythmique et sédatif central).

### **Intérêt industriel**

Genre de plantes largement étudié pour la chimie et la pharmacologie (surtout *R. serpentina* et *R. vomitoria*), y compris par culture in-vitro.

Si l'étude d'un *rauwolfia* endémique présente un intérêt, il semble plus théorique que pratique. La possibilité de trouver des molécules très originales semble faible.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

***Reynoldsia marchionensis* F. Br. (ARALIACEAE)**  
***Reynoldsia verrucosa* Seem. (ARALIACEAE)**

**Synonymes**

*R. tahitensis* Nadeaud

**Statut IUCN**

*Reynoldsia marchionensis* : non menacé

*Reynoldsia verrucosa* : non menacé

**Bio-écologie de la ressource**

*Reynoldsia marchionensis* (Araliaceae) : endémique des Iles Marquises.

*Reynoldsia verrucosa* Seem. (Araliaceae) : endémique des Iles de la Société.

**Usages**

Pas d'usage connu de l'espèce

**Composition chimique**

Genre : aucune donnée d'ordre chimique

Espèce : non étudiée à notre connaissance

**Pharmacologie et toxicologie**

Genre : aucune donnée concernant des activités biologiques

Espèce : non étudiée à notre connaissance

**Intérêt industriel**

Aucun actuellement.

**Orientations**

Recherche : intérêt chimiotaxonomique : espèces et genre non étudiée

Présence de saponines « adaptogènes » dans la famille (ginseng).

Non prioritaire dans un premier temps.

Valorisation : pas de valorisation à court terme, étude scientifique préalable.

**Rédacteur : B. WENIGER**

## ***Rhus taitensis* Guill. (ANACARDIACEAE)**

### **Synonyme**

*R. simarubifolia* (simarubaefolia)

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Commune à Tahiti

### **Usages**

non décrits

Autre espèce du genre :

*Rhus glabra* : Activité anti-infectieuse

*Rhus javanica* : Activité anti-infectieuse et anti-inflammatoire

### **Composition chimique**

non décrite

Autre espèce du genre

*Rhus retinorrhoea* :

Biflavanone : di-o-methyltetrahydroamentoflavone

Flavonoïdes : ériodyctiol, dérivés d'apigénine, naringénine, quercétine, lutéoline

*Rhus vernicifera* :

Phytocyanine : stellacyanine

Catechols olefiniques : urushiols

Flavonoïdes : fustine, quercétine, butéine, sulfuretine, garbanzol, fisetine

Polysaccharides

*Rhus javanica* :

Acides phénoliques : syringique, protocatéchique, gallique et dérivés

Triterpènes : semialactone, isofouquierone peroxyde, fouquierone

*Rhus glabra* :

Hétérosides d'acide phénol

Trihydroxyaurone

Catéchines

Methyl gallate, acide gallique, methoxy dihydroxybenzoïque acide

*Rhus typhina* :

Hétérosides d'acide phénol

Trihydroxyaurone

Catéchines

*Rhus alata*, *R. semialata*, *R. punjabensis* :

Urushiols

Xanthones prenylées

*Rhus pyroides* :

Bichalcone

*Rhus semialata* :

Urushiols

Xanthones prenylées

Triterpène : alpha-hydroxy beta 19-dammara-20,24 dien-26-oic acid

Dérivé d'acide benzoïque, flavonoïdes

*Rhus trichocarpa* :

Elaeocarpusin (acide ascorbique + geraniin)

*Rhus succedanea*

Elaeocarpusin (acide ascorbique + geraniin), dérivés d'hydroquinone

Remarque

*Un nouveau Triterpène du type lupane isolé des extraits ethero  
pétrolique des feuilles (Aysen Yürüker et al., 1998).*

## Pharmacologie et toxicologie

Autres espèces du genre :

*Rhus retinorrhoea* :

activité antimalarique (biflavanone)

*Rhus coriara* :

activité antioxydante

*Rhus javanica* :

activité antioxydante,

captage de NO => activité anti-inflammatoire et anti-infectieuse ?

*Rhus vernicifera* :

activité cytotoxique sur cultures de cellules cancéreuses humaines,  
sur culture Hela et CT26, activité antioxydante (liée aux  
flavonoïdes ?).

Sulfuretine et fisetine : activité cytotoxique sur divers souches de  
cellules humaines

Activité antileucopéniant

Urushiols : activité cytotoxique sur divers lignées cellulaires  
humaines, activité allergénique (dermatite de contact)

*Rhus glabra et Rhus typhina* :  
activité antinéoplasique, induction d'interféron

*Rhus glabra* :  
activité antimicrobienne

*Rhus pyroides* :  
activité antifeedante faible sur cricket

*Rhus semialata* :  
inhibition d'activité IkappaBalpha kinase (arthrite, dérivé d'acide benzoïque), inhibition d'activité alpha-glucosidase

*Rhus succedanea* :  
activité cytotoxique et antioxydante

*Rhus hirta* :  
Activité antioxydante (extrait méthanolique, DPPH, superoxyde scavenging, DCF/AAPH)

Toxicologie : non décrite sur l'espèce

Autres espèces du genre :

DL 50 par voie IP de 250 à 3600 mg/kg sur rongeurs suivant les espèces testées

Fort pouvoir allergisant de la plupart des espèces de *Rhus* par contact au niveau de la peau ou des muqueuses : développement de dermatites de contact

### **Orientations**

Les voies de valorisation en cosmétologie et alimentation sont totalement exclues du fait du pouvoir allergisant constaté sur les autres espèces du genre.

L'utilisation pharmaceutique semble peu probable du fait du manque d'originalité de la composition chimique des autres espèces du genre.

### **Bibliographie**

YURUKER A., ORJALA J., STICHER O., RALI T., 1998 - Triterpenes from *Rhus taitensis*.  
*Phytochemistry*, 48(5): 863-866.

**Rédacteur : Y. BARBIN**

## ***Streblus anthropophagorum* (Seem.) Corner (MORACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité, répartition géographique et type biologique**

Arbre des formations humides d'altitude, caractéristique de la forêt de nuages à Moorea, Raiatea et Tahiti, assez commun dans cette dernière au-dessus de 800 m ; plus rare aux Marquises à Nuku Hiva et Ua Pou et à Rapa aux Australes.

### **Usages**

### **Composition chimique**

Non connue

### **Pharmacologie et toxicologie**

*Streblus asper*, une autre espèce, est connue pour de nombreuses propriétés médicinales.

### **Orientation**

Non retenue

Une autre espèce du genre *Streblus* existe en Polynésie, à Rapa :  
*Streblus pendulinus* (Endl.) F. Muell.

**Rédacteur : F. DEMARNE**

## ***Thespesia populnea* (L.) Solander ex Correa (MALVACEAE)**

### **Synonymes**

*Hibiscus populneus* L. (Smith, 1981)

*Hibiscus bacciferus* Forster f. (Zepernick, 1972)

*Thespesia macrophylla* Blume (Zepernick, 1972)

*Thespesia populnea* Solander ex Parkinson [mauvaise citation des auteurs du nom, (Zepernick, 1972)].

### **Statut IUCN**

Non menacé en Polynésie Française dans l'ensemble, sauf localement, par surexploitation du bois.

### **Accessibilité et répartition géographique**

Répartition : arrière-plages de l'espace indo-malésien et Pacifique tropical ; peu commune à commune aux Marquises en forêt supra-littorale à *Pisonia-Sapindus* (au moins jusque vers 300 m d'altitude ; c'est le 'miro' (Hooper, 1985).

Nouvelle-Calédonie : *Bois de rose* arbre de bord de mer (Rageau, 1973)

Vanuatu : confiné en littoral, juste au-dessus de la laisse des marées hautes, sur rivages sableux ou rocheux, moins fréquemment dans les marécages (Wheatley, 1992).

De l'Afrique orientale à la Polynésie orientale (WHO, 1998) ; pantropical et subtropical (Smith, 1981).

Envahissante après introduction en Floride<sup>10</sup>

- multiplication par graines ou par boutures

- germination optimale entre 25 et 35°C, en moins d'une semaine si les semences sont scarifiées ; bonne conservation à sec à T° ordinaire et en chambre froide ; test en Nouvelle Calédonie : jusqu'à 75% de germination après 3 ans au sec ; scarification du côté renflé, semis en surface et pointe enfoncée dans le milieu de culture, sur sable ou mélange sable-tourbe ; repiquage au stade cotylédonaire ; une trentaine de graines par fruit, souvent attaquées par des larves d'insectes ; traitement 3 mn dans eau de Javel et Mercryl, puis 3 mn dans Bénomyl à 0,5 g/l, graines saines dures à conserver (ORSTOM, 1985).

Phytopathologie à *Scytalidium dimidiatum* (ElShafie et Ba-Omar, 2002).

Noms vernaculaires dans le Pacifique : Cambie et Brewis (1997).

Nombreux noms vernaculaires ou communs, de l'Afrique à la Polynésie orientale en passant par l'Asie tropicale et l'Australie.

<sup>10</sup> <http://www.hibiscus.org/species/tpopulnea.php>



## Usages

### Usages médicaux : Appareil génito-urinaire, fertilité

- **Cook** : les fruits de *miro* broyés dans un remède complexe pour traiter les problèmes du tractus urinaire (Whistler, 1992).
- **Fidji** : une solution épaisse préparée à partir de l'écorce interne est donnée pour un symptôme post-coïtal, incluant une perte d'appétit (Weiner, 1984).
- **Fidji** : le jus d'expression de la tige est administré en cas de syndrome rassemblant une concentration d'urine ('urines colorées') et une perte d'appétit (Weiner, 1984).
- **Fidji** : la macération de l'écorce est indiquée contre la gonorrhée, les concentrations d'urine (Cambie et Ash, 1994).
- **Hawaï** : le jus gluant obtenu de l'écorce est donné au moment de l'accouchement pour lubrifier les parties (Whistler, 1992). Les graines servent dans une préparation abortive (Zepernick, 1972).
- **Polynésie française** : les fruits verts entrent dans un traitement externe des fausses couches (Pétard, 1986).
- **Polynésie française** : les fruits verts entrent dans un remède des pertes blanches avec troubles nerveux (Pétard, 1986).
- **Polynésie française** : les écorces fraîches entrent dans un remède contre les calculs urinaires (Pétard, 1986).
- **Polynésie française, Marquises** : les fruits entrent dans un traitement à long terme pour favoriser l'hygiène génitale des jeunes femmes (Zepernick, 1972).
- **Samoa** : pour abrégé des règles trop longues (Zepernick, 1972).
- **Samoa** : Les jeunes feuilles dans une recette abortive complexe (Zepernick, 1972).

### Diabète

- **Fidji** : une solution préparée à partir de l'écorce est donnée contre le diabète (Weiner, 1984).
- **Fidji** : la macération de l'écorce est indiquée contre le diabète (Cambie et Ash, 1994).

### Lutte contre les parasites

- **Fidji** : la macération de l'écorce est indiquée contre la dysenterie (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : l'écorce entre dans un remède complexe contre les vers intestinaux (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : la décoction d'écorces et de fruits entre dans un remède cutané contre la gale (Cambie et Ash, 1994).
- **Polynésie française** : écorces de *Thespesia populnea* dans un remède complexe contre des enflures probablement d'origine filarienne (Hooper, 1985).
- **Polynésie française** : les écorces fraîches entrent dans un remède contre les lymphangites ; c'est un sudorifique énergique employé contre les fièvres et l'inflammation (Pétard, 1986).

**Lutte contre les infections (bactéries, fungi, virus)**

- **Cook** : les fruits de *miro* broyés dans un remède complexe pour traiter les enflures abdominales (Whistler, 1992).
- **Fidji** : une solution épaisse préparée à partir de l'écorce interne est donnée contre les maladies vénériennes (Weiner, 1984).
- **Fidji** : la plante sert dans un remède employé en cas de diarrhée et de douleurs au ventre (Weiner, 1984).
- **Fidji** : l'écorce est utilisée en cas d'infection pelvienne (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : le décocté d'écorce est utilisé en cas d'infection cutanée (Zepernick, 1972).
- **Fidji** : la macération de l'écorce est indiquée contre le muguet (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : L'huile dans laquelle sont macérés de fruits verts est appliquée à Fidji contre le *tokelau*, mycose due à *Trichophyton concentricum* (Pétard, 1986).
- **Fidji** : l'écorce est utilisée en cas d'ulcères tropicaux (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : une embrocation faite avec le fruit est appliquée contre la teigne (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : la décoction de feuilles est indiquée en cas de refroidissements ou de rhumes, et pour les convalescences (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : l'écorce de tronc est médicinale, parfois pour préparer un liquide à boire contre le muguet (Smith, 1981).
- **Nouvelle-Calédonie** : Le suc du fruit vert et décoction d'écorce de *Thespesia populnea* servent à préparer un remède contre certains dermatoses (Rageau, 1973).
- **Nouvelle-Calédonie** : La décoction d'écorce, astringente et dépurative, de *Thespesia populnea* est utilisée pour soigner la dysenterie (Rageau, 1973).
- **Nouvelle-Calédonie** : La décoction d'écorce, astringente et dépurative, de *Thespesia populnea* est utilisée pour soigner certaines affections cutanées ainsi que le muguet (mycose buccale à *Candida albicans* Rob.) (Rageau, 1973).
- **Papouasie Nouvelle-Guinée** : les feuilles sont appliquées directement pour faciliter la guérison des ulcères cutanés (Weiner, 1994).
- **Polynésie française** : écorces de *Thespesia populnea* dans un remède complexe, p.os. et par voie externe contre des éruptions cutanées sur le corps et les jambes (Hooper, 1985).
- **Polynésie française** : écorces de *Thespesia populnea* dans un remède complexe contre une maladie vénérienne caractérisée par des abcès au pénis et des éruptions à la bouche (Hooper, 1985).
- **Polynésie française** : les fruits verts entrent dans un remède des pertes blanches avec troubles nerveux (Pétard, 1986).
- **Polynésie française** : les écorces fraîches entrent dans un remède contre les lymphangites ; c'est un sudorifique énergique employé contre les fièvres et l'inflammation (Pétard, 1986).
- **Samoa** : l'infusion d'écorce est utilisée contre les infections buccales (Whistler, 1992).
- **Samoa** : les feuilles entrent dans un remède anti-infectieux remontant de la bouche ou des oreilles vers le cerveau (Zepernick, 1972).
- **Tonga** : l'infusion d'écorce est utilisée contre les infections buccales et parfois pour traiter les affections oculaires (Whistler, 1992).

### **Lutte contre le 'cancer'**

- **Fidji** : la tige entre dans un remède complexe contre le cancer des seins (Cambie et Ash, 1994).
- **Polynésie française** : les fruits verts entrent dans un remède contre les fibromes et tumeurs diverses (Pétard, 1986).

### **Inflammations, intoxications**

- **Niue** : un extrait du fruit sert à préparer une purge et est appliqué contre les inflammations testiculaires (Yuncker ex Cambie et Ash, 1994).
- **Nouvelle-Calédonie** : le suc du fruit vert et décoction d'écorce de *Thespesia populnea* servent à préparer un remède contre la gratte ou ciguatera (Rageau, 1973).
- **Nouvelle-Calédonie** : le suc du fruit vert et décoction d'écorce de *Thespesia populnea* servent à préparer un remède contre les morsures de scolopendre (Rageau, 1973).
- **Papouasie-Nouvelle-Guinée** : les feuilles sont appliquées directement pour faciliter la guérison des blessures (Weiner, 1994).
- **Polynésie française** : écorces de *Thespesia populnea* dans un remède complexe contre des enflures probablement d'origine filarienne (Hooper, 1985).
- **Polynésie française** : écorces de *Thespesia populnea* dans un remède complexe contre des enflures localisées au cou et à la tête (Hooper, 1985).
- **Polynésie française, Tahiti** : le latex jaune qui exsude des pédoncules est un remède populaire contre les piqûres de scolopendre (Pétard, 1986).
- **Polynésie française** : les écorces fraîches entrent dans un remède pour les plaies envenimées (Pétard, 1986).
- **Polynésie française** : les écorces fraîches entrent dans un remède contre les lymphangites ; c'est un sudorifique énergique employé contre les fièvres et l'inflammation (Pétard, 1986).
- **Samoa** : le jus de la plante dans un remède *per os* contre les inflammations cutanées (Zepernick, 1972).
- **Wallis et Futuna** : à Futuna, l'écorce est traitée dans la préparation d'un remède contre les inflammations du scrotum : anti-inflammatoire, anti-filarien (Zepernick, 1972).

### **Autres**

- **Asie** : (Pételot, 1952 ; Perry, 1980 ; Cambie et Ash, 1994).
- **Australie** : (Lassak et McCarthy ex Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : les écorces broyées entrent dans un remède complexe réputé, pour les convalescents (Cambie et Ash, 1994).
- **Fidji** : l'écorce est utilisée en cas d'indigestion, perte d'appétit des enfants et diabète (Cambie et Ash, 1994).
- **Hawaï** : les fleurs mâchées sont données aux bébés comme laxatif doux (Whistler, 1992).
- **Nouvelle-Calédonie** : la décoction d'écorce, astringente et dépurative, de *Thespesia populnea* est utilisée pour soigner les hémorroïdes (Rageau, 1973).
- **Polynésie française** : (Whistler, 1992).
- **Polynésie française, Tahiti** : les capsules vertes sont appliquées sur le front contre la migraine (Pétard, 1986).

- **Polynésie française** : les graines très jeunes, encore tendres, entrent dans un remède contre les céphalées (Pétard, 1986)
- **Samoa** : l'infusion d'écorce est utilisée contre les maux de ventre et la diarrhée infantile (Whistler, 1992) et en remède *per os* de 2<sup>e</sup> intention pour les suites de blessures (Zepernick, 1972).
- **Tonga** : une potion préparée avec les feuilles mûres et l'écorce est donnée aux bébés qui font leurs dents et de la fièvre et qui ont aussi un excès de salivation (Weiner, 1992 ; Weiner ex Cambie et Ash, 1994).
- **Wallis et Futuna** : à Futuna, l'écorce de *Thespesia populnea* provenant d'arbres est traitée dans la préparation d'une potion contre les maux d'estomac, la toux, les rhumatismes et pour la convalescence (Biggs, 1995).

#### **Usage de la fibre et préparation d'extraits tinctoriaux**

- **Ex Indochine** : le bois donne une solution jaune-orange qui teint le coton en brun foncé, inutilisable pour la soie (Pételot, 1952).
- **Fidji** : bois très durable, utilisé pour la confection de balanciers de pirogue, de pièces coudées, d'épieux, de manches de couteaux, etc...(Smith, 1981).
- **Polynésie française** : le suc de l'écorce du tronc servait à teindre les tapas des nouveaux-nés (Pétard, 1986).
- **Polynésie française** : le jus extrait des racines servait à colorer et parfumer le monoï (Pétard, 1986).
- **Vanuatu** : bois plus dur que celui du bourao, utilisé en sculpture traditionnelle, aussi dans la construction (Wheatley, 1992).

#### **Usage comme aliment du bétail**

- **Socotra** (corne de l'Afrique) : feuilles consommées par les chèvres (Ceccolini, 2002) ; 12.09 mg g de protéines en poids sec de feuilles (Das *et al.*, 2002).

### **Composition chimique**

(Cambie et Ash, 1994)

**Fleurs, fruits et racines** : thespesine [(+)-gossypol ]

**Feurs** : matière colorante : populnine (kaempferol 7-glucoside), populetin (une tetrahydroxyanthraquinone), populneol, herbacetine, populnetine et des hétérosides de quercetol et de gossypetine

**Gaines** : l'huile contient de l'acide epoxyoléique

**Fuilles** : le populneol, alcool benzylique à caractéristiques de  $\gamma$ -resacetophénone, est présent de même que des flavonoïdes, kaempférol, quercétol, isoquercétol, rutine, 3-glucoside- et 3-rutinoside du kaempférol.

Il existe de nombreuses références à des recherches anciennes

- Cambie et Brewis (1997) : deux substances sesquiterpénoïdiques, hémigossypol, 6-méthoxy- hémigossypol
- Das *et al.* (2002) : 12.09 mg g de protéines en poids sec de feuilles
- Milbrodt *et al.* (1997) : la quinone suivante, mansonone = 7-hydroxy-2,3,5,6-tetrahydro-3,6,9-trimethylnaphtho[1,8-b,c]pyran-4,8-dione, est isolée du bois de cœur.

- Inbaraj *et al.* (1999) : quinones, mansonone-D (MD), mansonone-H (MH), thespone (TP) et thespesone (TPE), extraites du bois de cœur
- (Who, 1998) id à (Cambie et Ash, 1994) sauf sur points suivants : (-)-gossypol, DL-gossypol [NB : peut-être erreurs de compilation]
- gossypetine, isoquercitrin,  $\beta$ -carotène, alcool cérylique, glucoside du cyanidol, lupenone, lipides,  $\beta$ -sitostérol, thespésone, thespone

### Pharmacologie et toxicologie

Activités biologiques : antibactérien, antifongique, anti-levures, anti-implantation, antispasmodique (WHO, 1998)

Le fruit contient une substance active contre les entérobactéries (Bhat *et al.*, 1952 ; Pételot, 1954 ; ex Cambie et Ash, 1994). Cette substance serait thermostable et active en pH acide et pH basique (Pételot, 1954) et contrairement au (-)-gossypol ou thespesine (cf ci-dessus) il est inactif comme agent anticonceptionnel (Cambie et Ash, 1994) Idem chez les rats mâle, le (+)-gossypol est inactif (Waller *et al.*, 1983). (Benhaim *et al.*, 1994) ont probablement étudié l'effet l'effet anti-inflammatoire du gossypol de synthèse et non celui d'un extrait de *Thespesia populnea*. Activité inhibitrice de divers extraits sur la stéroïdogénèse, *in vitro* (Kavimani *et al.*, 1999).

Forte teneur des thylacoïdes des feuilles en substances absorbant fortement dans l'UV proche (380-410 nm) (Das *et al.*, 2002).

La mansonone ou 7-hydroxy-2,3,5,6-tetrahydro-3,6, 9-trimethylnaphtho [1,8 bc] pyran-4,8-dione est un allergène présent dans le bois et qui peut toucher chroniquement les ébénistes (Hausen *et al.*, 1997).

Activité antioxydante d'extraits aqueux et méthanolique d'écorces mises en évidence par inhibition des enzymes suivantes : (GPX), glutathione S-transferase (GST), glutathione reductase (GRD), superoxide dismutase (SOD) et catalase (CAT) avec diminution de la peroxydation des lipides (LPO) (Ilavarasan *et al.*, 2003).

Cytotoxicité *in vitro* des quinones de bois de coeur sur cellules MCF-7 (human breast adenocarcinoma) : elle suit l'ordre MD > TP > MH et TPE [mansonone-D = MD, mansonone-H = MH, thespone = TP et thespesone = TPE] (Inbaraj *et al.*, 1999). Activité fortement cytotoxique d'un extrait de *Thespesia populnea* sur des cellules K562 (human leukaemia cells) (Masuda *et al.*, 2002).

Activité vulnérable *per os* et par voie topique d'un extrait aqueux de fruits (Nagappa et Cheriyan, 2001).

Activité antihépatotoxique d'un extrait éthanolique p.os. administré à des rats (test CCl4) présence dans l'extrait d'un flavanoïde rare, le 7-O-rhamnoglucoside du quercetol (Shirwaikar *et al.*, 1995).

Activité hypertensive a été trouvée dans un extrait de feuilles récoltées aux Iles Samoa ; cet extrait serait par ailleurs actif sur *Salmonella typhimurium* (Cambie et Ash, 1994).

### Intérêt industriel

Usage du bois en marquetterie, ébénisterie (ce qui rend la ressource assez rare, par éventuelle surexploitation dans les îles).

Phytoremédiation d'hydrocarbures pétroliers, le *Thespesia populnea* supporte des salinités jusque 2% et des taux de diesel jusque 10 000 mg/kg de sol. En termes de phytoremédiation

cette espèce et *Cordia subcordata* sont les plus performantes pour traiter les sols contaminés (Sun *et al.*, 2000).

### Orientations

Plante indiscutablement d'intérêt médicinal (quelques approches objectivées sur la cytotoxicité ; l'activité anti-inflammatoire est à examiner en détail selon les différentes formes du gossypol présentes ; l'espèce est de réputation anti-infectieuse, trop peu étudiée récemment au laboratoire, sauf peut-être en Asie, et probablement d'intérêt cosmétique d'une part grâce aux substances absorbant dans l'UV proche (protection anti-solaire si le spectre pouvait être élargi), d'autre part en fonction des indications en médecine ayurvédique, notamment sur le psoriasis. Serait à placer en priorité haute pour son intérêt à court terme en dermato-cosmétique.

### Bibliographie

- AKHILA A., RANI K., 1993 - Biosynthesis of gossypol in *Thespesia populnea*. *Phytochemistry*, 33(2): 335-340.
- BENHAIM P., MATHES S.J., HUNT T.K., SCHEUENSTUHL H, BENZ C.C., 1994 - Induction of neutrophil Mac-1 integrin expression and superoxide production by the medicinal plant extract gossypol. *Inflammation*, 18(5): 443-458.
- BHAT J.V., MEHTA S., GEORGE M., 1952 - Studies on Indian Medicinal Plants I. An antibacterial substance from the fruit of *Thespesia populnea* Soland. *J. Univ. Bombay*, Sect. B., 21(32): 15-20.
- BIGGS B., 1995 – « Contemporary Healing Practices in East Futuna ». In: Parson C.D.F. (ed.): *Healing Practices in the South Pacific*. Honolulu: The Institute for Polynesian Studies : 108-128.
- CAMBIE R.C., ASH J., 1994 - *Fijian Medicinal Plants*. Australia, CSIRO, 365 p.
- CAMBIE R.C., BREWIS A.A., 1997 - *Anti-fertility plants of the Pacific*. Australia, CSIRO, 181 p.
- CECCOLINI L., 2002 - The homegardens of Soqotra island, Yemen: an example of agroforestry approach to multiple land-use in an isolated location. *Agroforestry systems*, 56(2) : 107-115.
- DAS A.B., PARIDA A., BASAK U.C., DAS P., 2002 - Studies on pigments, proteins and photosynthetic rates in some mangroves and mangrove associates from Bhitarkanika, Orissa. *Marine biology*, 141(3) : 415-422.
- ELSHAFIE A.E., BA-OMAR T., 2002 - First report of *Albizia lebbeck* dieback caused by *Scytalidium dimidiatum* in Oman. *Mycopathologia*, 154(1): 37-40.
- HAUSEN B.M., KNIGHT T.E., MILBRODT M., 1997 - *Thespesia populnea* dermatitis. *American Journal of Contact Dermatitis*, (4): 225-228.
- HOOPER A., 1985 – « Tahitian Healing ». In: Parson C.D.F.(ed.) : *Healing Practices in the South Pacific*. Brigham Young University, Hawaii Campus : 158-198.
- ILAVARASAN R., VASUDEVAN M., ANBAZHAGAN S., VENKATARAMAN S., 2003 - Antioxidant activity of *Thespesia populnea* bark extracts against carbon tetrachloride-induced liver injury in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 87(2-3): 227-230.
- INBARAJ J., GANDHIDASAN R., MURUGESAN R., 1999 - Cytotoxicity and superoxide anion generation by some naturally occurring quinones. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10): 1072-1078.
- KAVIMANI S., ILANGO R., KARPAGAM S., SURYAPRABHA K., JAYKAR B., 1999 - Anti-steroidogenic activity of floral extract of *Thespesia populnea* Corr. in mouse ovary. *Indian Journal of Experimental Biology*, 37(12): 1241-1242.

- MASUDA T., OYAMA Y., YONEMORI S., TAKEDA Y., YAMAZAKI Y., MIZUGUCHI S., NAKATA M., TANAKA T., CHIKAHISA L., INABA Y., OKADA Y., 2002 - Flow cytometric estimation on cytotoxic activity of leaf extracts from seashore plants in subtropical Japan: isolation, quantification and cytotoxic action of (-)-deoxypodophyllotoxin. *Phytotherapy Research*, 16(4): 353-358.
- MILBRODT M., KONIG W. A., HAUSENT B. M., 1997 - 7-Hydroxy-2,3,5,6-tetrahydro-3,6,9-trimethylnaphtho[1,8-B,C]pyran-4,8-dione from *Thespesia populnea*. *Phytochemistry*, 45(7): 1523-1525.
- NAGAPPA A. N., CHERIYAN B., 2001 - Wound healing activity of the aqueous extract of *Thespesia populnea* fruit. *Fitoterapia*, 72(5): 503-506.
- ORSTOM, 1985 - *Etude de la germination et de la conservation des semences d'essences forestières d'intérêt économique, 2<sup>e</sup> rapport de convention*. ORSTOM Nouméa, 429p.
- PERRY L.M., 1980 - *Medicinal plants of East and South East Asia*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 620 p.
- PÉTARD P., 1986 - *Plantes utiles de Polynésie française et raau Tahiti*. Ed. revue et augmentée par Koenig D.& K., Koenig R., Koenig D. (eds.), Cordonnier G. (ill.), Tahiti, Editions Here po no Tahiti, 354 p.
- PÉTELOT A. (1954) Les plantes médicinales du Cambodge, du Laos et du Viêtname, Tome III *Archives des recherches agronomiques au Cambodge, au Laos et au Viêtname*, N° 22 : 347 p.
- PÉTELOT A., 1952-54] - Les plantes médicinales du Cambodge, du Laos et du Viêtname, Tome I. *Archives des recherches agronomiques au Cambodge, au Laos et au Viêtname*, N° 14 : 408 p.
- RAGEAU J, 1973 - *Les plantes médicinales de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, ORSTOM, (Travaux et Documents de l'ORSTOM (FRA), No 23), 139 p.
- SHIRWAIKAR A., VASANTH KUMAR A., KRISHNANAND B.R., SREENIVASAN K.K., 1995 - Chemical Investigation and antihepatotoxic activity of *Thespesia populnea*. *International Journal of Pharmacognosy*, 33(4): 305-310.
- SMITH A.C., 1981 - *Flora Vitiensis Nova : a new Flora of Fiji (spermatophytes only)*. National Tropical Botanical Garden, Hawaii, Vol. 2, 810 p.
- SUN W.H., LO J., JONES R.K., ROBERT F. M., TANG C.S., 2000 – “Evaluation of coastal trees for the phytoremediation of petroleum contaminated soils in Hawaii. *Proceedings of SoilRem 2000 (International Conference of Soil Remediation), October 15-19, Hangzhou, China*.
- WALLER D.P., BUNYAPRAPHATSARA N., MARTIN A., VOURNAZOS C.J., AHMED M.S., SOEJARTO D.D., CORDELL G.A., FONG H.H., RUSSELL L.D., MALONE J.P., 1983 - Effect of (+)-gossypol on fertility in male hamsters. *Journal of Andrology*, 4(4): 276-279.
- WEINER A., 1984 - *Secrets of Fijian Medicine*. 141 p.
- WHEATLEY J.I., 1992 - *A Guide to the Common Trees of Vanuatu*. Department of Forestry, Port Vila, Vanuatu, 307 p.
- WHISTLER W.A., 1992 - *Polynesian Herbal Medicine*. Lawai, Kauai, Hawaii, National Tropical Botanical Garden, 238 p.
- WHO, 1998 - *Medicinal Plants in the South Pacific*. Manila, WHO Regional Publications, Western Pacific Series N0.19, 254 p.
- ZEPERNICK B., 1972 - *Arzneipflanzen des Polynesier (plantes médicinales des Polynésiens)*. Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 307 p.

## ***Vaccinium cereum* (L. f.) G. Forst. (ERICACEAE)**

### **Statut IUCN**

Non menacé

### **Accessibilité et répartition géographique**

Endémique des îles de la Société (Meyer et Florence, 1999) pour la variété-type et la var. *raiateense* ; la var. *adenandrum* est endémique des Marquises. Sous-arbrisseau à petit arbuste des pentes et crêtes de moyenne et haute altitude, en station ouverte, dispersé à commune sur les crêtes de haute altitude (surtout à Tahiti).

### **Usages**

Baies comestibles (peu sucrée).

### **Composition chimique**

Non connue.

### **Pharmacologie et toxicologie**

Non étudiée.

### **Orientations**

Non prioritaires.

### **Bibliographie**

MEYER J.Y., FLORENCE J., 1999 - *Mont Mauru (Tahiti, Society Islands) and Toovii Ridges (Nuku Hiva, Marquesas Islands), Two Natural Areas of Ecological Interest in French Polynesia*. Proposed as PABITRA Sites.  
[http://www.botany.hawaii.edu/pabitra/sydney/PSC8\\_30.htm](http://www.botany.hawaii.edu/pabitra/sydney/PSC8_30.htm)

**Rédacteur F. DEMARNE**



***Zanthoxylum pinnatum* (J.R. Forst.& G. Forst.) W.R.B. Oliv.  
(RUTACEAE)**

[913 espèces dans le genre]

*Z. pinnatum* n'est apparemment pas présent en Polynésie française ; ce qui est considéré comme tel à Rapa paraît être différent et se rattacherait au taxon de la Société : *Z. nadeaudii*, endémique de Moorea, Raiatea, Tahaa et Tahiti.

**Statut IUCN**

Vulnérable à non évalué.

**Accessibilité et répartition géographique**

*Z. nadeaudii* est dispersé en formation mésique de crête de moyenne à haute altitude, jamais abondant et toujours dispersé.

**Usages**

Non signalé.

**Composition chimique**

Huile essentielle (feuilles) (Brophy *et al.* 2000) :

- 2-undécanone (54.3%)
- 2-tridécanone (31.7%)

**Orientation**

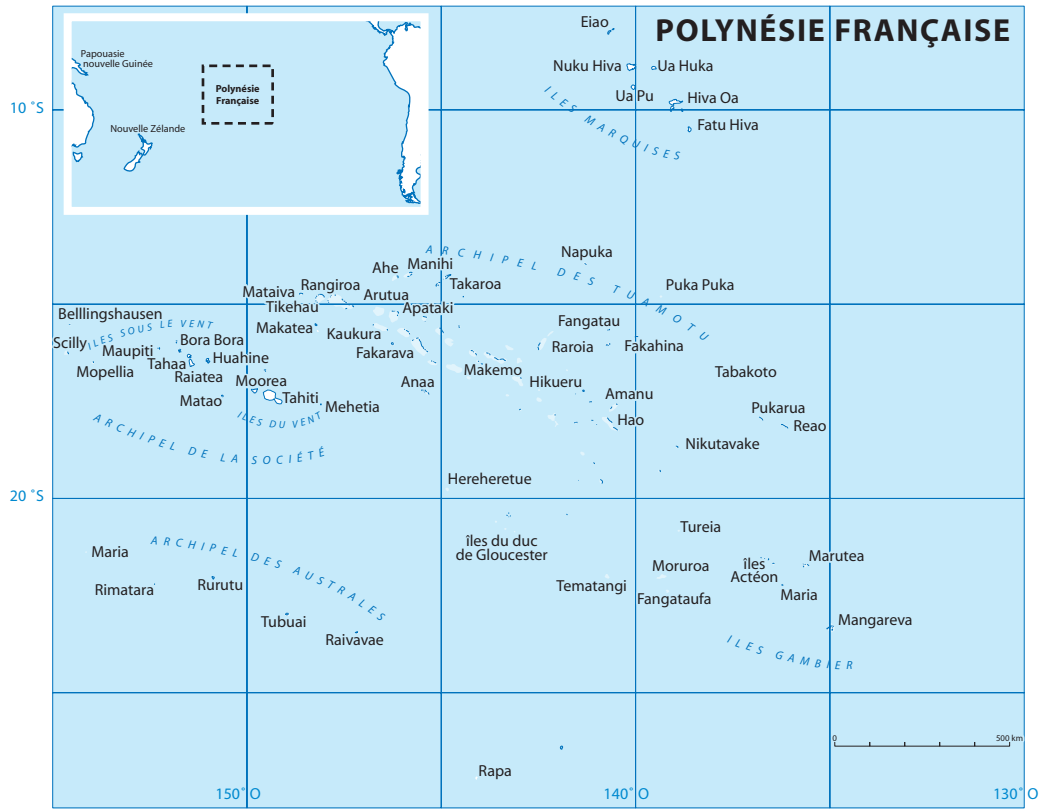
Non prioritaire

A étudier : famille de végétaux à alcaloïdes et à huiles essentielles.

**Bibliographie**

BROPHY J.J., GOLDSACK R.J., FOOKES C.J.R., HUTTON I., 2000 - Composition of the leaf oils of the Australian and Lord Howe Island species of *Zanthoxylum* (Rutaceae) . Journal of Essential Oil Research, 12(3), 285-291.

**Rédacteur : I. FOURASTÉ**



La collection  
« Expertise collégiale »  
propose des ouvrages  
destinés à aider  
les acteurs du  
développement dans  
leurs choix  
stratégiques. Chaque  
volume est rédigé par  
un groupe de  
chercheurs qui  
rassemble et  
synthétise les analyses  
scientifiques utiles  
pour répondre à des  
questions  
opérationnelles liées  
au développement des  
pays du Sud.  
(partie analytique jointe  
sur CD-ROM)



Gouvernement de  
Polynésie française

15 €

ISSN 1633-9924 / ISBN : 2-7099-1587-1

Développer l'utilisation durable des substances naturelles, faire de la protection de la biodiversité une activité rentable pour mieux la promouvoir tout en favorisant le développement des territoires concernés : il y a là, dans le contexte actuel, des enjeux importants pour la Polynésie française.

En effet, la Polynésie française bénéficie d'un potentiel intéressant par sa diversité (marine et terrestre) et ses spécificités, liées notamment à l'insularité. C'est ce qu'atteste le succès de quelques-uns de ses produits mondialement connus : perles, monoï, jus de nono, vanille.

Mais la mise en valeur de ce potentiel demeure encore limitée ; son inventaire lui-même reste très partiel. Pour en préciser les dimensions réelles, cette expertise collégiale s'est attachée à évaluer scientifiquement la ressource, tout en mettant en évidence les substances d'intérêt et les orientations de recherche prioritaires. Les conditions socio-économiques, juridiques et techniques de la mise en valeur de cette ressource sont analysées ici aux fins de fournir des éléments de connaissance et des recommandations utiles à la définition par la Polynésie d'une politique originale de valorisation de ses substances naturelles.

*A major challenge for French Polynesia in the present situation is to develop sustainable use of natural substances, make the protection of biodiversity a profitable activity to better promote it, while at the same time furthering the development of the territories concerned.*

*French Polynesia possesses a wide diversity of marine and terrestrial species, largely because the territory consists of many scattered islands. Such diversity represents a valuable potential, as illustrated by the success of such world-famous products as Polynesian pearls and vanilla, monoï and noni juice. However, the potential has not so far been exploited to any great extent, and has not even been fully catalogued. This expert group review was designed to discover the extent of the potential, make a scientific assessment of the resource, pinpoint substances with economic potential and indicate priority directions for research. It also includes analysis of the socio-economic, legal and technical conditions for their utilisation. This purpose of the review is to supply useful facts and make recommendations for defining an original policy for French Polynesia's economic use of natural substances.*

IRD Éditions : 213, rue La Fayette - 75480 Paris cedex 10

Diffusion : IRD, 32, avenue Henri-Varagnat - 93143 Bondy cedex  
fax : 01 48 02 79 09 courriel : diffusion@bondy.ird.fr

