

# Macroflore marine des Marquises

Claude Payri<sup>1</sup>

Antoine de Ramon N'yeurt<sup>2</sup>

Sylvie Fiat<sup>1</sup>

Serge Andréfouët<sup>1</sup>



Photo P. Bacchet

## RÉSUMÉ

La flore marine des îles Marquises comptait, jusqu'à l'expédition Pakaihi i te Moana 2011, une dizaine d'espèces connues. Depuis cette date, 144 espèces (à l'exclusion des Corallinales et des *Peyssonnelia*\*) ont été identifiées dans les neuf îles étudiées. Parmi ces espèces on compte 94 Rhodophyta (algues rouges), 38 espèces de Chlorophyta (algues vertes) et 12 Phaeophyceae (algues brunes) avec plusieurs espèces nouvelles pour la science. La végétation est largement dominée par les encroûtements calcaires d'algues rouges, depuis la surface jusqu'à 40 m de profondeur, en raison du fort hydrodynamisme qui règne tout autour des îles. Les grands types d'habitats observés sont essentiellement les plaines sédimentaires, les éboulis, les habitats coralliens dominés par les *Porites* et les *Millepora*, les tombants nus et escarpements, et enfin les algueraies. Ces dernières sont dominées par plusieurs espèces d'*Halimeda*\* dont principalement *H. distorta*, *H. melanesica*, *H. heteromorpha* et *H. discoidea*. La richesse en espèces varie à l'intérieur de l'archipel et d'une île à l'autre, avec un nombre d'espèces plus important dans les îles du centre et du sud de l'archipel. La moitié des espèces n'a été observée que dans une île, et seulement 16 % des espèces ont été vues dans quatre ou plus des neuf îles visitées. Les îles de Ua Huka et de Nuku Hiva montrent la plus grande diversité, en raison notamment d'un plus grand nombre d'habitats dont les cuvettes et failles des trottoirs basaltiques. C'est dans ces habitats, particulièrement riches et diversifiés en algues, que les Marquisiens cueillent encore de nos jours diverses espèces pour leur consommation. Les îles Marquises se distinguent par bien des aspects du reste de la Polynésie française et montrent des affinités biogéographiques avec les îles Hawaii mais aussi avec le Pacifique Est (îles Guadeloupe, Revillagigedo et Galápagos). Les caractéristiques naturelles et écologiques de la flore marine, accompagnées de pratiques culturelles encore bien vivantes, confèrent à cet archipel une place singulière dans la société polynésienne. Ces caractéristiques originales contribuent à soutenir un programme régional de conservation.

<sup>1</sup> UMR Entropie, Institut de recherche pour le développement, LabEx CORAIL, BPA5, 98848 Nouméa, Nouvelle-Calédonie

<sup>2</sup> (ADRN) Pacific Center for Environment and Sustainable Development (PaCE-SD), The University of the South Pacific, Private Mail Bag, Suva, Fiji

## ABSTRACT

Until the Pakaihi i te Moana 2011 expedition, there were only ten known species of marine plants from the Marquesas Islands. Following this survey, 144 additional records (excluding Corallinales and *Peyssonnelia* spp.) were identified from the nine islands studied. These include 94 Rhodophyta (red algae), 38 Chlorophyta (green algae) and 12 Phaeophyceae (brown algae), with several undescribed species. Due to the dynamic water motion around these wave-swept islands, the dominant flora, from the surface until about 40 meters depth, consists of red encrusting coralline algae. The broad types of habitats seen include sedimentary plains, rubble, coralline habitats dominated by the genera *Porites* and *Millepora*, bare vertical drop-offs and escarpments, and algal beds. The latter consist mainly of several species of *Halimeda*, notably *H. distorta*, *H. melanesica*, *H. heteromorpha* and *H. discoidea*. Species richness varies within the archipelago and from one island to the other, with a higher number of species in the central and southern islands. Half of the species were recorded only from a single island, and only 16% of the species were recorded from four or more of the nine surveyed islands. The islands of Ua Huka and Nuku Hiva show the highest diversity, notably because of a greater number of habitats, including rock pools and crevices of the basalt ledges. It is in these habitats, that are particularly rich in algal diversity, that the inhabitants of the Marquesas still collect today various edible species for use as food. The Marquesas Islands stand out from the rest of Polynesia by quite a number of aspects, and show biogeographical affinities with the Hawaiian Islands, as well as the Eastern Pacific (Guadelupe, Revillagigedo and Galápagos islands). The natural and ecological characteristics of the marine flora, together with traditional cultural practices still very much alive today, impart a special place to this archipelago within Polynesian society. These unique characteristics contribute towards supporting a regional conservation program.

## LES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

L'expédition Pakaihi i te Moana 2011, et en particulier le volet dédié à la faune et à la flore des habitats benthiques côtiers des Marquises, a mis en évidence 64 habitats autour des neuf îles échantillonnées, entre la zone de balancement des marées et 40 m de profondeur. Outre une dizaine d'habitats rares (tels que les grottes), les grands types d'habitats observés sont essentiellement les plaines sédimentaires (9 types), les plaines sédimentaires hétérogènes à colonies coralliennes, *Porifera*, à blocs épars et à **rodolithes\*** (4), les éboulis (11) incluant un habitat à blocs rocheux, algues vertes *Ulva* spp. et algues rouges *Jania* spp., les horizons intertidaux battus à algues rouges calcaires corallinales (2), les habitats coralliens dominés par les coraux *Porites* et *Millepora* (Andréfouët *et al.*, 2014) (14), les tombants nus et escarpements (6), et enfin les algueraies (9). Les principaux types d'algueraies et peuplements algaux observés sont illustrés à la figure 1 et nous nous

y référerons tout au long du chapitre. Ce sont les :

- 1) algueraie dense à *Halimeda melanesica* sur terrasse profonde rocheuse ;
- 2) algueraie dense à *Halimeda heteromorpha* sur terrasse profonde à sable corallien grossier ;
- 3) algueraie diffuse à *Halimeda discoidea* et *Caulerpa taxifolia* sur sable ;
- 4) peuplements dense d'*Ulva* spp. sur escarpement de roches et éboulis ;
- 5) peuplements à *Jania* sp. et *Ulva* spp. sur sommet de tombant battu ;
- 6) encroûtement d'algues rouges calcaires sur dalle érodée ;
- 7) tombant à placage d'algues rouges calcaires ;
- 8) tapis algal et algues rouges encroûtantes sur éboulis ;
- 9) tapis **cyanobactérien\*** en fond de baie, qui sont sans doute des peuplements temporaires.

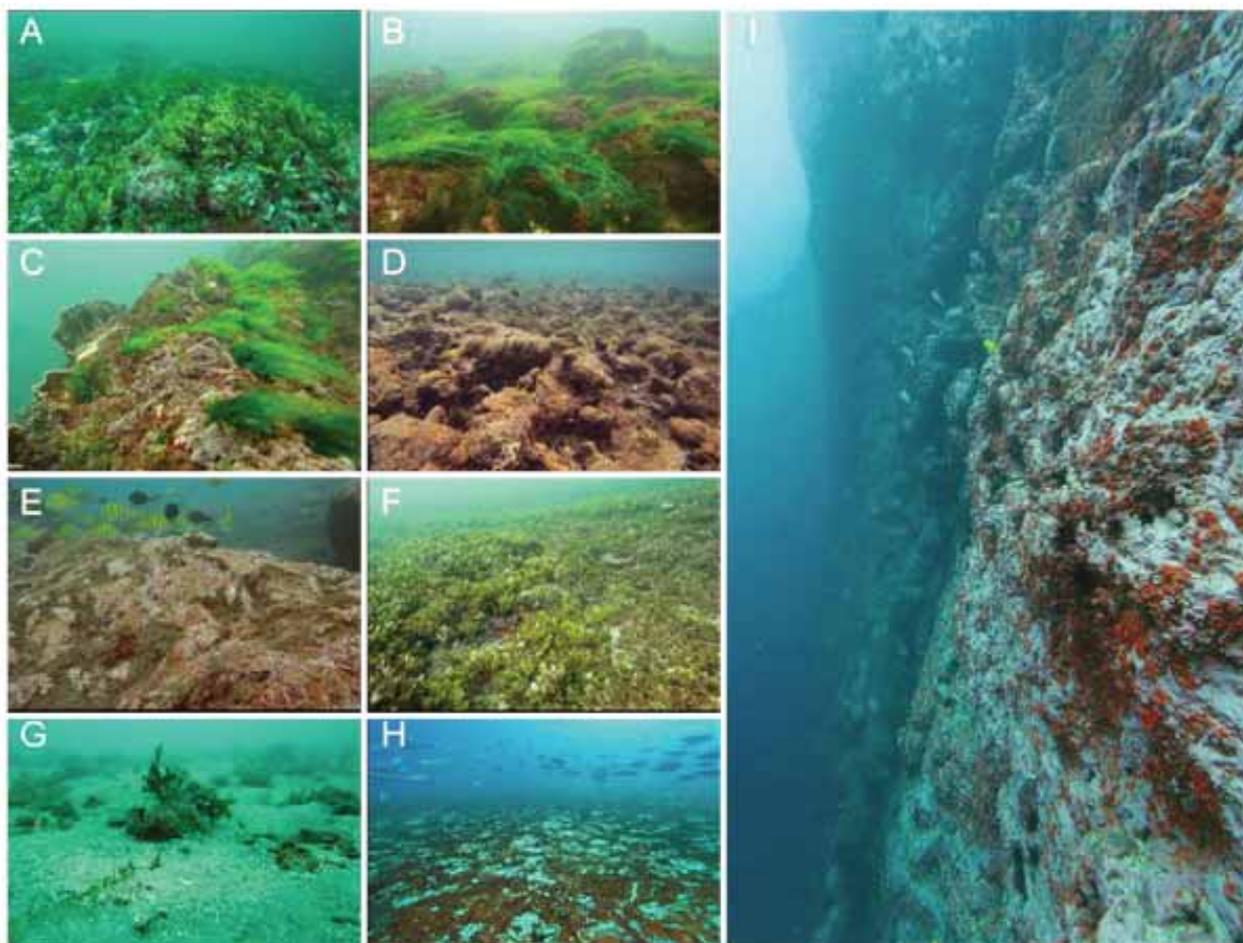


Figure 1 – Les principaux habitats abritant les peuplements algaux. A : *Halimeda* dense sur roche, terrasse profonde ; B : ulves sur escarpement de roches et éboulis, Ua Huka sud (station 21) ; C : sommet de tombant battu à jania et ulves, Ua Huka sud (station 21) ; D : dalle érodée et corallines, Tahuata nord (station 35) ; E : éboulis recouverts de tapis algal, Hatu Tu (station 11) ; F : terrasse profonde à *Halimeda* dense sur sable corallien grossier, Ua Huka sud-ouest (station 21) ; G : *Halimeda* sur sable, Ua Pou (station 42) ; H : fond de baie sableux à cyanobactéries, Tahuata (station 31) ; I : tombant à placage de corallines, Nuku Hiva ouest (station 1). Photo S. Andrefouet. *Major habitats with algal communities*. A: dense *Halimeda* bed on rock, deep terrace, East Hiva Oa (station 23); B: *ulva* on rocky and boulder escarpment, South Ua Huka (station 21); C: upper exposed drop off with presence of *jania* and *ulva*, South Ua Huka (station 21); D: eroded pavement with coralline algae, North Tahuata (station 35); E: boulder covered by algal turf, Hatu Tu (station 11); F: deep terrace with dense bed of *Halimeda* on coarse sandy bottom, South-West Ua Huka (station 21); G: *Halimeda* on sand, Ua Pou (station 42); H: sandy bottom with cyanobacteria, Tahuata (station 31); I: drop off with coralline algae crusting, West Nuku-Hiva (station 1).

### Une flore marine jusque-là négligée

La flore algale des îles Marquises n'avait jamais fait l'objet d'étude dédiée et jusqu'à l'expédition Pakaihi i te Moana 2011, les seuls écrits qui lui sont entièrement consacrés se rapportent à la consommation actuelle de certaines algues par les Marquisiens, publiés par Conte et Payri (2002, 2006). Ces travaux reposent sur des enquêtes et sur l'examen taxonomique de spécimens échantillonnés par les cueilleurs. Les

divers articles publiés sur la flore marine de Polynésie française par Payri & N'Yeurt (1997), Payri *et al.* (2000) et N'Yeurt & Payri (2006, 2007, 2010), font état de quelques taxons récoltés de manière opportuniste à l'occasion de missions scientifiques conduites par l'IRD aux îles Marquises. Dans l'ouvrage collectif consacré à cet archipel, et publié dans les *Cahiers du Pacifique* (Brousse *et al.*, 1978), Michel Denizot mentionne quelques genres do-

minant dans la description des faciès géomorphologiques des divers sites visités lors des deux expéditions du Service mixte de contrôle biologique en 1972 et 1973. Au moment de l'expédition Pakaihi i te Moana 2011, l'inventaire de la flore sous-marine des îles Marquises était très fragmentaire et ne faisait état que de dix espèces d'algues. Plus de 95 % des données collectées à l'occasion de cette expédition sont inédites et proviennent des principaux habitats côtiers de neuf îles, prospectées principalement en scaphandre autonome mais aussi à pieds pour échantillonner quelques cuvettes des trottoirs basaltiques. Les résultats majeurs sont livrés ci-après.

### Une végétation discrète mais une richesse non négligeable

L'absence de barrière récifale et de lagon, et l'exposition des côtes rocheuses à l'influence océanique, se traduit par une végétation algale fortement dominée par les encroûtements calcaires d'algues rouges Corallinales (Fig. 1I), particulièrement adaptées au fort hydrodynamisme. Toutefois, l'apparente pauvreté de la couverture algale cache en fait une richesse non négligeable, avec 144 espèces identifiées à l'exclusion des Corallinales (algues rouges calcaires) et des *Peyssonnelia* en cours d'étude.

La répartition entre les trois grandes divisions est typique des zones tropicales, avec une très forte dominance des Rhodophyta (algues rouges) comprenant 94 espèces identifiées et de nombreuses algues rouges calcaires (Corallinales) non identifiées (Fig. 2H). Inversement, on note une très faible présence de Phaeophyceae (algues brunes) représentées par 12 espèces, essentiellement des Dictyotales (*Dictyota*, *Lobophora*, Fig. 4). Enfin, il a été observé 38 espèces de Chlorophyta (algues vertes) où dominent les Bryopsidales et, principalement, les genres *Halimeda* (Figs 1A, 3E, F, G, H) et *Codium* (Fig. 3B, C, D). En revanche, plusieurs groupes sont totalement absents comme les Fucales qui sont, avec *Turbinaria* et *Sargassum*, des éléments mar-

quants des récifs et lagons des îles de la Société, des Australes et des Gambier, ou numériquement faibles comme chez les Dictyotales, dont le genre *Padina* si commun ailleurs n'a jamais été observé durant toute l'expédition. Chez les algues vertes, les Bryopsidales, et en particulier le genre *Halimeda*, ne compte que dix espèces, dont la plupart ont été observées à Ua Huka. Cette île est la seule qui comprend une plateforme sous-marine peu profonde dans le sud de l'île où se développent des algueraies denses à *Halimeda melanesica* et *H. heteromorpha* (Fig. 1F). Quant au genre *Caulerpa*, il ne compte que cinq espèces, dont seule *C. racemosa* forme des populations denses dans les cuvettes rocheuses intertidales, où elle est encore actuellement récoltée pour la consommation, tandis que *C. taxifolia* forme des algueraies très diffuses avec notamment des *Halimeda* sur des fonds sableux comme à Ua Pou ou à Fatu Iva (Fig. 1G).

### Les déterminants de la diversité algale

La flore, largement dominée par les algues rouges calcaires, témoigne des conditions du fort brassage des masses d'eau et forme un glacis rose à pourpre sur la plupart des roches de l'horizon supérieur et sur les éboulis jusqu'à 40 mètres de profondeur (Fig. 1D, E, I). Outre les encroûtements, la végétation algale est caractérisée par des feutrages discrets (Fig. 1E) sur les roches et dans les anfractuosités. Le faible recouvrement algal s'explique en partie par les fortes densités d'oursins et de poissons herbivores qui contrôlent le développement de la végétation (Fig. 1E, I). La plupart des espèces sont de petite taille et c'est sur l'île de Ua Huka qu'ont été observés les plus grands spécimens d'algues rouges comme les lames de *Titanophora weberea* (Fig. 2F), *Halymenia maculata* (Fig. 2C), les formes gélatineuses et mucilagineuses\* de *Predaea laciniosa* (Fig. 2E) et *Sebdenia*. Le genre *Gibsmithia*, typique des régions coralliennes, bien représenté partout

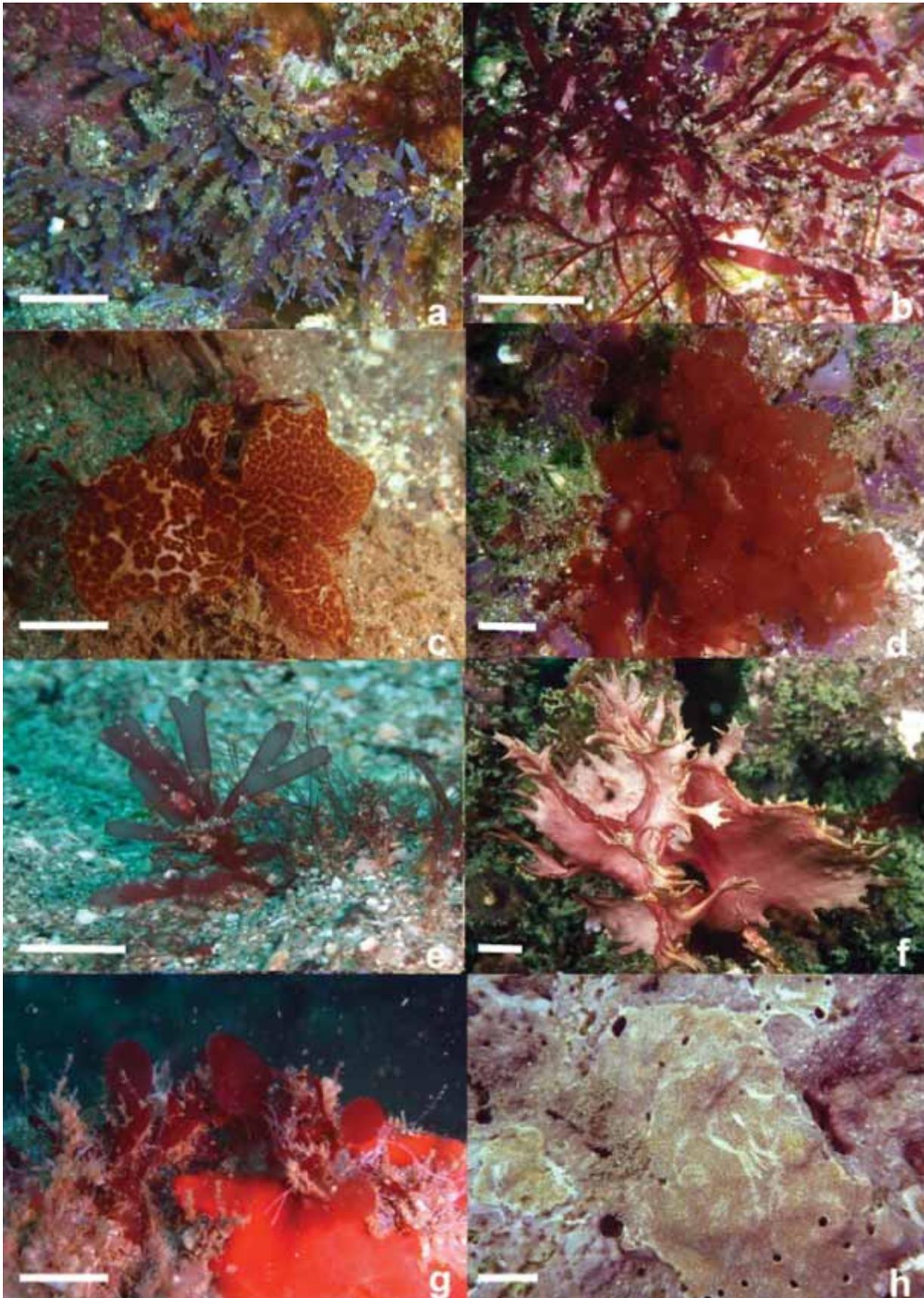


Figure 2 – Représentants de Rhodophyta. A : *Acanthophora spicifera* ; B : *Gelidium isabelae* ; C : *Halymenia maculata* ; D : *Predaea laciniosa* ; E : *Sebdenia cf flabellata* ; F : *Titanophora weberae* ; G : *Halymenia nukuhivensis* ; H : complexe de Corallinales. Échelle : 2 cm. Photo C. Payri. *Representatives of Rhodophyta. A: Acanthophora spicifera; B: Gelidium isabelae; C: Halymenia maculata; D: Predaea laciniosa; E: Sebdenia cf flabellata; F: Titanophora weberae; G: Halymenia nukuhivensis; H: Corallinales complex. Scale: 2 cm.*

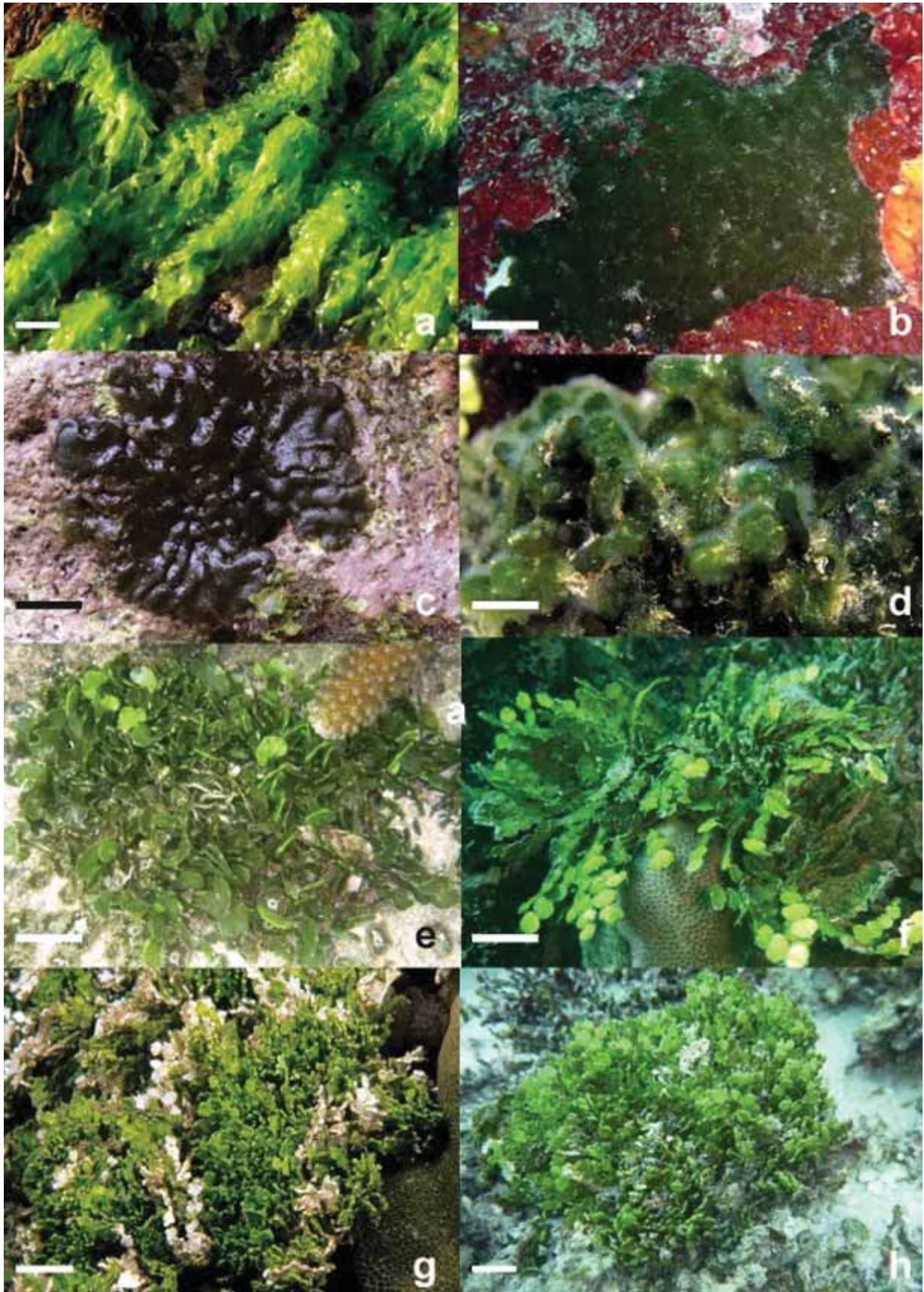


Figure 3 – Représentants de Chlorophyta. A : *Ulva ranunculata* ; B : groupe *Codium picturatum* ; C : *Codium* sp. nov. ; D : complexe *Codium geppiorum* ; E : *Halimeda distorta* ; F : *Halimeda minima* ; G : *Halimeda heteromorpha* ; H : *Halimeda melanesica*. Échelle : 2 cm. Photo C. Payri. Representatives of Chlorophyta. A: *Ulva ranunculata*; B: *Codium picturatum* group; C: *Codium* sp. nov.; D: *Codium geppiorum* complex; E: *Halimeda distorta*; F: *Halimeda minima*; G: *Halimeda heteromorpha*; H: *Halimeda melanesica*. Scale: 2 cm.

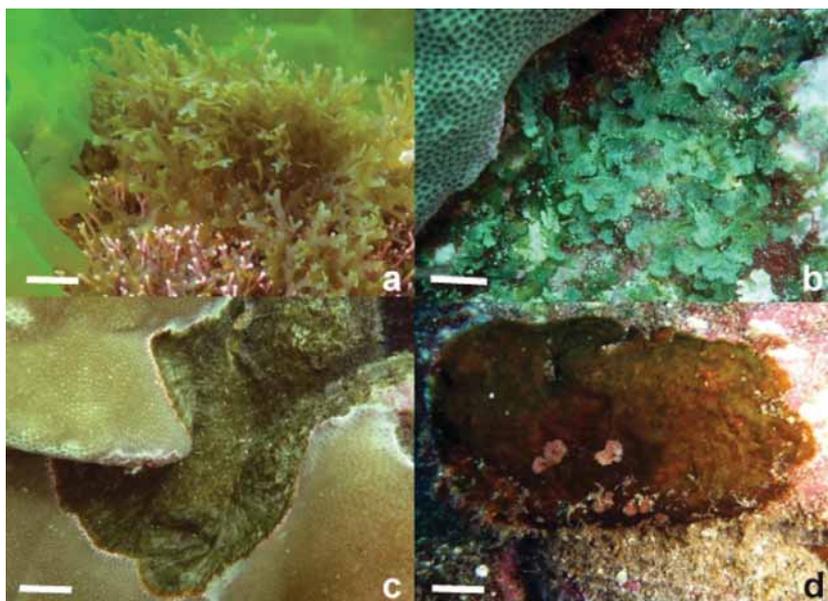


Figure 4 – Représentants des Phaeophyceae. A : *Dictyota hamifera* ; B : *Dictyota friabilis* ; C : *Lobophora crassa* ; D : *Lobophora* sp. nov. ; Échelle : 2 cm. Photo C. Payri. *Representatives of Phaeophyceae. A: Dictyota hamifera; B: Dictyota friabilis; C: Lobophora crassa; D: Lobophora sp. nov.; Scale: 2 cm.*

ailleurs en Polynésie française, n'a été observé qu'à Tahuata avec l'espèce *G. dotyi*.

La macroalgue la plus fréquemment rencontrée au cours de la campagne Pakaihi i te Moana est l'algue verte *Halimeda distorta* (Fig. 3E), aussi bien adaptée aux éboulis des pentes océaniques qu'aux fonds de baie, comme dans le nord de Tahuata où elle colonisait avec d'autres algues vertes les nids d'abeille formés par le corail *Millepora* (Andréfouët *et al.*, 2014). Les autres espèces fréquemment observées dans les différents habitats le long des tombants étaient *Acanthophora pacifica* (Fig. 2A), *Gelidium isabelae* (Fig. 2B) ; *Hypnea saidana*, *Halymenia nukuhivensis* (Fig. 2G), espèce possiblement endémique aux Marquises, décrite de l'île de Nuku Hiva (N'Yeurt & Payri, 2010) et observée depuis dans presque tout l'archipel ; *Nitophyllum adhaerens* et *Dictyota friabilis* (Fig. 4B), ces deux dernières pouvant recouvrir des surfaces importantes. Plusieurs espèces semblent au contraire restreintes à certains habitats, comme les ulves qui forment une ceinture verte dans la zone de balancement des marées (Figs 3A, 1B, C), ou *Codium* cf *picturatum* (Fig. 3B), observé dans les éboulis des petits fonds en mode battu et caractérisé par un feutrage vert foncé adhérent très fortement au substrat, telle une tache de peinture (d'où son nom), ou *Halimeda discoidea* qui forme

une ceinture au-dessus de dix mètres dans les milieux battus et dans les cuvettes de platier. En-dessous de vingt mètres, l'algue verte *Cladophora ohbukoana* était très fréquemment observée. Outre la macroflore, les cyanobactéries peuvent occuper par endroits de larges surfaces comme dans les fonds de baie à Tahuata (Fig. 1H).

### Des îles qui ne se ressemblent pas

La richesse en espèces varie à l'intérieur de l'archipel et d'une île à l'autre, avec un plus grand nombre d'espèces dans les îles du centre et du sud de l'archipel (Fig. 5). Ce sont les îles de Ua Huka et de Nuku Hiva qui montrent les plus grandes richesses, en raison notamment d'un plus grand nombre d'habitats, dont les cuvettes et failles des trottoirs basaltiques particulièrement riches. Ce résultat par île démontre l'importance de la stratégie d'échantillonnage pour estimer la magnitude de la richesse en espèces. L'étude d'une seule île des Marquises ne peut en aucun cas rendre compte de la diversité biologique exhaustive d'un compartiment aussi complexe que celui des macroalgues. À titre de comparaison, l'île de Moorea (archipel de la Société) renferme plus d'espèces (> 200 ; Moorea Biocode Project ; <http://biocode.berkeley.edu/>) que toutes les îles marquisiennes réunies. L'effort de prospection n'est certes

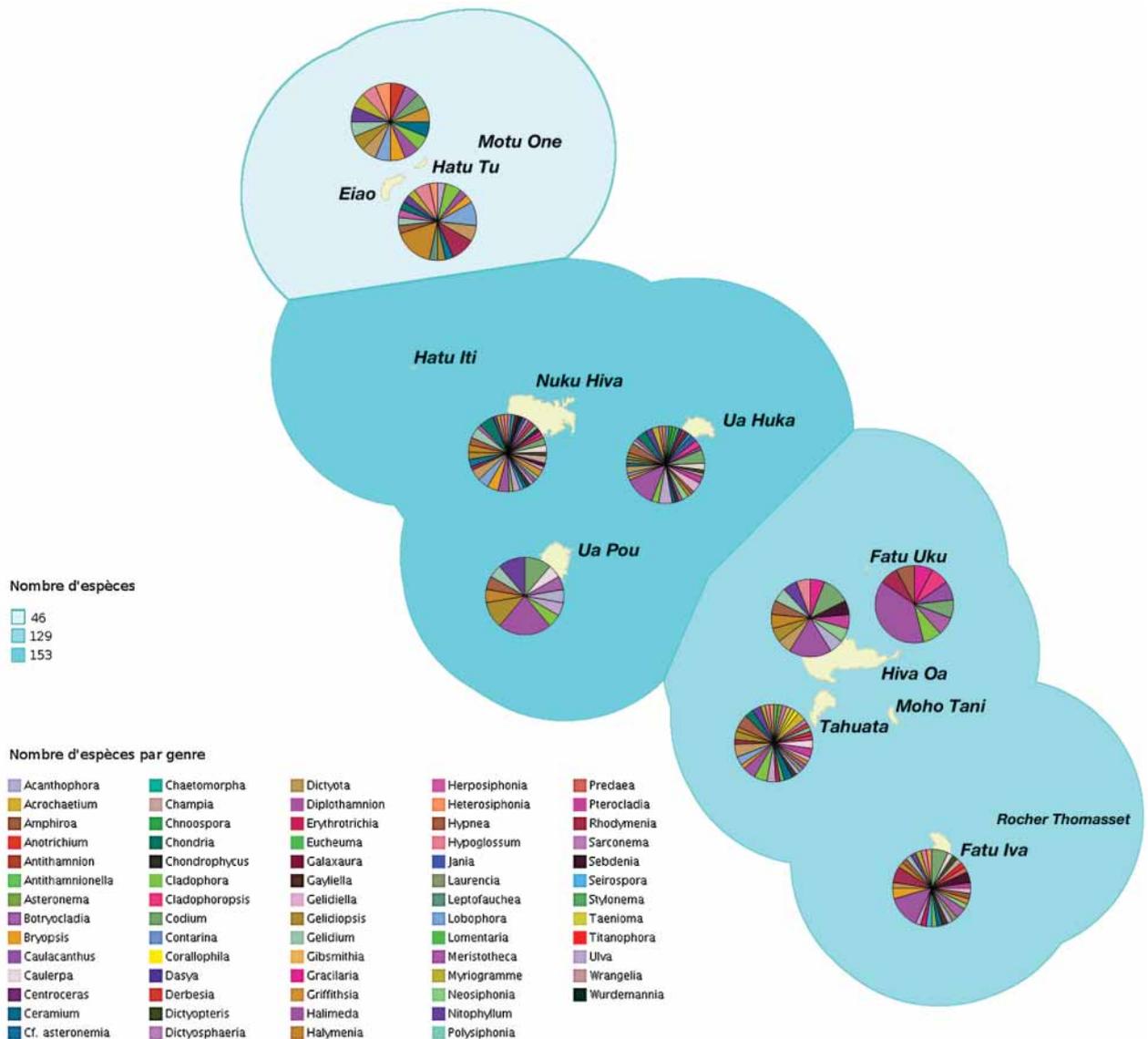


Figure 5 – Distribution des espèces par genre dans les neuf îles étudiées, et répartition spatiale de la richesse spécifique entre les groupes du nord, du centre et du sud. Les groupes centre et sud sont les plus riches. *Distribution of the species richness per genus within the nine islands studied, and spatial richness between the northern, central and southern groups, with the latter two being the richest.*

pas strictement comparable, mais le relativement faible nombre d'espèces aux îles Marquises est également signalé pour les autres groupes. L'isolement, la jeunesse des îles et leur histoire géologique (Brousse *et al.*, 1978 ; Cabioch *et al.*, 2008) dans un contexte océanique particulier (Martinez et Maamaatuaiahutapu, 2004) se traduisent, entre autres, par une diversité d'habitats réduite. En l'absence de lagon et de complexe récifal développé, toutes les espèces habituellement associées à ces milieux sont absentes. De plus, la charge planctonique des eaux et la charge particulière, en

lien avec l'érosion des bassins versants, atténuent l'éclairement dont les algues sont fortement dépendantes et expliquent aussi la faible couverture algale constatée au-delà de 30 m.

Au total, près de la moitié des espèces n'a été observée que dans une île, alors que seulement 16 % des espèces ont été vues dans quatre ou plus des neuf îles visitées. Si l'échantillonnage peut expliquer en partie la rareté, on ne peut pas exclure la rareté écologique des espèces décrites pour d'autres régions coralliennes (Payri *et al.*, 2012) et d'autres groupes biologiques com-

me les mollusques (Bouchet *et al.*, 2002). Ce caractère est à considérer, notamment dans un contexte de conservation des espaces naturels.

### Une relative pauvreté compensée par des milieux d'intérêt

Bien que la flore marine des Marquises soit parmi les moins riches de Polynésie française, cet archipel unique garde un caractère original en regard de certains habitats singuliers, tant sur le plan naturel que culturel, comme les cuvettes des trottoirs basaltiques ou encore les rares terrasses profondes à sables coralliens blancs qui contrastent avec les tombants rocheux escarpés et sombres omniprésents et si caractéristiques des îles Marquises.

#### Les cuvettes basaltiques : aspects culturels

C'est incontestablement dans les cuvettes et les failles de la zone de balancement des marées, situées sur les platiers basaltiques de certaines îles (Ua Huka, Nuku Hiva, Ua Pou), que l'on trouve la flore algale la plus exubérante. C'est là aussi que les habitants des Marquises (majoritairement les Marquisiennes) viennent récolter les espèces qu'ils consomment. Nous avons retrouvé les six espèces décrites dans l'étude ethnobotanique de Conte & Payri (2006) sur la place des algues dans l'alimentation des Polynésiens. Conte & Payri (2006) font remarquer que les Marquises se distinguent des autres archipels de la Polynésie par le nombre d'algues encore consommées par la population ; le seul autre archipel où des plantes marines se consomment encore de nos jours étant celui des Australes, avec une seule espèce (*Caulerpa racemosa*). Fait intéressant, au début du xx<sup>e</sup> siècle, Setchell (1926) évoqua la perte de l'habitude de consommer des algues vertes (les ulves) à Tahiti. D'autres usages traditionnels des algues, tels qu'ornementaux ou médicinaux, comme dans d'autres régions du Pacifique, ont été aussi possiblement oubliés en Polynésie française et pourraient faire

l'objet d'un renouveau dans le cadre d'études sur les pratiques précédant la colonisation de ces archipels. On note aussi la dominance des deux espèces d'*Ulva flexuosa* et *U. ranunculata* (Fig. 3A) formant de longs rubans verts clairs (plus de 1 m de long) tandis que les *Cladophora socialis* forment un feutrage très filamenteux dans les plus hauts niveaux, et plusieurs formes de *Caulerpa racemosa* et *Cladophoropsis membranacea* tapissent les fonds des cuvettes. La petite algue brune *Chnoospora minima* forme des touffes drues d'un brun foncé accrochées aux rochers les plus exposés aux vagues. La zone des ressacs abrite une espèce de *Codium* (Fig. 3C) qui forme de larges disques boursoufflés vert sombre. Elle avait été initialement identifiée comme *Codium arabicum* sur critères morphologiques (Conte & Payri, 2002), mais s'est révélée être nouvelle pour la science sur critères moléculaires. Alors qu'elle n'a pas encore de nom scientifique, elle est désignée par les Marquisiens comme *imututaekioe* (« algue crotte de rat ») en raison de la fragmentation et l'aspect que prend l'algue après la cueillette. À ces espèces consommées viennent s'ajouter plusieurs autres espèces d'algues vertes, telles que les plumes de *Bryopsis pennata*, plusieurs *Halimeda*, dont principalement *H. discoidea*, une algue brune *Dictyota hamifera* (Fig. 4A) fortement iridescente et des tapis drus d'algues rouges de l'ordre des Gelidiales (e.g. *Gelidium isabelae* [Fig. 2B], *Pterocladia caerulescens*, *Gelidiella acerosa*) ou des Corallinales articulées telles qu'*Amphiroa fragilissima* ou, plus rarement, *Jania acutiloba*, préférentiellement accrochée sous les surplombs.

Ces milieux, d'accès relativement difficiles par la mer, mériteraient d'être plus amplement étudiés et on peut s'attendre à d'autres découvertes comme celle du nouveau *Codium* en généralisant l'approche moléculaire à l'ensemble des spécimens récoltés.

### La terrasse sous-marine de Ua Huka

Ua Huka se distingue des autres îles par la présence d'habitats relativement profonds (entre 15 et 30 mètres) dont les communautés coralliennes et les paysages s'apparentent le plus à ceux des formations coralliennes des autres îles polynésiennes. Le sable corallien, formé majoritairement de segments d'*Halimeda*, est colonisé par des algues d'*H. melanesica* (Fig. 1F). Les anfractuosités des coraux abritent de nombreuses autres espèces, et notamment *H. heteromorpha* (Fig. 3G) qui est particulièrement abondante. C'est le genre le plus diversifié des îles Marquises, avec dix espèces qui sont toutes présentes à Ua Huka. L'autre genre *Codium* est aussi représenté par les quatre espèces observées dans tout l'archipel, et notamment *C. cf arenicola*, observé principalement dans les milieux coralliens. Ua Huka appartient au groupe centre des Marquises qui est le plus riche en espèces, et Ua Huka est l'île sans doute la plus originale pour ce qui est de la flore algale (Fig. 5).

### Les affinités biogéographiques de la flore marine

Une analyse **biogéographique\*** robuste suppose d'avoir une connaissance taxonomique suffisamment précise et comparable entre les régions visées. Cette approche ne pouvant être menée pour tous les groupes, compte tenu des connaissances dispo-

nibles, nous sommes focalisés sur les genres *Codium* et *Halimeda* pour lesquels nous avons des données taxonomiques fiables, supportées par une approche génétique pour plusieurs îles de Polynésie française mais aussi pour les îles Hawaii et la côte Pacifique d'Amérique centrale. Les espèces du genre *Codium* récoltées dans les diverses îles marquises et analysées génétiquement ont révélé des entités largement partagées avec d'autres régions du Pacifique, dont la Polynésie, les îles Hawaii, Okinawa, la Nouvelle-Calédonie, mais aussi le Costa Rica et le Mexique représentant ici le Pacifique Est.

Outre l'espèce nouvelle récoltée dans les cuvettes, quatre espèces de *Codium* des îles Marquises ont été étudiées avec l'outil moléculaire. Deux d'entre elles sont partagées avec Hawaii, Okinawa et la Nouvelle-Calédonie et appartiennent respectivement à *C. arenicola* et au complexe *C. geppiorum* (Fig. 3D), tandis que la quatrième forme une lignée particulière proche de *Codium picturatum* décrite du Pacifique Est (îles Galápagos, Costa Rica, Mexique notamment). De plus l'espèce du complexe *C. geppiorum* est aussi présente au Costa Rica. Il s'agit de la seule des quatre espèces qui soit à la fois présente aux îles Marquises et dans le reste de la Polynésie française.

Sur une base cette fois morphologique, nous avons étendu cette approche comparative à l'ensemble des espèces recensées

Tableau I – Comparaison de la flore marine des îles Marquises avec une sélection de localités environnantes. *Comparison of the marine flora of the Marquesas Islands with other areas in the surrounding.*

| Localités           | Nb d'espèces | Nb d'espèces en commun avec les Marquises | %  | SI*  | Sources                           |
|---------------------|--------------|---|----|------|-----------------------------------|
| Îles Marquises      | 139          | –   | –  |      | présente étude                    |
| Polynésie française | 303          | 82  | 22 | 0,27 | N'Yeurt & Payri, 2006, 2008, 2010 |
| Îles Hawaii         | 508          | 70  | 12 | 0,18 | Guiry & Guiry, 2014               |
| Îles Revillagigedo  | 114          | 14  | 5  | 0,10 | Guiry & Guiry, 2014               |
| Îles Galapagos      | 390          | 25  | 6  | 0,09 | Guiry & Guiry, 2014               |

\* Indice de Sorensen:  $SI = 2x / (2x + y + z)$  avec  $x$  = espèces en commun;  $y$  = total espèces localité 1;  $z$  = totalité espèces localité 2

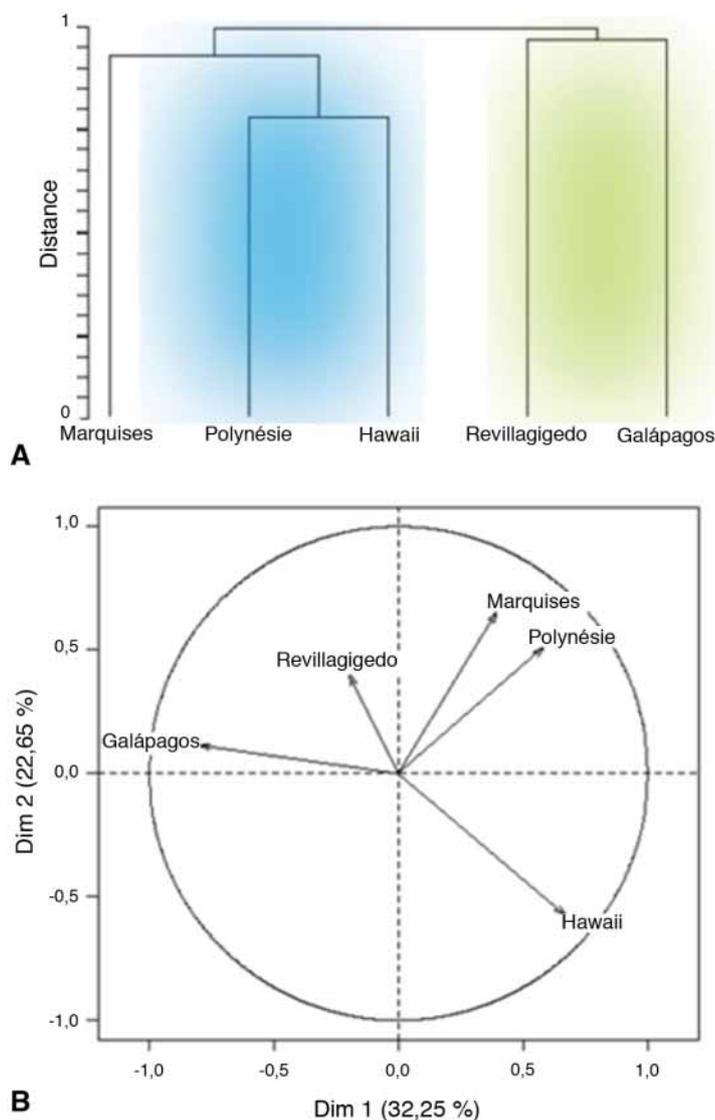


Figure 6 – Affinités biogéographiques de la flore marine des îles Marquises par analyses multidimensionnelles. A : Classification ascendante hiérarchique réalisée à partir d'une matrice de présence-absence des espèces (indice de similarité de Jaccard et méthode d'agrégation de la distance minimale) ; les groupes les plus proches sont les îles Hawaii et la Polynésie française ; les îles Marquises s'agrègent à ce groupe tandis que les îles Galápagos et Revillagigedo forment un groupe séparé Pacifique Est. B : Analyse en composantes principales réalisée à partir d'une matrice de covariances calculée à partir de la matrice de présence-absence utilisée en A. On retrouve sur le premier plan factoriel les deux groupes mis en évidence en A. *Biogeographic affinities of the marine flora of the Marquesas by multidimensional analysis. A: Hierarchical cluster analysis (Jaccard similarity index on presence-absence of the species and group-minimal distance); Hawaii Is. and Polynesia are the closest and group with the Marquesas, while Galápagos and Revillagigedo Is. form a separated group related to the East Pacific. B: Principal Component Analysis with covariance matrix on the same data set as in A. We can observe same results as in A.*

à ce jour et disponibles (à l'exclusion des Corallinales et *Peyssonnelia*) dans cinq régions dans le voisinage des îles Marquises, il s'agit : 1) des quatre autres archipels de Polynésie française ; 2) des îles Hawaii ; 3) de la région Pacifique Est comprenant les îles Guadelupe et Revillagigedo ; et 4) des îles Galápagos. D'après les données de la présente étude et celles disponibles sur Algaebase (Guiry & Guiry, 2014) et dans N'Yeurt & Payri (2006, 2008, 2010) et Crossland (1927), la richesse spécifique des îles Marquises (144 sp.) est du même ordre de grandeur que celle de la région Pacifique Est (114 sp.) mais est nettement inférieure à celles des autres régions. Ce sont les îles Hawaii (508 sp.), aussi les plus étudiées, qui ont la plus forte diversité avant les autres archipels polynésiens (303 sp.) et les îles Galápagos (390 sp.) (Tab. I).

Au total, 22 % des algues des îles Marquises sont présentes dans les autres îles de Polynésie française contre 12 % présentes aux îles Hawaii et 5 et 6 % présentes dans le Pacifique Est et aux îles Galápagos, respectivement. De plus, près de 27 % des espèces partagées par les îles Marquises et Hawaii sont absentes du reste de la Polynésie française. Les analyses multivariées, appliquées aux données disponibles (Fig. 6), mettent en lumière une position biogéographique particulière des Marquises à mi-chemin entre la Polynésie française et les îles Hawaii, avec des affinités avérées avec le Pacifique Est et notamment avec les îles Guadelupe, Revillagigedo et Galápagos. L'absence totale de *Fucales*\* (*Sargassum* et *Turbinaria*), tous les deux présents à Hawaii et dans le reste de la Polynésie française, est sans

doute à relier à la fois à l'isolement de ces îles et à leur histoire géologique relativement récente et marquée par l'absence de lagons et de complexes récifaux développés. Il est à noter que ces algues ont un fort symbolisme culturel pour les populations hawaïennes (Abbott & Huisman, 2004).

### Des enjeux de conservation

Bien que les connaissances sur la flore marine des îles Marquises aient fortement progressé avec l'expédition Pakaihi i te Moana 2011, il reste encore fort à faire avant d'avoir une vision exhaustive de la richesse et de la diversité des communautés algales associées aux différents habitats marins et sur l'ensemble de l'archipel. Néanmoins, les connaissances acquises permettent d'ores et déjà de souligner la singularité de cet archipel à bien des égards. En dépit de sa relative

paupreté apparente, la flore marine des îles Marquises renferme un certain nombre d'entités génétiquement originales et place cet archipel à un carrefour biogéographique, entre l'archipel hawaïen au nord, les archipels polynésiens au sud et les îles du Pacifique Est. Par la position proche de l'équateur et l'isolement géographique extrême, les îles Marquises sont un laboratoire naturel pour étudier les processus évolutifs et de spéciation géographique, d'autant qu'elles ont conservé de nombreux sites naturels encore peu dégradés par les activités humaines. Mais ces îles constituent aussi un remarquable exemple de peuplement traditionnel qui a su conserver des pratiques anciennes d'utilisation des algues marines. Ces ressources naturelles occupent encore de nos jours une place importante dans la consommation humaine et la **pharmacopée\*** marquisienne. Les caractéristiques naturelles et écologiques de la flore marine, accompagnées de pratiques cultu-

## GLOSSAIRE

**Biogéographie** : branche à la croisée des sciences dites naturelles, de la géographie physique, de la pédologie, de l'écologie, de la bioclimatologie et de l'évolution, qui étudie la vie à la surface du globe par des analyses descriptives et explicatives de la répartition des êtres vivants, et plus particulièrement des communautés d'êtres vivants.

**Cyanobactérie** : embranchement de bactéries (procaryotes), autrefois appelées « algues bleu-vert ». Elles réalisent la photosynthèse oxygénique et peuvent donc transformer l'énergie solaire en énergie chimique utilisable par la cellule en fixant le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et en libérant du dioxygène (O<sub>2</sub>). Certaines d'entre elles peuvent, dans certaines conditions, fixer le diazote. Elles sont capables de consommer le carbone organique présent dans leur environnement.

**Fucale** : ordre d'algues brunes de la classe des Phaeophyceae. Il comprend des macroalgues intertidales dont la plupart poussent en étant ancrées sur des substrats durs, telles les espèces du genre d'algues vertes *Fucus* et les sargasses.

**Halimeda** : Genre d'algues vertes ayant l'aspect d'un petit chapelet d'écailles coriaces. La structure cellulaire est de type siphonné. L'algue fixe le carbonate de calcium, ce qui lui donne sa rigidité et la rend immangeable pour la plupart des espèces herbivores.

**Mucilagineux** : les mucilages sont des substances végétales, constituées de polysaccharides qui gonflent au contact de l'eau en prenant une consistance visqueuse, parfois collante, semblable à la gélatine.

**Peyssonnelia** : genre d'algues rouges de la sous-classe des Rhodophyceae, dans la classe des Florideophyceae.

**Pharmacopée** : désigne l'ensemble des médicaments, souvent des plantes, utilisés dans une région ou à une époque donnée. On parle ainsi de pharmacopée traditionnelle.

**Rodolithe** : nodule libre compact, formé par des algues rouges calcaires de taille variable.

relles encore bien vivantes, confèrent à cet archipel une place singulière dans la société polynésienne et remarquable dans la région. Ces caractéristiques originales contribuent à soutenir un programme régional de conservation.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbott I.A., Huisman J.M. 2004. *Marine Green and Brown Algae of the Hawaiian Islands*. Bishop Museum Press, Honolulu. 259 p.
- Andréfouët S., Benzoni F., Payri C.E., 2014. A monospecific *Millepora* reef in Marquesas Islands, French Polynesia. *Coral Reefs*, 33: 463.
- Bouchet P., Louzet P., Maestrati P., Heros V., 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biol. J. Linn. Soc.*, 75: 421-436.
- Brousse R., Chevalier J.-P., Denizot M., Salvat B., 1978. Étude géomorphologique des îles Marquises. *Cab. Pac.*, 21: 9-74.
- Cabioch G., Montaggioni L., Franck N., Searé C., Salle E., Payri C.E., Pelletier B., Paterne M., 2008. Successive reef depositional events along the Marquesas foreslopes (French Polynesia) since 26 ka. *Mar. Geol.*, 250(3-4): 157-179.
- Crossland C., 1927. Marine ecology and coral formations in the Panama region, Galápagos and Marquesas Islands and the atoll of Napuka. *Trans. R. Soc. Edinb.*, 55: 531-554.
- Guiry M.D., Guiry G.M., 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Conte E., Payri C.E., 2002. La consommation des algues en Polynésie française : premiers résultats d'une enquête. *J. Soc. Océanistes*, 114-115: 165-172.
- Conte E., Payri C.E., 2006. Present day consumption of edible algae in French Polynesia: a study of the survival of pre-European practices. *J. Polynesian Soc.*, 115(1): 77.
- Martinez E., Maamaatuaiahutapu K., 2004. Island mass effect in the Marquesas Islands: Time variation. *Geophys. Res. Lett.*, 31: L18307.
- N'yeurt A.D.R., Payri C.E., 2006. Marine algal flora of French Polynesia I. Phaeophyceae (Ochrophyta, brown algae). *Cryptogam., Algol.*, 27: 111-152, 59 figs, 1 table.
- N'yeurt A.D.R., Payri C.E., 2007. Marine algal flora of French Polynesia II. Chlorophyta. *Cryptogam. Algol.*, 28: 3-88.
- N'yeurt A.D.R., Payri C.E., 2010. Marine algal flora of French Polynesia III. Rhodophyta, with additions to the Phaeophyceae and Chlorophyta. *Cryptogam., Algol.*, 31: 3-205.
- Payri C.E., N'yeurt A.D.R., 1997. A revised checklist of Polynesian benthic marine algae. *Aust. Syst. Bot.*, 10, 867-910.
- Payri C.E., N'yeurt A.D.R., Orempuller J., 2000. *Algues de Polynésie française/ Algae of French Polynesia*. Éditions Au vent des îles, Tahiti, 320 p.
- Payri C.E., N'yeurt A.D.R., Mattio L., 2012. Benthic algal and seagrass communities in Baa atoll, Maldives. In Andréfouët S. (ed.), Biodiversity, Resources, and Conservation of Baa Atoll (Republic of Maldives): a UNESCO Man and Biosphere Reserve. *Atoll Res. Bull.*, 590: 31-66.
- Setchell W.A., 1926. Tahitian algae collected by W. A. Setchell, C. B. Setchell, and H. E. Parks. *Univ. Calif. Publ. Bot.*, 12: 61-142.





Photo C. Rives

L'archipel des Marquises au sein de la Polynésie française, composé d'une douzaine d'îles océaniques, est l'un des plus isolés au monde. Il possède des écosystèmes et une biodiversité terrestre et marine exceptionnels, avec des paysages spectaculaires et de nombreuses espèces végétales et animales endémiques, parfois gravement menacées de disparition. Ces originalités écologiques, associées à une forte authenticité culturelle, soulèvent des enjeux de gestion et de conservation très importants et justifient pleinement l'inscription de cet archipel sur la liste des biens mixtes (naturels et culturels) du Patrimoine mondial de l'Unesco.

Cet ouvrage, comprenant 22 chapitres écrits par 74 scientifiques et experts locaux, nationaux et internationaux, est la première synthèse générale des connaissances acquises sur les flores et faunes terrestres, marines et d'eau douce des Marquises et sur leurs habitats naturels. Il constitue une référence pour tous les biologistes, naturalistes, gestionnaires des ressources naturelles, visiteurs attachés à cet archipel et avant tout pour les Marquisiens eux mêmes.

*The Marquesas, an archipelago of French Polynesia comprising a dozen oceanic islands, is one of the most isolated in the world. Its terrestrial and marine ecosystems and biodiversity are unique, with spectacular landscapes and many endemic plant and animal species, some of them are highly threatened. These particular ecological features, associated with a strong cultural authenticity, raise crucial management and conservation challenges and fully support inclusion of the archipelago on the mixed (natural and cultural) sites of the Unesco World Heritage List.*

*This book, comprising 22 chapters written by 74 local, national and international scientists and experts, provides the first comprehensive account of the terrestrial, freshwater and marine flora and fauna of the Marquesas, and their natural habitats. It will be invaluable to all biologists, naturalists, natural resource managers, visitors fond of this archipelago and above all the Marquesans themselves.*



Polynésie française



Biodiversité terrestre et marine des îles Marquises, Polynésie française



## Biodiversité terrestre et marine des îles Marquises, Polynésie française



Galzin R., Duron S.-D. & Meyer J.-Y. (eds)



2016



ISBN 2-9514628-9

#### Partenaires financiers

Agence des aires marines protégées  
Délégation à la recherche de la Polynésie française  
École Pratique des Hautes Études  
Service de la culture et du patrimoine de la Polynésie française

Avec la collaboration de l'Institut des récifs coralliens du Pacifique

#### Partenaires scientifiques et institutionnels

Les 74 auteurs sont cités par ordre alphabétique dans les dernières pages de l'ouvrage. Ils appartiennent aux institutions et pays ou territoires suivants : Agence des aires marines protégées (France), Bernice P. Bishop Museum, Honolulu (Hawaii, USA), Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement (Polynésie française), Centre Européen de Recherches et d'Enseignement en Géosciences (France), Centre national de la recherche scientifique (France), Commissariat à l'énergie atomique (France), Délégation à la recherche (Polynésie française), Direction des ressources minières et marines (Polynésie française), École Pratique des Hautes Études (France), Essig Museum of Entomology, University of California, Berkeley (USA), EURL Jardins & Volcans (France), Florida Museum of Natural History (USA), Institut de recherche pour le développement (France), Institut de Recherche de l'École navale (France), James Cook University, Townsville (Australie), Maison de la Géologie (France), Météo France (France), Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie (France), Muséum d'histoire naturelle de Genève (Suisse), Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (France), National Museum of Natural History, Washington (USA), National Tropical Botanical Garden of Lanai (Hawaii, USA), Smithsonian Institution, Washington (USA), Société d'Ornithologie de Polynésie (Polynésie française), The University of the South Pacific, Suva (Fidji), Université de Bretagne Occidentale, Université Grenoble Alpes (France), University of Milano-Bicocca (Italie), Université de Paris Sud (France), Université de la Polynésie française (Polynésie française), Université de Rennes 1 (France), Université de la Rochelle (France).

#### Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement les cinq relecteurs qui ont bénévolement relu, corrigé et commenté les 22 chapitres de cet ouvrage : les Professeurs Raymond Bagnis, Robert Maurin, Pierre Méry et François Ramade (anciens Délégués régionaux à la recherche et à la technologie en Polynésie française pour les trois premiers) et le Dr. François Gauthiez (Agence des aires marines protégées).

Nous remercions également pour leur collaboration à un moment donné de la réalisation de cet ouvrage : Philippe Bacchet, Antoinette Duchek (Académie marquisienne), Pascal Erhel-Hatuuku (Fédération Motu Haka), Priscille Tea Frogier (Délégation à la recherche), Teddy Tehei (Service de la culture et du patrimoine), Georges Tori Teikihuupoko (Fédération Motu Haka & Académie marquisienne), Olivier Laroussinie, Marine Preuvost et Leïlanie Chen (Agence des aires marines protégées), Morgan Antoine, Cécile Berthe, Peter Esteve et Serge Planes (CRIOBE), Valérie Gaudant et Jean-Yves Sire (Société Française d'Ichtyologie).

#### Copyrights

Toutes les photographies à l'intérieur de l'ouvrage ont été attribuées à des auteurs. Merci de respecter la paternité de ces images.

Les 4 bandeaux en couverture sont de (du haut en bas) : Philippe Bacchet, Pascal Erhel-Hatuuku, Philippe Bacchet et Yann Hubert.

Les motifs de tatouage disséminés au fil des pages sont inspirés des travaux de Karl von den Steinen.<sup>1</sup>

Les figures et les tableaux sont la propriété des différents auteurs.

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement des éditeurs, ou de ses ayants-droit, ou ayant cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. La loi du 11 mars 1957 n'autorise, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, d'une part et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration.

Ce livre est distribué gratuitement, il ne peut être vendu.

Ce livre peut être téléchargé en format PDF sur les sites suivants :

<http://www.aires-marines.fr>

<http://www.culture-patrimoine.pf>

<http://www.ircp.pf>

Cet ouvrage doit être référencé comme suit : Galzin R., Duron S.-D. & Meyer J.-Y. (eds), 2016. *Biodiversité terrestre et marine des îles Marquises, Polynésie française*. Paris: Société française d'Ichtyologie. 526 pages.

Tout chapitre doit être référencé comme pour cet exemple : Tarrats M. & Jost C., 2016. Isolement et enclavement géographiques des îles Marquises, sources de contraintes et d'originalités. In Galzin R., Duron S.-D. & Meyer J.-Y. (eds), *Biodiversité terrestre et marine des îles Marquises, Polynésie française*. Société française d'Ichtyologie, Paris: 13-40.

Les éditeurs soulignent que les articles de cet ouvrage ont été revus et acceptés par le comité de relecture en 2015. Ils ne font donc pas référence à des publications scientifiques ou des modifications réglementaires qui seraient survenues ultérieurement à cette date.

<sup>1</sup> K. von den Steinen, 1925. *Die Marquesaner und ihre Kunst. Studien über die Entwicklung primitiver Südseeornamentik nach eigenen Reiseergebnissen und dem Material der Museen*. D. Reimer, Berlin, 2 vol. + 4. Atlas de pl. Réédition (1969) Hacker Art Books, New York, 199 p., 154 figs.