

CHAPITRE II

STRATÉGIES DE PROSPECTION

J.L. Guillaumet et J. Pernès

I. ORGANISATION DE LA PROSPECTION

Au terme d'une suite de préoccupations et d'événements multiples dont l'origine a été exposée précédemment, il a été décidé d'élargir, pour utiliser l'expression à la mode, la base génétique d'une plante cultivée.

Considérons comme résolu le problème du financement qui est une prospection en lui-même mais d'un autre ordre.

Il va falloir maintenant envoyer une ou quelques personnes rechercher la plante là où elle se trouve, c'est la prospection proprement dite. Nous en rappellerons d'abord les buts, ensuite il faudra procéder à une certaine démarche dans la préparation, le déroulement sur le terrain, le bilan.

A. BUTS D'UNE PROSPECTION

Le but essentiel d'une prospection est la collecte de matériel vivant rassemblant la plus grande variabilité possible; cette variabilité conditionnera ensuite toutes les phases de l'amélioration proprement dite.

La nature du matériel à collecter est fonction de la plante d'une part, du type de conservation, d'autre part.

On a examiné dans les monographies ces différents aspects.

Selon le type biologique de la plante, les organes à collecter varieront :

- plantes herbacées annuelles: graines
- plantes herbacées pérennes: graines, éclats de souche, rhizomes, tubercules et tout autre organe de reproduction végétative
- plantes ligneuses: graines, rameaux aotés ou non, plantules, jeunes plants.

La nature des organes prélevés dépend beaucoup des possibilités techniques de conservation qui suivront. On a pu envisager la collecte et la conservation de pollen vivant. Une technique prometteuse paraît être la culture *in vitro* (NOZERAN, 1978).

Les types de conservation classique sont: la conservation à long terme en chambre à basse température (-196°C) ou à moyen terme en chambre froide (4°C) pour les semences; les collections de plantes vivantes pour les espèces pérennes.

Les prospections sont un des moyens, souvent le seul, de sauvegarder les espèces en voie de disparition. Or, on peut considérer que toutes les espèces, cultivées comme sauvages, sont dans ce cas. Les premières par disparition des cultivars anciens au profit de cultivars modernes à large diffusion, les secondes par destruction des milieux naturels.

La prospection conduit naturellement dans certains cas à recommander des mesures de protection.

Enfin, il est utile de rappeler que les contingences matérielles ne permettent pas, le plus souvent, de visiter le même pays plusieurs fois. Etant donné l'importance des moyens mis en jeu, on considérera généralement une prospection comme définitive.

Quelques cas échappent à la règle, soit qu'on puisse parfaire une première prospection (voir *Panicum maximum*: régions de Tanga et des Monts Usambara en Tanzanie; Riz: delta intérieur du Niger au Mali; Mil au Mali),

soit que la prospection se fasse dans le pays même où se trouve la structure de recherche agissante (voir prospection de *Panicum maximum* en Côte-d'Ivoire et surtout les prospections continues de caféiers à Madagascar et en Côte-d'Ivoire).

Il arrive que la prospection soit faite dans le but précis de récolter du matériel ayant des caractéristiques déterminées: adaptations écologiques, caractères phénologiques, résistances à certaines maladies, etc...

Outre que, conceptuellement, cette démarche semble erronée — tous les témoignages de la variabilité doivent être retenus pour l'amélioration —, la précision étroite d'un objectif n'est que rarement conciliable avec les réalités du terrain. Et c'est ainsi que, s'il avait fallu s'en tenir aux seules populations sauvages de basse altitude, au-dessous de 1300-1200 m, de *Coffea arabica*, la prospection de 1966 en Ethiopie aurait été un échec total: il n'y a pratiquement pas de vraies populations sauvages, elles ne donnent que très peu de fruits, elles ne se trouvent pas au-dessous de 1600-1500 m!

Outre la collecte du matériel vivant et des observations qui y sont relatives, les prospecteurs ne doivent négliger aucune information sur la plante et son contexte. Par la nature même du but, par les moyens et les techniques mis en œuvre, une prospection en vue de l'amélioration génétique d'une plante se doit d'être totale, de tendre vers la connaissance la plus étendue possible de la plante en question. Ainsi, il faudra envisager la récolte de matériel traditionnel: herbier, fruits et fleurs conservés en milieu liquide, bois, etc...

B. PRÉPARATION DE LA PROSPECTION

1. Choix et constitution de l'équipe de prospection

Le portrait, ou le profil, du prospecteur de caféiers tracé par R. PORTERES (1963) reste un idéal applicable à toutes les plantes:

«Le prospecteur doit déjà être préparé à ce type de recherches sur le terrain.

Il doit être à la fois agronome et écologiste, connaître la caféiculture et tous les problèmes que pose son amélioration.

Ses connaissances générales doivent porter sur la climatologie, la pédologie, la flore.

L'histoire régionale à la caféiculture est à apprendre».

Il est certain que PORTERES répondait à ce portrait et qu'il a payé de sa personne à la recherche des caféiers, en Afrique et à Madagascar.

Mais — décadence des jeunes générations selon les chercheurs du troisième âge, plus vraisemblablement spécialisation ou plus prosaïquement création d'emploi? — maintenant la tendance va plutôt à la constitution d'équipes dont la somme des composantes tend vers ce portrait.

Il n'est pas évident que la formation de «prospecteurs» se justifie; il est certain par contre qu'on doit être formé à la prospection. Il est important qu'il n'y ait pas de hiatus entre la prospection et la suite des opérations, que le prospecteur soit intéressé aux recherches post-prospection et qu'inversement le personnel responsable des activités d'amélioration participe à la

prospection. En effet, dans ce cas, ce que le chercheur envisage d'effectuer comme études ultérieures pourra en partie le guider au cours de la collecte, comme les observations effectuées durant la prospection orienteront ces travaux.

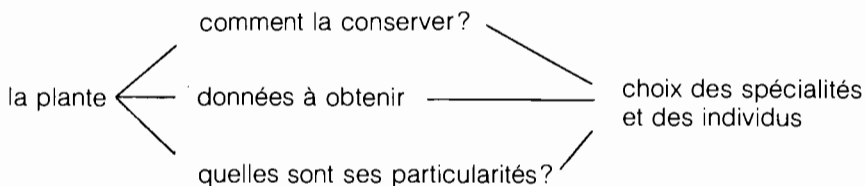
Cet aspect est très important: la connaissance du matériel végétal tel qu'il se présente sur le terrain d'origine fournit au chercheur qui l'étudiera ensuite en station une image concrète très stimulante pour la réflexion. Cette image a manqué cruellement à certains qui n'ont pas eu la chance de participer à des prospections...

A l'expérience, la composition de l'équipe dépend en fait de la plante à prospector, d'un intérêt particulier, des individus, de leurs motivations et de leurs rapports. Elle dépend aussi beaucoup des disponibilités (tableau 6).

Les rapports entre les personnes sont particulièrement importants, ce point n'est pas à sous-estimer quand on prend la responsabilité d'envoyer des gens vivre longtemps dans des conditions qui ne sont pas toujours du plus grand confort et toujours fatigantes. Il doit se créer une compréhension collective des objectifs à atteindre. Ces recommandations ne sont pas puérides car beaucoup de prospections ont connu des difficultés et n'ont pas donné les résultats escomptés pour de telles raisons.

Le choix des prospecteurs revient à créer une équipe chargée de ramener le maximum de matériel et de données dans des conditions particulières de vie et de travail. De la qualité de ce matériel va dépendre tout le programme ultérieur d'amélioration.

La nature et le statut de la plante vont commander la composition de l'équipe selon la démarche suivante:



Il s'est avéré que pour le caféier le maximum d'efficacité était la réunion de spécialistes de botanique, génétique et phytopathologie.

La démarche peut être présentée ainsi:

- connaissance de la plante.
 - caractéristiques du genre et genres voisins.
 - caractéristiques globales des espèces.

Les plantes doivent être reconnues à tous les stades de développement, sur les seuls caractères végétatifs le plus souvent. Alors que la collecte botanique classique se fait en règle très générale seulement sur du matériel en fleurs et en fruits.

- méthodes de conservation et de multiplication.

Dans chaque population il convient de choisir le type de matériel qui a les meilleures chances de survie. Il est nécessaire d'avoir connaissance des pratiques horticoles classiques complétées par des mises au point spécifiques, les techniques utilisées en prospection se différenciant de la manipulation de grandes séries de plantes. Par exemple, pour un individu remar-

quable, duquel on ne peut prélever que quelques boutures, il est fondamental de conserver et d'obtenir la reprise d'au moins l'une d'entre elles. Un soin particulier et « personnalisé » leur sera donc accordé (cf. café Tome I, p. 66 ou riz p. 141).

— Connaissance de la plante dans son milieu.

— Approche des conditions d'habitat des espèces de caféiers et recherche des nouvelles stations.

— Définition des relations de la plante avec ses parasites. On tentera de décrire le « paysage phytosanitaire » de la plante dans son milieu : parasites de la plante elle-même, passage à d'autres espèces de la même station, etc...

TABLEAU 6 : Composition des équipes de prospection (ORSTOM — Afrique et région maigache)

PLANTE	PAYS	ANNÉE	COMPOSITION
<i>Panicum</i>	Côte-d'Ivoire	1964	généticiens (2)
	Côte-d'Ivoire	1966	généticiens (2)
	Kenya, Tanzanie	1967	généticiens (2)
	Tanzanie	1967	généticiens (2)
CAFÉ	Ethiopie	1966	botanistes (2), pédologue (1)
	*Madagascar	1960-1974	botanistes et généticiens
	Comores	1975	généticiens (2)
	Réunion, Maurice		
	Centrafrique	1974	botaniste (1), généticien (1)
Kenya	1977	botaniste (1), généticien (1), phytopathologiste (1)	
	*Côte-d'Ivoire	1974-1983	généticiens et phytopathologistes
RIZ		1974-1983	généticiens (2)
MIL	Sénégal	1976	généticiens (2)
	Mali	1975-1976	généticien (1), botaniste (1)
		1978-1979	généticiens (2)
	Haute-Volta	1975	généticien (1), botaniste (1)
	Togo	1977	généticiens (2)
	Niger	1976	généticiens (2)

*Prospections de type continu

Les parasites des caféiers, par exemple, ont été également isolés dans toutes les régions de caféiculture par les chercheurs portugais qui ont alors pu procéder à l'infection systématique d'un grand nombre de caféiers à Oeiras au Portugal.

On est amené donc pour atteindre ces objectifs à faire appel à des spécialistes aptes à assurer les tâches préalablement définies : botaniste, généticien, horticulteur et phytopathologiste.

Ce schéma est applicable aux plantes arborées ou arbustives de forêt: colatiers, cacaoyers, hévéas, essences forestières. Il suffira de remplacer une spécialité ou l'autre. La contribution d'un sylviculteur paraît souhaitable dans la prospection d'une essence forestière par exemple. Plus que le titre, c'est la qualification du prospecteur qui est importante.

Pour une plante domestiquée, mil, riz, l'aspect humain peut réclamer la présence d'un « anthropologue », spécialiste de géographie humaine ou d'anthropo-économie. A notre connaissance, en Afrique, jamais un tel spécialiste n'a participé à une prospection et on ne peut que le regretter. Généticiens ou botanistes sont capables de faire des observations sur les pratiques culturelles, ils l'ont fait quand c'était nécessaire. Mais il y a, à la base de la domestication d'une plante, une réalité socio-économique ou socio-culturelle, qu'ils ne peuvent aborder.

La recherche des formes sauvages des plantes demande de bonnes connaissances en botanique et en écologie. Dans ce cas, la présence d'un botaniste sera des plus utiles. C'est ainsi que dans les premières prospections de mil pénicillaire, la mission au Mali en 1975, composée d'un généticien et d'un botaniste, a bien précisé le statut de la forme sauvage (cf. Mil Tome I et GROUZIS, 1979).

Par contre, si on imagine la prospection d'une espèce introduite dans une zone où elle est uniquement connue comme cultivée, tel le maïs ou le manioc en Afrique, l'apport botanique n'est pas nécessaire. Il peut devenir fondamental pour une plante domestiquée dans une autre région du monde mais dont on recherche des formes ou des espèces voisines sauvages. Ce pourrait être le cas de *Psophocarpus tetragonolobus gombo* peut-être originaire d'Afrique mais qui n'y est pas cultivé traditionnellement.

Cette première phase, définition des objectifs et choix de l'équipe, est une des plus importantes sinon la plus importante; de sa bonne réalisation dépendra tout le succès de la mission.

Notre équipe étant constituée, nos prospecteurs dûment avertis vont collecter toute l'information préalable nécessaire à l'accomplissement de la mission.

2. Recherche préalable de l'information

L'information préliminaire doit être la plus complète possible; elle touchera les domaines de la botanique: taxonomie et systématique, variabilité, écologie, biologie et répartition; de la génétique: polymorphisme, modes de reproduction, diversité chromosomique; de l'agronomie: formes cultivées, pratiques culturelles, stockage; des maladies: parasites, résistances, modes de transmission; des données ethnographiques.

Il faudra s'informer sur l'aspect matériel de la mission, connaissance générale des pays à visiter, zones de végétations naturelles, zones de cultures, climats, routes, etc...

Enfin le dernier point mais non le moindre est la préparation administrative: autorités et personnalités scientifiques à contacter, formalités d'exportation du matériel, possibilités de transport et d'expédition du matériel. Ainsi les contacts pris avec le Dr. AGNEW, botaniste à Nairobi, furent déterminants pour la réussite des prospections *Panicum* en Afrique de l'est.

Il est bien évident que toutes ces informations ne pourront être recueillies, beaucoup n'existent pas. Il est nécessaire d'avoir une image aussi

précise que possible de la plante et du pays à prospecter. Une prospection n'est jamais trop bien préparée.

a. *Connaissance de la plante*. Elle commence par la connaissance de l'espèce ou des espèces recherchées, de leurs rapports avec des espèces voisines voire des genres voisins.

Ainsi considérons quelques exemples analysés en première partie :

Panicum maximum. A cette espèce ont été adjointes lors de la prospection *P. infestum* et *P. trichocladum* qui fait partie du même complexe d'espèces: la section des maximae du genre *Panicum* pour les systématiciens. Des hybrides entre ces espèces ont été découverts et croisés avec les *P. maximum*.

Café. Au sein des Rubiacées se distinguent un certain nombre d'espèces présentant la placentation cofféenne, les vicissitudes de la nomenclature les ont fait se disperser ou se rassembler. La tendance la plus moderne (travaux de LEROY) est de distribuer cette centaine d'espèces en 4 genres étroitement alliés. Les prospecteurs doivent dépasser la nomenclature pour ne retenir que les rapports inter-taxonomiques et considérer l'ensemble.

Riz. Ont été collectés: *Oryza glaberrima* et *O. sativa*, formes cultivées, leurs éventuels hybrides, les espèces sauvages et adventices (*O. longistaminata*, *O. breviligulata*, etc...) mais aussi *Leersia* qui ressemble aux riz sauvages.

Mil. La prospection s'est efforcée d'englober la totalité des espèces du complexe: les *Pennisetum* de la section *pennicillaria* (*P. typhoides*, mais aussi *P. violaceum* forme sauvage et également *P. purpureum* allotetraploïde dont un génome est celui de *P. typhoides*).

A ce stade et dans certains des cas, il pourra être envisagé de requérir le concours d'un botaniste pour se retrouver dans les méandres de la nomenclature. Les règles de la nomenclature, pour si compliquées qu'elles paraissent, n'en sont pas moins d'une utilité absolue; elles ne sont pas toujours un pur jeu de l'esprit... botanique, elles permettent parfois d'identifier des taxons qui ont un sens biologique.

La nomenclature des plantes cultivées est particulièrement compliquée, ceci tient à leur variabilité même. Très souvent celle-là est un reflet de celle-ci! Beaucoup de botanistes ont décrit comme espèces des cultivars.

De même les espèces à large répartition géographique ont reçu plusieurs noms si elles varient quelque peu dans une aire de dimensions importantes.

Si les deux causes s'ajoutent, on arrive à des situations très complexes:

Coffea canephora Pierre a été décrit sous une dizaine de nom différents, et on a donné un nom scientifique à près de 20 variétés!

Pennisetum typhoides a reçu 17 noms différents (cf. tome I, p. 174 à 176) correspondants à des phénotypes présentant une légère homogénéité et ayant des aires de répartition géographique différentes.

Cependant cette variabilité taxonomique présente une certaine utilité: c'est un indicateur de variabilité génétique: les sections des *maximae* du genre *Panicum* ou des *penicillaria* du genre *Pennisetum* (mil), se superposent aux complexes d'espèces.

Rappelons que sans analyse critique, et ce sera un des résultats des études ultérieures, on ne pourra pas prendre, à ce stade, de position définitive par rapport à la nomenclature. N'oublions pas que la taxonomie

est un produit de l'esprit humain et qu'il s'y exerce deux tendances celle de ceux qui regroupent et celle de ceux qui pulvérisent! En définitive, il faudra s'efforcer d'avoir une image aussi précise que possible des problèmes taxonomiques de la plante recherchée.

Un bon ouvrage de départ pour les plantes cultivées tropicales est «Tropical crops» de PURSEGLOVE en 2 volumes. On peut également conseiller «Evolution of crop plants» de SIMMONDS 1976.

Les flores, dans leur laconisme, sont indispensables à consulter. Aucune ne couvre toute d'Afrique tropicale, peu sont complètes!

La «Flora of Tropical Africa» est ancienne. La «Flora of West Tropical Africa» révisée récemment, est fondamentale pour toute la région du Sénégal au Cameroun oriental, sa position n'est pas toujours en pointe (voir l'exemple des caféiers et des mils). Son pendant oriental «Flora of East Tropical Africa» est loin d'être achevé, de même que la «Flore du Cameroun», la «Flore du Congo», la «Flore du Zaïre», la «Flore de Madagascar»!

Les monographies, quand il en existe, sont à rechercher. La première partie de cet ouvrage donne une idée des sources bibliographiques.

L'Association pour l'étude taxonomique de la flore d'Afrique tropicale AETFAT publie chaque année un index bibliographique relatif à tous les Phanérogames africains et malgaches au sud du Sahara. Cette publication dépasse souvent les cadres de la seule systématique.

On ne fera que rappeler les différents bulletins signalétiques et «abstracts» spécialisés.

Une source indispensable de données est fournie par les collections de plantes sèches, les herbiers ou herbarium. Leur consultation est indispensable.

— L'examen des échantillons d'herbier, si elle ne permet pas d'avoir la vision globale de la plante, permettra d'apprécier les caractères indiqués dans la littérature, de les concrétiser: la longueur de la ligule d'*Oryza sativa* par rapport à celle réduite d'*O. glaberrima*, les différences entre les inflorescences des 3 *Panicum*, les soies basilaires des épillets de mil.

Les herbiers possèdent généralement d'autres collections de fruits, de graines, de bois, qu'il sera utile de consulter.

— Une même plante est souvent représentée par de nombreux échantillons, c'est le cas des plantes cultivées ou utiles, qui donneront une première idée de l'éventuelle variabilité. N'oublions pas que «les systématiciens... (ont porté)... plus d'intérêt aux caractères morphologiques des types déposés (holotypes) qu'au polymorphisme et aux variations des populations naturelles» (CHARRIER, 1978).

— Les types doivent être examinés attentivement et avec soin; ils sont les étalons qui ont servi de référence pour la description du taxon auquel on a attribué un nom. Les types sont généralement signalés sur la feuille elle-même. Ce n'est pas toujours le cas et on devra se référer à la description, la diagnose, pour identifier le type. Il y a là un travail difficile, souvent fastidieux, qui demande une grande habitude. S'il se présente quelques difficultés, on fera appel aux conservateurs des herbiers.

— Les mentions portées sur les étiquettes accompagnant les échantillons seront lues avec soin. Tous les collecteurs n'ont pas attaché la même attention à leur rédaction. Quelques plantes, rares il est vrai et généralement anciennes, sont étiquetées d'Afrique ou de Madagascar! Une bonne

étiquette devrait porter le nom du collecteur, le numéro de récolte, la localité, le type de milieu, puis des informations sur le port, la couleur des différents organes, leur forme, leur odeur, etc..., enfin le nom en langue locale, l'usage, etc...

— La plus grande partie de ces échantillons est déterminée, c'est-à-dire qu'ils portent un nom donné par le collecteur ou un spécialiste ayant examiné le matériel. Des échantillons restent innomés ou un doute se pose à leur sujet, souvent mentionné par le collecteur. Ainsi un échantillon de *Coffea* du Gabon est considéré par son découvreur, comme proche de *C. humilis* qui n'est connu que de l'Ouest africain. C'est grâce à un échantillon indéterminé de l'herbier de l'Afrique de l'Est à Nairobi qu'a pu être retrouvée, récoltée et mise en collection une espèce intéressante, vraisemblablement nouvelle.

— Pour l'Afrique et pour des raisons historiques évidentes les grandes collections sont en Europe: Belgique, herbier royal de Bruxelles-Meize; France, Museum national d'histoire naturelle de Paris; Grande-Bretagne, Royal botanical gardens de Kew et British Museum de Londres; Italie, herbier du Jardin botanique de Florence. Chacun a sa spécialité géographique: Belgique, Zaïre, Burundi, Ruanda; France, Afrique de l'Ouest et Centrale; Grande-Bretagne, Afrique de l'Est, Ghana, Nigéria, Afrique du Sud; Italie, Ethiopie, Somalie, Lybie.

On trouvera aussi de riches collections, souvent récentes, dans les herbiers locaux que l'on visitera dès le début de la mission de prospection.

Beaucoup d'autres données pourront être recherchées dans la bibliographie qui seront utiles à la prospection. Les travaux de CHEVALIER et PORTERES restent toujours d'un grand intérêt et forment une base de données qui sera complétée par une recherche bibliographique plus moderne de la plus grande utilité pour la suite du programme.

b. *Connaissance de la zone de prospection.* Là, encore, les informations seront recueillies par la recherche de la littérature: climat, végétation, agriculture, etc... Les données cartographiques sont à rechercher avec beaucoup de soin. Tous les pays ne sont pas connus avec la même précision. En Afrique, la plupart des pays de langue française par exemple, ont une très bonne couverture cartographique à plusieurs échelles, établies à partir de photographies aériennes en général récentes. Mais certains pays n'ont que d'anciennes cartes élaborées à partir de cheminements sur le terrain, le relief y est approximatif, les noms et la place des localités sujets à caution.

Il faut obtenir des renseignements administratifs sur les possibilités d'hébergement, les points de ravitaillement en carburant surtout, les moyens de transports, les possibilités d'expédition de matériel vivant, les centres de recherches, les collections vivantes, etc...

Enfin on pourra recueillir beaucoup d'informations auprès des personnes connaissant le pays et la plante.

Bien souvent documents et renseignements ne sont obtenus que sur place. Cependant, il est maintenant possible d'établir un projet de prospection relativement précis.

3. Projet de prospection

A partir de la distribution du matériel à rechercher, qui sera une aire ou une série d'aires pour une plante domestique, des localités pour une plante

sauvage, et en fonction des voies de communication ou des moyens de transports existants, on établira un itinéraire possible.

Rappelons que l'identification des lieux de récolte est souvent très compliquée :

— La graphie est incorrecte pour beaucoup de langues africaines non écrites ; le collecteur écrit le nom de la localité comme il l'entend et selon qu'il parle l'allemand, l'anglais, le français ou le portugais le résultat peut être bien différent, et beaucoup de collectes ont été faites avant qu'il y ait des cartes de la région. En Ethiopie, les transcriptions sont amhariques ; italiennes, anglaises à partir de noms qui n'appartiennent à aucune de ces langues mais au galla, au kaffa ou au guraje !

— La localité est imprécise parce que le nom très répandu. (Tels à Madagascar les Ambohimanga et les Moramanga, par exemple).

— Le nom a changé : les villages des sultanats orientaux de Centrafrique portent le nom de leurs chefs jusqu'en 1954. Les premiers collecteurs ont donné les noms utilisés par les premiers navigateurs ou les premiers colons qui n'ont jamais été utilisés par les habitants et non maintenus.

— La localité, le village a disparu ; il a pu aussi se déplacer, ce qui est très fréquent.

— Les noms ne correspondent pas à une localité ; le collecteur de bonne foi, a noté le nom d'une tribu ou d'un clan.

— La localité est connue sous deux noms, le nom vrai dans la langue de l'ethnie qui l'habite et un nom donné par une autre ethnie. C'est très souvent celui-ci qui figure sur les cartes.

— La difficulté est encore accrue s'il s'agit d'un lieu-dit : forêt, montagne, etc... Ces appellations sont rarement mentionnées sur les cartes et rarement générales, même les noms des fleuves et cours d'eau varient : un même fleuve a souvent autant de noms que d'ethnies riveraines (Amour = Hei Long Kiang par exemple).

Bref, c'est à une véritable recherche historique qu'il faudra se livrer dans certains cas pour situer les localités et ces cas sont souvent la majorité. Pour le Cameroun, LETOUZEY a établi un index des localités botaniques (Flore du Cameroun). Il existe aussi un répertoire mondial des localités mais encore inachevé.

On se rappellera ces trop longues remarques quand il s'agira d'identifier le matériel collecté !

L'itinéraire étant défini, on précisera les lieux d'expédition du matériel, objectif primordial de la prospection. Il n'y a pas de problème quand la récolte porte sur des semences, il risque d'être difficile à résoudre quand ce sera du matériel vivant.

Toute facilité permettant d'accélérer le transport est un facteur de succès complémentaire.

La prospection des plantes cultivées profitera évidemment d'une meilleure accessibilité que celle de plantes sauvages. Ici les facilités de circulation automobile pour avoir accès rapidement et facilement aux différentes zones à prospector sont particulièrement indispensables.

La période de prospection doit tenir compte de la période favorable pour récolter le matériel et aussi des possibilités de déplacements sur le terrain. Il faudra établir un compromis entre ces deux impératifs. En règle générale, la saison des pluies sera à déconseiller : difficultés voire impossibilité de déplacement et de travail efficace sur le terrain. En ce qui concerne le mil,

par exemple, la solution retenue a consisté à choisir une époque de prospection en fonction de la maturation des cultivars les plus tardifs. Ce passage après la récolte permet d'apprécier plus facilement qu'au champ la variabilité des cultivars. Les agriculteurs sont aussi plus disponibles pour répondre aux questions des enquêteurs. Cependant les cultivars très précoces risquent d'avoir été consommés, ayant joué le rôle de «vivre de soudure». D'autre part les formes sauvages à épillet caduque ne doivent pas être récoltées trop tard. Ainsi, dans la pratique, lorsqu'une prospection en deux temps n'a pas été possible, la collecte a commencé au cours du mois de novembre, certaines cultures étant encore sur pied.

Le projet de prospection comportera finalement l'objet de la prospection, l'itinéraire, le calendrier, la durée, la période, les modalités de transport et d'expédition du matériel, les besoins matériels et l'estimation financière.

C. DÉROULEMENT SUR LE TERRAIN

Dans le cadre des objectifs, des projets et des moyens mis en œuvre, les prospecteurs doivent pouvoir bénéficier de la plus grande liberté d'action possible: il leur faudra faire preuve d'initiative à tout instant.

1. Phase préliminaire

Avant d'aller sur le terrain même, on se doit de prendre contact avec les autorités compétentes. Il est toujours souhaitable, et c'est la règle générale, d'être accompagné par un spécialiste délégué par les autorités locales. Connaissance du milieu et de la plante, du pays même, contacts lors des enquêtes sont des plus fructueux.

C'est à ce moment qu'il faudra régler les modalités pratiques de dédoublement de la collection et le lieu d'implantation de la partie devant rester dans le pays. De même que les modalités législatives d'exportation du matériel.

On recherchera les informations nécessaires précises pour l'accomplissement du projet: état des routes, lieux d'envois, moyens de transports, etc... Très souvent le projet sera remanié à ce moment-là en fonction de ces nouveaux éléments.

Nous passerons sur la préparation matérielle domestique et le transport pour n'insister que sur ce qui a trait à la récolte et au conditionnement du matériel. Beaucoup de choses peuvent être achetées ou fabriquées sur place, les caisses isothermiques pour la conservation et l'envoi du matériel végétatif par exemple. Certains centres de recherche peuvent fournir du matériel spécial, on devra le savoir avant de venir, sinon l'apporter: instruments d'optique, de mesure, etc...

C'est souvent à ce moment-là que les prospecteurs pourront prendre connaissance du matériel vivant qu'ils vont s'efforcer de rechercher dans les collections ou les jardins des centres de recherche. Ainsi au Kenya, à la station de Ruiru ce fut le cas pour *Coffea eugenioides* qu'aucun des trois prospecteurs n'avaient vu vivant. Si même le matériel est connu, c'est une démarche à ne pas négliger.

Enfin comme il a été dit précédemment, l'examen des collections d'herbier va encore apporter des données importantes.

Les discussions, les échanges de vue avec les personnalités résidant dans le pays et portant quelque intérêt aux plantes sont un apport inestimable : la présence de *Coffea arabica* au Marsabit (Kenya) n'a été connue que par des informations recueillies sur place, il n'y a pas de référence d'herbier à Bruxelles, Kew, Paris, ni à Nairobi. Cependant, il en est fait mention dans «Trees and shrubs of Kenya». La faute dans la préparation a pu être rattrapée ! De même il a été signalé à propos de *Panicum* que ce sont les conseils du Dr AGNEW à l'Université de Nairobi qui ont amené les prospecteurs à modifier leur itinéraire et à collecter les échantillons les plus intéressants dans des zones qui ne figuraient pas sur le parcours initialement prévu.

2. Phase active

Le matériel prêt, les données diverses bien assimilées et ordonnées, les prospecteurs quittent enfin la ville qui les a accueillis les premiers jours, la prospection entre dans sa phase active.

Une chose est de connaître la plante en collection, champ ou jardin, une autre est de la trouver et de la reconnaître sur le terrain ! Difficultés réduites au minimum, évidemment, pour une plante domestique, poussées à l'extrême, au contraire, dans le cas d'un arbre ou arbuste de forêt.

La recherche de la plante ne se fait pas au hasard. On connaît, par les données de la bibliographie, la zone d'altitude et/ou la formation végétale par exemple. Mais les prospecteurs ne connaissent pas le pays et ils doivent concrétiser leurs connaissances livresques. Les indications d'habitat relatives à *Coffea eugenioides* conduisent à la rechercher dans une « forêt de montagne » alors qu'il se situe à la partie supérieure de la forêt de basse altitude.

L'expérience montre que c'est moins la difficulté de reconnaître l'espèce que de la situer dans son contexte de végétation qui est importante.

Il est presque toujours plus difficile par exemple de trouver la forêt qu'un caféier ! Ce n'est pas une boutade : comme nous le disions ci-dessus, il faut trouver le type d'habitat, par ailleurs bien des forêts dont on conserve des récoltes dans les grands herbiers ont disparu.

Or, n'oublions pas que le maximum de collectes a été fait dans la seconde moitié du siècle dernier et les toutes premières décennies du nôtre. Combien de forêts ont disparu depuis ! Raison de plus, s'il en fallait, pour accélérer le mouvement de prospection.

Le champ ou la station une fois repérés, une enquête auprès du cultivateur est indispensable pour comprendre l'organisation variétale au niveau du village ou de la région. Les informations recueillies comprennent : les noms du village, de l'ethnie, les noms vernaculaires, l'origine de la semence, les dates de semis et de récolte de chaque cultivar, les techniques culturales, l'attitude du cultivateur vis-à-vis des formes spontanées ou adventices, les usages (culinaires ou autres) le comportement vis-à-vis des aléas climatiques ou parasitaires, etc... Ces informations sont à confronter avec celles des cultivateurs des points de récolte voisins et avec la propre appréciation du prospecteur. Ainsi peut naître un dialogue des plus utiles avec les cultivateurs (cf. Tome I, p. 187 pour le Mil).

On recueillera, préparera et conditionnera le matériel végétatif vivant immédiatement et sur les lieux mêmes de récolte. Ce matériel est d'une très grande fragilité, sauf bien sûr quand il s'agit d'organes de reproduction végétative spécialisés. Les fruits seront traités plus tard.

Quand il y a une hésitation sur la nature du matériel il faut le récolter plutôt que de passer à côté de quelque chose d'intéressant — et à Madagascar, nous avons les erreurs de collecteurs souvent illustres!

Il sera souvent nécessaire de faire des herbiers avec fleurs et fruits. On s'attachera à conserver en milieu liquide (alcool, formol ou autre) quelques-uns de ces organes reproducteurs. Pour les espèces ligneuses, il est bon de prendre un morceau de tronc.

Les parasites cryptogamiques seront collectés selon les méthodes en usage.

Des exemples circonstanciés ont été donnés dans les monographies.

L'identification du matériel est très importante: un matériel non identifié ou mal identifié perd beaucoup de sa valeur. Les échantillons prélevés portent tous un numéro; le but de la numérotation doit être de pouvoir retrouver la provenance du matériel, de connaître le type de matériel collecté et de montrer clairement les relations entre les différents échantillons.

La localisation géographique doit être faite avec le plus grand soin possible, on se rappellera les difficultés rencontrées avec les herbiers! Il convient d'utiliser les noms mentionnés sur les cartes et de faire référence à celles-ci: la distance à un centre et la position géographique par rapport à celui-ci, les coordonnées géographiques à partir des cartes seront notées.

Il n'est pas utile de s'étendre sur le déroulement de la prospection. Il devra être adapté à la plante et au pays; les beaux projets, le bel ordonnancement avant le départ vont se trouver confrontés à la réalité. L'important est de trouver et de rapporter le matériel. Les routes prévues ne sont pas accessibles, les points d'expédition ont disparu, il faudra improviser. Les prospecteurs devront utiliser, ils l'avaient prévu, des moyens locaux, pirogues, animaux de bât, transports en commun. Il faudra toujours estimer les moyens et le temps passé en fonction des résultats escomptés.

L'observation des étalages de marchés permet de découvrir parfois des cultivars oubliés ou peu accessibles, ou elle peut en enquêtant auprès des marchands faire découvrir des zones de cultures inconnues jusque-là. La visite des greniers est indispensable car il s'y trouve rassemblée la totalité de la variabilité rencontrée dans les cultures du village.

Il ne faut pas trop attendre des paysans pour obtenir des renseignements sur une plante sauvage à moins qu'elle ne soit utilisée ou l'ait été. A Madagascar, les villageois ne connaissent généralement pas les caféiers sauvages en tant que tels, par contre ils recouvrent sous le nom de « café-ala » café de forêt, beaucoup de plantes qui n'ont rien à voir avec les Rubiacées mais possèdent des graines aplaties et des fruits rouges.

C'est cependant une source de renseignements à ne pas négliger: dans une prospection, rien n'est à négliger.

Les paysans, s'ils ne se soucient que peu de classification et de systématique ou mieux s'ils n'ont pas les mêmes critères que ceux utilisés en botanique, sont des observateurs de premier ordre. Un rameau ou mieux encore une plante en place permettra à un guide de retrouver immédiatement cette plante.

La prospection se terminera par la remise du double du matériel collecté à l'institution prévue du pays hôte.

3. Bilan de la prospection

Il est important d'insister sur le rapport de prospection destiné à faire le bilan de toutes les observations de terrain pour les utilisateurs du matériel végétal. Ce doit être un document analytique qui réunit cependant les observations des différents prospecteurs.

Le rapport comprendra nécessairement :

- l'itinéraire suivi avec une carte précisant la situation des points de collecte,
- la description des conditions géographiques, climatiques, édaphiques, ethniques des zones prospectées,
- une liste des échantillons récoltés avec leur point de collecte, le nom vernaculaire et l'ethnie du cultivateur,
- une description du matériel collecté par cultivar accompagné éventuellement d'illustrations, et des caractéristiques morphologiques, adaptatives, culturelles de ce cultivar.

Des fiches descriptives sont ensuite réalisées pour chaque échantillon (cf. chapitre Descripteurs : descripteurs de terrain).

Ces différents points seront présents selon l'initiative des auteurs. Rappelez que ce rapport est indispensable pour la suite du programme mais aussi pour les organismes qui ont initié et financé la mission. Il devra aussi être impérativement remis aux autorités du pays où s'est faite la mission.

Ce rapport, quelques années après, restera avec le matériel mis en collection, le seul souvenir de la prospection.

II. MÉTHODOLOGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

Avant d'établir quelques principes d'échantillonnage il faut distinguer deux étapes dans les prospections et les collectes :

— La première est une véritable exploration, on ne sait même pas au départ si dans la région explorée, il sera seulement possible de découvrir et de rapporter des plantes du type recherché (telles étaient par exemple les conditions de la récupération de *Coffea congensis*, la découverte de plantes diploïdes sexuées de *Panicum maximum*). Dans ces conditions il serait absurde d'alourdir la tâche des prospecteurs par des exigences systématiques pour l'échantillonnage. C'est sur place qu'ils orienteront leurs parcours et leurs prélèvements en fonction des renseignements de tous ordres qu'ils obtiendront.

— La deuxième concerne des plantes bien connues, très bien recensées ; des populations déjà repérées. Dans ce cas on peut envisager de planifier un échantillonnage le plus correctement possible.

Pratiquement le réalisme imposera trois recommandations :

— Les bons programmes de collecte se déroulent au moins en deux temps : un premier repérage et une récolte préliminaire, base d'études

permettent de mieux planifier une deuxième campagne plus systématique.

- Les échantillonnages doivent aussi être planifiés et aussi objectifs que possible mais jamais au prix d'émousser le sens d'observation des prospecteurs et d'affaiblir leur potentiel de décision sur le terrain.
- La primauté du jugement sur l'aspect systématique impose que les collectes soient faites par des spécialistes de la plante concernée, préoccupés des ressources génétiques plus que des intérêts appliqués immédiats mais parfaitement informés des problèmes posés par l'amélioration de la plante.

A. OBJECTIFS DE LA COLLECTE DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

Il ne faut pas perdre de vue que les objectifs généraux sont doubles :

- Rapporter le maximum de diversité génétique pour le complexe étudié (conservation d'une banque de gènes).
- Déterminer les mécanismes générateurs de cette diversité et localiser les sites où ces mécanismes semblent mis en œuvre (conservation dynamique des ressources génétiques et connaissance de leur gestion).

Le premier point vise des conservations centralisées plus ou moins indépendantes des zones d'origine, le deuxième prépare la constitution de conservations dynamiques (réserves, stations de conservation reproduisant les mécanismes d'entretien et de création de diversité).

Si l'on se reporte aux descriptions schématiques des aires d'origine (chapitre I), le premier objectif tend à privilégier des échantillonnages peu abondants couvrant les aires les plus vastes possibles, le deuxième objectif visera des échantillonnages abondants, relativement peu dispersés dans quelques zones centrales pour tenter d'identifier et d'étudier précisément des microcentres.

La nature du matériel végétal échantillonné a une incidence très grande également sur l'organisation des collectes, suivant que l'on cherche à échantillonner des variétés améliorées adaptées à des écologies variées, des variétés traditionnelles ou des populations spontanées.

La première catégorie milite en faveur de parcours rapides sur de très grandes distances ponctués de prélèvements assez peu détaillés. La deuxième catégorie conduit à préférer des échantillonnages dans les villages, à une date à peine postérieure à la récolte, accompagnés d'enquêtes et d'observations comparées des semences stockées dans divers greniers. L'observation des variétés en place est cependant nécessaire (particulièrement pour juger des phénotypes des formes de transition avec les formes spontanées) et un premier parcours avant les récoltes doit permettre de bons repérages. L'échantillonnage des populations spontanées est encore plus exigeant en temps passé pour rapporter un échantillon de dimension donnée ou pour couvrir une région. La maturation des graines est échelonnée, souvent sporadique ; pour des graminées ou d'autres plantes annuelles les populations ne peuvent être détectées qu'à des moments très particuliers, elles peuvent disparaître complètement après maturité des graines. Les « mauvaises herbes » peuvent être arrachées par l'entretien des routes ou par les troupeaux en déplacement. Pour des

plantes pérennes (caféiers, hévéas) il est difficile de synchroniser la collecte et la maturation des fruits pour des raisons de repérage ou d'accès au matériel; l'échantillonnage d'arbres dispersés dans une forêt où l'espèce n'est pas écologiquement dominante pose non seulement le problème du repérage mais aussi celui de la délimitation des populations.

Les échelles de temps de ces trois types de prospections ne sont pas comparables et leur simultanéité est généralement inconciliable.

B. DONNÉES A PRIORI POUR LA RÉALISATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

La recherche des diversités sera aidée par quelques considérations de génétique des populations rapprochant les observations des polymorphismes et l'existence de groupes géniques coadaptés, les modes de reproduction, les diversités des milieux, les règles d'échanges de semence ou de migrations spontanées (pollens et graines).

1. Diversités génétiques observées

Les analyses d'isoenzymes par électrophorèse (cf. méthodes d'évaluation génétique, chap. III) permettent de donner une image du polymorphisme des populations naturelles et de la variabilité des variétés traditionnelles en termes de taux de polymorphisme, d'hétérozygotie et de distance génétique (cf. chap. I). Les études détaillées sont encore très succinctes, quelques données existent cependant.

Le tableau 7 recense, sur des plantes pour lesquelles les résultats concernent plus de 10 locus, les paramètres suivants:

— Le nombre de locus (locus variables) pour lesquels sur l'ensemble des populations recensées on trouve plus d'un allèle: soit par polymorphisme intrapopulation, soit monomorphisme pour des allèles majoritaires différents (cf. chapitre I, définition du polymorphisme).

— Un indice de diversité moyen* calculé comme moyenne, pour l'ensemble des populations et des locus variables de $H_e = \sum p_i(1-p_i)$ où (i) désigne un allèle particulier de fréquence p_i dans la population considérée pour le locus variable observé.

On peut remarquer l'irrégularité des résultats d'une plante à l'autre et souligner l'absence de liaison nette entre le mode de reproduction et la diversité génétique.

*définition NEI « Molecular population genetics and evolution ».

TABLEAU 7: Extrait de BROWN, 1978

Espèces et régions	Mode de reproduction	Nombre de populations	Nombre de locus étudiés	Nombre de locus variables	Densité moyenne He x 100
<i>Oenothera biennis</i>	{ Cook County	Autogame	16	1	8 %
	{ S. Illinois	Autogame	28	4	22 %
<i>Hordeum spontaneum</i>	Israël	Autogame	28	25	11 %
<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i>	{ Equateur { Pérou	Autogame	43	11	14 %
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>					
<i>Phlox cuspidata</i>	Texas	autoincompatible	10	7	11 %
<i>P. drummondii</i>	Texas	autoincompatible	10	4	27 %
<i>Stephanomeria exigua</i>	Californie	autoincompatible	11	8	30 %

TABLEAU 8: Nombre d'allèles de chaque catégorie.

Espèces	échantillons	Locus	nombre de protéines	C			R	
				D	S	L	D	L
<i>Phlox drummondii</i> cultivars	16 variétés nommées	19	13	24 [72]	1 [14]	1 [14]		
<i>Hordeum spontaneum</i> formes spontanées	28 populations de 7 régions (Israël)	28	16	45 [22]	16 [21]	25 [33]	6 [8]	12 [16]
<i>Lycopersicon</i> <i>pimpinellifolium</i> formes spontanées	11 Equateur Perou	11	3	22 [28]	3 [8]	9 [23]	2 [5]	14 [36]
<i>Phlox cuspidata</i> formes spontanées	10 populations Texas	16	9	19 [42]	2 [29]	2 [50]		
<i>Phlox drummondii</i> formes spontanées	10 populations Texas	16	9	21 [100]				
<i>Stephanomeria</i> <i>exigua</i> formes sauvages	11 populations Californie	14	8	22 [26]	6 [19]	8 [26]	5 [16]	4 [13]

[] % d'allèles fournis par la catégorie concernée

Un deuxième type d'observations (cf. tableau 8) apporte des informations sur la distribution géographique des allèles. Un peu arbitrairement, 5 catégories d'allèles sont définis :

Allèle commun C fréquence > 10% dans au moins un échantillon	}	dispersé D :	observé à fréquence > 10% dans plus de 2 régions
		sporadique S :	observé à fréquence > 10% dans seulement 2 régions
		localisé L :	observé à fréquence > 10% dans une seule région
Allèle rare R fréquence toujours < 10%	}	dispersé D :	il est observé dans plus d'une région
		localisé L :	il n'est observé que dans une région

Le Tableau 8 souligne que pour les allèles rencontrés, on trouve des différenciations locales notables puisque la colonne C D est en général loin de fournir la majorité des allèles recensés (2 parmi 6). Les allèles RL sont bien représentés et ne contribuent donc pas de façon négligeable à la diversité d'ensemble. Si l'on considère les ressources génétiques du point de vue d'une banque de gènes il y a fort intérêt à ce que l'échantillonnage concerne le maximum de populations et de régions: échantillonner davantage de sites avec moins d'individus par site.

La encore ce tableau ne met pas en évidence des particularités liées au mode de reproduction.

Le Tableau 9 concerne les données relatives aux richesses alléliques comparées entre les formes cultivées et les formes spontanées observées sur des collections de 3 complexes (orge, tomate, riz).

Le Tableau 9 souligne l'importance des formes spontanées comme réserve originale d'allèles, (malgré un pourcentage commun toujours important). *H. spontaneum* avec seulement 20 échantillons introduit 18% d'allèles nouveaux. Les populations de *H. spontaneum* d'Israël sont en moyenne de 50% plus variables que le fameux composite XXI en sa 17ème génération (ce composite avait été synthétisé à partir de 6.200 origines d'orges de la collection mondiale).

Un dernier point que nous n'illustrerons pas concerne l'observation des déséquilibres gamétiques dans les populations naturelles. Il semblerait que des complexes coadaptés (lisibles à travers des déséquilibres gamétiques de locus dont la signification adaptative directe, comme les estérases, n'est pas évidente) puissent être mis en évidence tant chez les formes spontanées que dans les variétés traditionnelles. Leur signification pourrait être importante en ce qu'ils soulignent l'incidence des corrélations environnement-polymorphisme enzymatique.

Des données de génétique quantitative rapportées chapitre III, 3, permettent également de considérer le même problème: quelle est la part de diversité interpopulation par rapport à la part de polymorphisme intrapopulation. Pour deux plantes du même complexe d'espèce (*Triticum-Aegilops*) et d'habitats très comparables, on peut noter de fortes différences dans la valeur relative des deux sources de variabilité.

NEVO et al. (1982) donnent un autre exemple d'observations de caractères morphologiques et enzymatiques et des conséquences qu'il convient de tirer pour l'organisation de l'échantillonnage. Il s'agit cette fois des formes spontanées *Triticum diccocoïdes* des blés tétraploïdes. Cette forme est l'ancêtre spontané immédiate de toutes les formes tétraploïdes cultivées avec lesquelles elle est pleinement interfertile, elle est aussi partiellement fertile avec les blés hexaploïdes, elle est autogame comme tous les blés cultivés (taux d'allogamie de l'ordre de 3%). Des allèles peuvent être ainsi facilement transférés de ces formes spontanées aux formes cultivées. On trouve chez *T. diccocoïdes* des caractéristiques agronomiques intéressantes (gros grains, haute teneur en protéine, résistance à la rouille jaune). L'étude de NEVO et al. concerne 50 loci analysés sur 457 individus représentatifs de 12 populations en Israël. 32% des loci étaient polymorphes dans toutes les 12 populations, 30% étaient localement polymorphes, les derniers étaient polymorphes au niveau de la région. Pour 49 des loci le taux de polymorphisme était supérieur à 10%. L'hétérozygotie atteignait au maximum 6% loci par individus. La distance génétique maximum entre 2 populations valait 0,248. Les variations concernant les polymorphismes enzymatiques et les caractéristiques d'épillets pouvaient être significativement corrélées avec des facteurs du milieu et la répartition géographique (longitude). NEVO proposait les stratégies d'échantillonnage suivantes pour maximiser la variation génétique collectée en terme d'unité de coût et d'effort:

«1. Il n'existe pas, à l'intérieur d'Israël, une région unique riche en diversité. Le patron de différenciation, sporadique, local et régional concerne des populations différentes par leur effectif et leur degré d'isolement.

2. Plusieurs allèles sont limités à une ou deux populations ou zones, mais ils y sont présents en fréquence appréciable ($\geq 10\%$). La proportion d'allèles sporadiques communs et localisés atteint 68% et seuls 8% sont rares sur l'ensemble de l'aire. Il est donc *souhaitable de collecter des petits échantillons dans un aussi grand nombre de localités que possible*. Dans cette espèce la probabilité est forte de trouver des variants nouveaux, localement communs dans des régions nouvelles non encore explorées. MARSHALL et BROWN (1975) ont déjà souligné l'importance d'échanger en priorité des allèles localisés.

3. Puisque la différenciation est partiellement adaptative et significative écologiquement, l'échantillonnage doit concerner la plus grande diversité environnementale possible (altitude, latitude, longitude variées; conditions climatiques, édaphiques et biotiques.»

Cependant la diversité interpopulation reste (même pour la plante allogame), très fortement prédominante et l'on retrouve la conclusion du tableau 8.

L'analyse des populations d'une région donnée permet d'organiser un meilleur échantillonnage ultérieur et de déterminer en fonction des coûts

des diverses étapes de la collecte, les effectifs des échantillons à prélever dans chaque situation*. (BOGYO et al. 1980)

*Si on prélève des échantillons de n_2 individus sur n_1 populations, on peut évaluer le coût C de la collecte par : $C = C_1 n_1 + C_2 n_1 n_2$ ou C_1 est le coût lié aux changements de populations et C_2 le coût de prélèvement d'un individu dans une population.

Un principe d'optimisation de n_1 et n_2 proposé par COCHRAN et appliqué par PORCEDDU serait de choisir n_1 et n_2 de façon telle que le produit du coût global C par la contribution moyenne d'un individu à la variance entre populations (σ_B^2) soit minimum. Le principe permet de situer n_1 et n_2 à un niveau tel que relativement au coût l'apport de tout individu supplémentaire ne soit plus très élevé (C faible mais $\frac{\sigma_B^2}{n_1 n_2}$ élevé) et ne soit pas insignifiant (C fort avec une contribution individuelle à la variance négligeable).

La contribution à la variance σ_B^2 de chaque individu collecté est

$$\frac{\sigma_B^2}{n_1 n_2} = \frac{\sigma_e^2}{n_1 n_2} + \frac{\sigma_p^2}{n_1}$$

ou σ_e^2 est la variance intrapopulation et σ_p^2 la variance due à l'hétérogénéité entre populations (cf. analyse de variance hiérarchisée p. 137 et suivantes).

Il faut donc rendre minimum :

$$\Delta_c = C \times \frac{\sigma_B^2}{n_1 n_2} = (C_1 + C_2 n_2) \left(\frac{\sigma_e^2}{n_2} + \sigma_p^2 \right)$$

$$\text{soit : } \Delta_c = C_2 n_2 \sigma_p^2 + \frac{C_1 \sigma_e^2}{n_2} + C_2 \sigma_e^2 + C_1 \sigma_p^2$$

ce qui revient à annuler :

$$\frac{d\Delta_c}{dn_2} = C_2 \sigma_p^2 - \frac{C_1 \sigma_e^2}{n_2^2}$$

$$\frac{d\Delta_c}{dn_2} = 0 \text{ si } C_2 \sigma_p^2 - \frac{C_1 \sigma_e^2}{n_2} = 0$$

$$\text{d'où } n_2 = \sqrt{\frac{C_1 \sigma_e^2}{C_2 \sigma_p^2}}$$

Supposons que les coûts de collecter une population de plus (temps, déplacement) soit 16 fois le coût de prendre une plante de plus dans la population (temps) on a $C_1 = 16 C_2$. En prenant des valeurs de variances calculées sur des populations d'Israël d'*Aegilops speltaoides* (allogame) et d'*Aegilops longissimum* (autogame) on trouve pour la floraison :

$$\frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2} = \frac{47}{19}, n_2 = 4 \sqrt{\frac{47}{19}} \approx 6 \quad \text{et}$$

$$\frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2} = \frac{83}{184}, n_2 = 4 \sqrt{\frac{83}{184}} \approx 3 \quad \text{respectivement.}$$

Si on disposait d'un seul budget global $C = 1000 C_2$, $C = 16C_2n_1 + n_1C_2n_2$ on obtient

$$1000 C_2 = \begin{cases} n_1 (16C_2 + 6C_2) & \text{pour } \textit{speltoïdes} \\ n_1 (16C_2 + 3C_2) & \text{pour } \textit{longissimum} \end{cases}$$

$$\text{d'où } n_1 = \begin{cases} 1000/19 \# 53 \text{ populations.} \\ 1000/22 \# 46 \text{ populations} \end{cases}$$

On voit ainsi l'incidence, sur le nombre de populations échantillonnables, de la connaissance acquise sur la variabilité de ces populations analysées à la suite d'une prospection préliminaire.

2. Incidence du mode de reproduction

TABLEAU 9 : Variabilité allélique comparée entre formes cultivées et formes spontanées de trois complexes d'espèces (orge, tomate, riz).

	Nombre d'entrées	Bases de mesures	Résultats
<i>Hordeum vulgare</i> <i>Hordeum spontaneum</i>	297 20	43 allèles en 3 locus d'esté-rases	40% des allèles en commun dans les collec-tions 32% des allèles ne sont observés que dans <i>H. vulgare</i> 18% des allèles que dans <i>H. spontaneum</i>
<i>Lycopersicum esculentum</i> cultivé <i>Lycopersicum pimpinellifo-lium</i> spontané	47 cultivars du Pérou 43 populations spontanées (+ 1 de <i>L. e. var. cerasiformae</i>)	49 allèles en 10 locus	37% allèles en commun 2% allèles que dans les formes cultivées 61% allèles que dans les formes spontanées exclu-sivement
<i>Oryza sativa</i> cultivé <i>Oryza perennis</i> spontané		série 1 (17 allèles) série 2 (9 bandes esté-rases)	53% en commun 47% chez <i>O. perennis</i> seu-lement 78% en commun 22% dans <i>O. perennis</i> seu-lement

On dispose de trop peu d'études détaillées pour permettre de suggérer des consignes d'échantillonnage en fonction de la seule connaissance a priori du mode de reproduction.

La diversité génétique des autogames peut, à tous les niveaux, être comparable à celle des allogames. Les connaissances acquises sur les variétés traditionnelles des plantes autogames montre que leur polymorphisme intrapopulation peut être considérable et que celui-ci peut avoir une grande importance adaptative face à la diversité des écosystèmes cultivés.

L'amélioration des plantes à l'avenir, fortement échaudée par la vulnérabilité des variétés récentes, aura besoin non seulement de riches banques de gènes mais aussi d'exemples opérationnels de variétés polymorphes stables présentant des coadaptations en régime stationnaire. Celles-ci représentent probablement ces bilans adaptatifs face à des milieux bien déterminés tant pour leur tendance générale que pour leurs types de complexité (diversité, irrégularité). Des ressources génétiques qui ambitionnent d'être à la fois banque de gènes et conservation d'organisation adaptatives complexes ne peuvent escamoter un échantillonnage serré de quelques populations naturelles ou variétés traditionnelles, et ce, quel que soit le mode de reproduction des plantes du complexe d'espèces (autogamie, allogamie, apomixie). Les populations apomictiques centrales couplées aux formes sexuées chez *Panicum maximum* ont un polymorphisme comparable à celui attendu chez des populations sexuées allogames; la diversité des cultivars de pommes de terre tétraploïdes (autogamie et multiplication végétative) du Pérou est nourrie de celle des autoincompatibles diploïdes; les *Aegilops* diploïdes autogames ne sont pas moins polymorphes (intrapopulations et intrafamilles) que les *Aegilops* diploïdes allogames; les variétés traditionnelles de millet du nord Shensi sont extrêmement polymorphes malgré leur taux d'autogamie supérieur à 99%.

Le mode de reproduction par contre intervient plus valablement pour définir la taille d'une unité à échantillonner pour des populations naturelles: l'isolement par distance est beaucoup plus réduit chez les allogames (pollinisateurs lointains) que chez les autogames.

3. Distribution géographique du complexe d'espèces

Le chapitre I, 6, schématise la distribution de complexes d'espèces en zones centrales (dont des microcentres), zones marginales et isolats. Malgré le manque d'analyses détaillées prouvant complètement ce schéma, on voit que les stratégies d'échantillonnage peuvent être modulées de la façon suivante:

Zone centrale: proximités modérées entre prélèvements, plus grande chez les allogames que chez les autogames. Les échantillons en chaque point peuvent être abondants. Les zones à introgression, les microcentres, doivent être prospectés en jumelant des échantillonnages au hasard et des repérages visuels de hors-types.

Zones marginales et isolats: Les consignes correspondant à des objectifs « banque de gènes » peuvent être suivis, il faut mettre l'accent plus sur la diversité des sites que sur le nombre des individus par site.

4. Consignes pratiques d'échantillonnage

La lecture des monographies de la première partie montre la diversité de ce qu'on appelle un échantillon. La taille de l'échantillon dépend d'abord de sa nature (éléments de multiplication végétative, plantules, graines, pollens) et de la plante.

La dimension de l'échantillon doit être calculée en fonction des objectifs d'étude qui le concerne (prévoir un excédent pour l'analyse génétique par les laboratoires de ressources génétiques) et des possibilités de conservation (coûts des chambres froides, surfaces disponibles par les collections de plantes pérennes). Ce n'est que très secondairement qu'une justification de la taille de l'échantillon dépendra d'optimisations mathématiques. A titre d'exemple on trouvera tableau 10 le nombre d'échantillons prélevés au cours des différentes prospections de riz depuis 1974.

Les contrats de collecte prévoieront des dimensions d'échantillon type. Il faudra explicitement détailler ces formats suivant qu'il s'agit d'échantillons de petites graines à fort égrenage spontané de formes sauvages ou de lots de cultivars plus faciles à collecter en grenier. Les échantillons des hors-types, témoins d'une introgression, serviront à des recherches sur l'organisation du complexe des espèces prospectées; ils ne doivent pas figurer dans le catalogue de collecte destiné à la conservation générale.

Sur les populations ou variétés en place les échantillons doivent être réalisés par regroupement de plusieurs prélèvements aléatoirement distribués sur l'ensemble du champ. L'information concernant cette distribution n'est pas utilisable dans le cadre de la conservation générale, le maintien de lots séparés par épis d'un même champ ne se justifie donc pas, sauf si la collecte doit servir à analyser la structure reproductive de la variété.

Accompagnant certains échantillons, des exemplaires botaniques types doivent être rapportés (épis ou graines caractéristiques, planches d'herbier) mais l'encombrement de ce matériel ne justifie pas de le multiplier systématiquement. Là encore le jugement des collecteurs est déterminant.

S'astreindre à accompagner chaque échantillon de fiches détaillées est un travail dont l'efficacité est illusoire (même si la perspective de beaux descripteurs mis en mémoire informatisée est alléchante). Il vaut mieux garantir quelques informations peu nombreuses mais solides et rédiger en fin de collecte un compte-rendu synthétique replaçant le mieux possible les grands ensembles d'échantillons par zone écologique, avec des repères ethnographiques et des données sur l'agriculture. Autant que possible il ne faut cependant pas descendre en dessous du minimum suivant :

- N° de prospection,
- nom d'espèce (latin, après vérification si nécessaire),
- nom vernaculaire,
type de précocité défini par le paysan,
- position précise du prélèvement (longitude, latitude, altitude),
- condition (grenier, champ, population naturelle, hors-type particulier),
- taille approximative du lot à partir duquel l'échantillon est prélevé,
- pratique de l'échantillonnage:
graines au hasard (battues, par épi ou par pied)
bouture,
tubercule,

- dimension approximative de l'échantillon,
- caractéristiques particulières frappantes.

Les notations de parasites, les données d'enquête doivent être rapportées par ensemble dans le rapport plutôt que par échantillon (sauf attaque très exceptionnelle et échantillonnage sur de rares survivants). Les méthodes de gestion des bases de données (Chap. IV) permettent d'enregistrer les observations en clair; il est superflu de vouloir coder au maximum les notations au risque de les biaiser.

TABLEAU 10: Prospections (échantillons prospectés par l'ORSTOM et l'IRAT depuis 1974).

Pays prospectés	Année	Prospecteurs IRAT/ORSTOM	Nombre d'échantillons							
			<i>O. sativa</i>	<i>O. glaberrima</i>	<i>O. brevis</i> spontanée	<i>O. brevis</i> guilata	<i>O. longicauda</i> advertie	<i>O. brevis</i> guilata	<i>O. brevis</i> longicauda	<i>O. sativa</i> total
Mali	oct-déc. 1974	BEZANCON/BOZZA	-	101	-	53	8	2	-	-
Sénégalie	oct. 1974 janv. 1975	SECOND	31	283	9	30	44	-	-	-
Mali, Niger	nov.-déc. 1975	BEZANCON SECOND	8	41	-	(53)	30	-	-	-
Haute-Volta	oct. 1976	BOZZA / SECOND	4	14	3	5	7	1	-	-
Côte d'Ivoire	nov. 1976	BEZANCON KOFFI GOLI	24	20	1	-	2	-	6	1
Mali, péninsule du Sahel	nov. 1977	BEZANCON BOZZA	1	-	25	1	5	7	-	-
Sénégal, région de Fatick, région de Fatick, région de Fatick	déc. 1977	BEZANCON BOZZA	1	3	12	(8)	0	-	-	-
Côte d'Ivoire	nov. 1977	BORGEL SECOND	16	12	49	(2)	8	1	3	-
Nord Cameroun	déc. 1977	BORGEL SECOND	14	16	13	(7)	10	3	1	-
Côte d'Ivoire	nov. 1977	KOFFI GOLI NGUESSAN YCBOLE	394	15	-	-	-	-	-	-
Zaire	mai-juin 1978	BEZANCON SECOND	20	-	4	-	10	-	-	-
Guinée-Bissau	nov.-déc. 1978	BORGEL BOZZA	104	47	2	4	7	-	-	-
Guinée	mai-juin 1979	BEZANCON SECOND	53	3	5	-	12	2	5	1
Guinée-Corakry	nov.-déc. 1979	BEZANCON KOFFI GOLI	296	75	5	-	3	-	-	-
TOTAL			996	636	129	163	198	16	15	2

5. Rappels

- Les populations spontanées sont riches d'une variabilité phénotypiquement peu visible: quelques unes méritent d'être très soigneusement échantillonnées (une ou deux par zone écologique).

- Il vaut mieux multiplier les sites de prélèvement qu'augmenter la taille des échantillons (c'est d'autant plus vrai que l'on est loin des zones centrales).

- Les échantillons très méticuleux et statistiquement très planifiés ne concernent que des populations ou des champs bien repérés à la suite d'enquêtes précises ou d'études préliminaires qui en font suspecter l'importance. Ces travaux concernent alors les recherches en ressources génétiques mais pas le lot de conservation, « banques de gènes », général.

- Les collecteurs quadrillant systématiquement une région doivent toujours avoir présent à l'esprit que les déterminations de zones relevant de la consigne ci-dessus est de toute première importance pour préparer la conservation dynamique des ressources génétiques (le seul type de conservation qu'il faudra en définitive chercher à réaliser, la constitution de « banques de gènes » n'étant qu'une mesure de première urgence).

- Le souci d'efficacité doit primer l'excessive méticulosité bureaucratique. Quelques bonnes informations nettes et sûres et des échantillons bien répertoriés valent mieux que pléthore de détails incertains sur des lots à délimitation confuse. Le bon sens des collecteurs connaissant bien leur plante et leurs objectifs doit toujours se traduire par une décision nette dans la définition des échantillons et la stratégie de prélèvement sur le terrain.

- Il est rare qu'une collecte valable puisse concerner des plantes très diverses; une équipe de spécialistes différents (sélectionneurs, généticiens, phytopathologistes, botanistes), prospectant le même complexe d'espèces est efficace là où plusieurs sélectionneurs de plantes différentes ne réaliseront qu'un survol assurant l'illusion du nombre mais pas de la solidité des ressources collectées. Beaucoup de kilomètres de routes goudronnées ne valent que si, en quelques sites, elles aboutissent à de grandes randonnées pédestres ou de pistes plus difficiles où les équipes prennent le temps d'observer et de questionner plus que de prélever. Des heures de « palabre » avec un bon cultivateur ou un groupe de villageois, des journées de discussions, de promenade et d'échantillonnage dans une seule population rapportent souvent autant d'information véritable que des centaines d'échantillons. La collecte des ressources génétiques ne se juge pas au nombre d'échantillons mais à la qualité des conservations qu'elle permettra.

Guillaumet Jean-Louis, Pernès Jean. (1984)

Stratégies de prospection

In : Pernès Jean (dir.), Charrier André (collab.), Combes Daniel (collab.), Guillaumet Jean-Louis (collab.), Leblanc Jean-Marc (collab.), Lourd Maurice (collab.), Nguyen Van E. (collab.), Savidan Yves (collab.), Second Gérard (collab.). Gestion des ressources génétiques des plantes : Tome 2-Manuel

Paris : Agence de Coopération Culturelle et Technique, 107-133

ISBN 2-92-9028-043-3