

De la domestication à l'amélioration des plantes

TECHNIQUES TRADITIONNELLES,

TECHNIQUES "MODERNES"

par Julien BERTHAUD et André CHARRIER*

* Généticiens à l'ORSTOM, Département "Indépendance alimentaire",
U.R. "Bases biologiques de l'amélioration des plantes" (U.R. 507)

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24522 2x3

Cote : A

La domestication des plantes et l'agriculture sont un phénomène qui a eu lieu sur tous les continents. Il est apparu après la dernière glaciation, c'est-à-dire vers 10 000 ans avant notre ère, avec des modalités qui ont varié selon les plantes et dans le temps. Ce processus n'est pas forcément terminé. La plupart des centres d'origine des plantes cultivés, tout au moins les plus riches, se trouvent dans les régions tropicales (cf., en page suivante, la carte jointe avec les centres et non centres selon Harlan, 1975).

La domestication a utilisé les plantes sauvages qui se trouvaient sur ces différents continents. Elle a consisté à retenir des plantes ayant des caractères ou, surtout, des associations de caractères plus favorables pour l'utilisation prévue. La grande différence entre les plantes sauvages et leurs formes cultivées ne porte souvent que sur des formes différentes de quelques gènes. Cela a été bien étudié dans le cas des céréales (voir J. Pernes, "La Recherche", juillet 1983 : Le syndrome de domestication des céréales). Au total, on ne crée pas "de novo" de nouvelles plantes, on réarrange et on sélectionne. Comme le rappelle, en introduction, Yves Gillon : "L'homme n'a jamais créé ou ressuscité aucune espèce".

A partir de l'époque des grands navigateurs et de la découverte de l'Amérique, de nombreux échanges de plantes cultivées ont eu lieu :

<p><u>Depuis l'Amérique</u></p> <p>Maïs Manioc Pomme de terre</p> <p>Haricot Tomate Piment</p> <p>Arachide Cacao Ananas Hevea</p>	<p><u>Depuis l'Afrique</u></p> <p>Mil Sorgho</p> <p>Caféier Palmier à huile</p>
<p><u>Depuis l'Asie</u></p> <p>Riz Soja</p>	<p><u>Depuis le Bassin méditerranéen et le Proche-Orient</u></p> <p>Blé Orge Avoine</p> <p>Lentille Pois chiche</p>



Centres et non-centres de l'origine de l'agriculture : A1, centre du Proche Orient ; A2, non-centre africain ; B1, centre du nord de la Chine ; B2, non-centre du Sud-Est asiatique et du Pacifique du Sud ; C1, centre méso-américain ; C2, centre Sud-américain (d'après Harlan, 1971).

Beaucoup d'échanges ont eu lieu aux XVI, XVII, et XVIIIème siècles. Une nouvelle série d'échanges s'est produite au début de la colonisation, dans le courant du XIXème siècle. La plupart des échanges ont porté sur de très petites quantités de graines.

Ces échanges ont conduit à la situation où beaucoup de cultures considérées comme traditionnelles sont en fait des cultures introduites.

Au Cameroun, chez les Bamilékés, l'agriculture est basée sur les plantes suivantes : maïs (provenant d'Amérique) ; haricot (provenant

d'Amérique) et Vigna (provenant d'Afrique) ; igname (provenant d'Afrique) ; taro (provenant du Sud-Est asiatique).

Au Congo et dans d'autres pays d'Afrique centrale, la principale source de carbohydrates est constituée par le manioc (en provenance d'Amérique du Sud).

En Afrique de l'Ouest, de nombreuses ethnies comptent sur le riz pour assurer leur nourriture de base. Le riz actuellement cultivé est l'espèce asiatique.

Il est donc bien difficile de définir un "patrimoine national" pour les plantes cultivées. Les ressources génétiques ont bien de la peine à reconnaître les frontières politiques actuelles.

Il est à noter aussi une conséquence à ces échanges : en même temps qu'on échangeait les plantes cultivées, on échangeait aussi leurs parasites.

Les ressources génétiques : une recherche de pointe

Pour les plantes de "grande culture" (blé, orge, etc.), l'activité de domestication et de sélection remonte aux débuts de l'agriculture. La concentration de la production sur quelques variétés est un phénomène très moderne. La perte de diversité génétique pour ces cultures est flagrante pour les zones de grande culture. Cette perte apparaît comme irréversible. Les variétés ont atteint un haut degré de spécialisation à la suite de longs travaux de sélection. La poursuite de leur amélioration fait donc plutôt appel à une sélection de type conservatif : les nouvelles variétés sont identiques aux anciennes, mais avec quelques petits "plus" : une résistance nouvelle, une précocité différente, etc. La solution est donc recherchée dans la création d'une nouvelle variabilité par les techniques modernes (à la mode) incluant génie génétique (transfert de gènes d'une espèce à une autre au delà des frontières des espèces) et biotechnologie (variation somaclonale induite par culture in vitro).

Ces recherches sont souvent présentées comme des modèles, et il serait donc souhaitable de pratiquer un transfert de technologie pour

l'amélioration des plantes tropicales, des plantes cultivées dans le "Sud".

Or, en fait, que se passe-t-il ? Pour beaucoup de pays tropicaux, en Afrique notamment, on est sur les lieux de la domestication, on est au centre de la poursuite de la diversification actuelle grâce à l'existence de flux de gènes entre plantes sauvages et cultivées. Il existe, en quelque sorte, une re-création, en continu, de nouvelles variétés. On pourrait citer l'exemple du riz en Asie du Sud-Est.

D'autre part, on constate aussi le maintien d'associations de nombreuses variétés dans un système d'agriculture traditionnelle. Il s'agit de vrais conservatoires de variabilité (cf. le texte de Dupré et Guillaud) bien que les modifications observées actuellement, liées à l'extension des surfaces mises en culture et à l'urbanisation, tendent à mettre en danger cette situation.

Donc, pour de nombreuses espèces cultivées tropicales, la diversité, les caractéristiques intéressantes peuvent être trouvées dans les variétés traditionnelles et aussi dans les formes et espèces sauvages, voisines ou ancêtres des formes cultivées. L'efficacité de l'amélioration de ces plantes tropicales passe par l'utilisation de cette richesse génétique. Les possibilités du génie génétique et biotechnologique doivent être considérées seulement comme un outil complémentaire à notre disposition pour créer une autre diversité génétique et multiplier les individus élite.

L'utilisation des ressources génétiques : l'évaluation du matériel et ses méthodes

Collecter les ressources génétiques ne s'apparente pas simplement à créer une collection, un musée de l'histoire des plantes cultivées. Il s'agit d'un travail d'analyse conduisant à la définition des stratégies de collecte et de prospection d'une part, à la définition des schémas d'amélioration d'autre part, grâce à la connaissance génétique de l'organisation des espèces et complexes d'espèces.

Quelques définitions

- **Ressources phytogénétiques** : l'expression désigne le matériel de reproduction ou de multiplication végétative des catégories suivantes de plantes :
 - variétés cultivées (cultivars) actuellement utilisées et récemment créées ;
 - cultivars obsolètes ;
 - cultivars primitifs (races de pays) ;
 - espèces sauvages et adventices proches parentes de variétés cultivées ;
 - souches génétiques spéciales (lignées de sélection avancée, lignées d'élite et mutants).
- **Collection de base de ressources phytogénétiques** désigne une collection de semences ou de matériel de multiplication végétative (pouvant aller des cultures tissulaires à des plantes entières) mise en sécurité pour conserver à long terme la variation génétique à des fins scientifiques et comme base pour la sélection végétale.
- **Collection active** désigne une collection qui complète une collection de base et dont on tire des échantillons de semences pour distribution, échange ainsi qu'à d'autres fins telles que multiplication et évaluation.

Pour prendre un exemple, l'étude des espèces sauvages de caféiers, tant en herbier qu'à partir du matériel récolté lors des expéditions de collecte, a conduit à délimiter des zones de richesse génétique maximum. En conséquence, l'exploration de ces zones sera poursuivie. Pour cette même plante, l'étude des formes sauvages de l'espèce cultivée en Afrique (*C. canephora*) a montré la présence de deux groupes. Il en découle la proposition d'un schéma d'amélioration jouant la carte de l'hybridation entre ces deux groupes. L'intérêt de ce schéma est confirmé par l'analyse du travail de sélection conduit en Côte d'Ivoire.

Les techniques d'analyse utilisent toutes les ressources des méthodo-

logies conventionnelles et modernes. On recherche le maximum d'information génétique grâce aux techniques "classiques" : hybridations intra- et interspécifiques, cytologie, taxonomie numérique. On utilise aussi des techniques plus "modernes" de marquage biochimique au niveau moléculaire, en passe de devenir classiques ou de routine. A l'ORSTOM, l'électrophorèse d'enzymes a été initiée il y a près de quinze ans. En complément, on s'oriente vers des études au niveau des ADN, faisant intervenir les techniques de biologie moléculaire, avec les adaptations nécessaires en fonction des contraintes spécifiques liées au grand nombre d'échantillons à analyser.

Des techniques sophistiquées de biologie sont aussi employées pour l'étude des problèmes de conservation. Il est évident qu'il convient de conserver les ressources génétiques le plus longtemps possible.

Actuellement, les graines sont conservées en chambre froide ou en congélateurs. Les plantes pérennes, ou à graines "récalcitrantes", sont conservées sous forme de collections vivantes, en champs. Des recherches sont conduites sur la conservation à long terme de ces dernières, par les très basses températures (cryoconservation) couplée à une phase indispensable de culture *in vitro* de ces plantes.

En ce qui concerne l'ORSTOM, ces recherches sont faites actuellement en France et dans quelques laboratoires africains. On peut prévoir que, à terme, ces nouvelles techniques et les nouvelles collections obtenues par cette voie ne remplaceront pas les collections actuelles mais en seront le complément. On peut y trouver les avantages suivants :

- conservation de plus longue durée ;
- échanges intercontinentaux facilités ;
- duplication des collections en plusieurs lieux.

Il n'est pas sûr que les arguments de gain de place et de diminution du prix de revient de la conservation soient les meilleurs. Il n'est pas sûr, en l'absence d'expérimentation de longue durée, que ce mode de conservation n'induisse pas de modification génétique. Au mieux, cette conservation "fige" les caractéristiques génétiques du matériel et ne permet pas une conservation dynamique.

Au total, les techniques biologiques les plus sophistiquées sont né-

cessaires pour connaître le matériel le mieux possible. Toutefois, les ressources génétiques restent à la base de la création simple de nouvelles variétés de plantes : par exemple, par l'utilisation de cultivars traditionnels déjà bien adaptés. La création de variétés profitera aussi utilement des formes sauvages qui recèlent beaucoup de caractères de rusticité et de résistance aux maladies et parasites.

Les problèmes de création variétale et leurs solutions "traditionnelles" ou "modernes"

Le processus de création de variétés, c'est-à-dire le processus d'amélioration, se décompose en fait en deux étapes : la première correspond à la partie création de matériel, la deuxième à la partie sélection et multiplication du matériel.

Dans le cas de plantes à cycle long (arbres fruitiers, vigne, etc.), la création de matériel dure une année : croisement contrôlé, récolte des fruits, semis des graines. La période de sélection, pour s'assurer que le matériel nouveau produit est meilleur que les anciens, dure de 10 à 20 ans.

Les efforts actuels de la recherche en amélioration des plantes portent surtout sur la première phase. On tente d'obtenir de nouveaux matériels et de plus en plus vite. Peu d'efforts portent sur la deuxième étape qui a toujours la même durée. Peut-être considère-t-on cette phase comme scientifiquement peu valorisante ?

La culture *in vitro*, selon les conditions environnementales, peut produire des variations génétiques ou permettre une multiplication conforme. La culture *in vitro*, dans sa deuxième forme - multiplication sans variation - est souvent présentée comme une "révolution" dans les méthodes d'amélioration des plantes, car elle permet de multiplier, de cloner un même individu à l'infini. C'est effectivement une méthode offrant des possibilités nouvelles à l'améliorateur dans le cas du palmier à huile par exemple où il n'existe pas de multiplication végétative naturelle ou horticole conventionnelle. Pour beaucoup d'autres plantes, chez lesquelles la multiplication végétative est possible par d'autres méthodes, elle n'apporte aucune nouveauté au niveau des méthodes d'amélioration. Chaque cépage,

chaque variété de pommier ne sont issus que d'une seule plante. Pour les caféiers, en Afrique, il existe déjà des centres de bouturage produisant annuellement plusieurs millions de boutures. Il convient de choisir l'une ou l'autre méthode de multiplication végétative sur la base de critères socio-économiques uniquement. Rappelons que c'est grâce au greffage - technique de multiplication végétative horticole traditionnelle - et à l'adoption des porte-greffe résistants provenant des vignes sauvages américaines - utilisation des ressources génétiques - que le vignoble français a pu être maintenu.

Le *Panicum maximum* est un fourrage tropical très utilisé. Sa caractéristique est d'être apomictique, c'est-à-dire que ses graines ne proviennent pas d'une reproduction sexuée mais de la multiplication d'une cellule somatique. Il s'agit d'une vraie multiplication végétative par graine. Aucune amélioration génétique par croisement n'est donc possible. Dans l'état actuel de la science, on peut penser qu'un programme d'amélioration d'une telle plante se serait appuyé sur la variation somaclonale ou la fusion de protoplastes..., bref, sur l'arsenal biotechnologique. L'approche utilisée, dès 1965, a été de retrouver le centre d'origine de cette espèce et les formes sauvages qu'on y rencontre. Le retour dans ces zones de l'Afrique de l'Est a permis de découvrir des formes ancestrales sexuées. Ce matériel a été le point de départ de tout le programme d'amélioration de cette plante.

Les variétés de canne à sucre sont issues de plusieurs espèces et représentent des hybrides entre différentes formes. Les variétés sont obtenues par multiplication végétative des meilleurs individus. Dans ce cas, chaque croisement entre formes différentes produit une descendance extrêmement variée, d'où il convient d'extraire les types les plus intéressants. Cette phase de sélection des meilleurs types est bien sûr la partie la plus lourde du travail. Un temps, on a pu croire que les nouvelles techniques de variation somaclonale permettraient d'obtenir directement des variants intéressants qu'il suffirait de multiplier. Quelques années de recherche du CIRAD à la Réunion ont montré que, dans le cas de la canne à sucre, cette voie n'était pas efficace. De toute façon, la phase de triage et de sélection

tion ne pouvait pas être raccourcie. Le détour par les techniques "modernes" aura eu l'avantage de souligner l'intérêt et l'efficacité des techniques "classiques".

Un outil souvent présenté comme une avancée majeure dans les techniques d'hybridation, surtout interspécifiques, est la fusion de protoplastes. Dans beaucoup de cas, l'hybridation interspécifique peut être aussi obtenue par la voie sexuelle, traditionnelle. Dans ce cas, la voie traditionnelle et la voie moderne ont la même efficacité. Dans d'autres cas, la voie "fusion de protoplastes" permet d'aller au delà des combinaisons réalisables par la voie sexuelle. Les "pomates" (croisement pomme de terre x tomate) ont pu être créés mais sont sans avenir pour l'amélioration des plantes.

Il ne s'agit pas, pour nous, de rejeter a priori toute nouvelle technique à cause de son "modernisme", mais simplement de bien cerner les potentialités et l'utilité de la technique avant de la promouvoir à grande échelle. Actuellement, nous sommes dans une phase exploratoire visant à connaître les potentialités de ces nouvelles techniques. Beaucoup de grands laboratoires européens et américains y consacrent beaucoup d'investissements. Dans quelques années, sur la base de tous ces travaux, il sera beaucoup plus facile de décider des techniques apportant véritablement un "plus" pour l'amélioration des plantes. A ce moment-là, un transfert de technologie devra être organisé.