

Présentation générale

J. Huet

Sous toutes les latitudes présentant des conditions climatiques compatibles avec une production agricole, les arbres fruitiers sont présents et peuvent représenter une part importante de l'alimentation (c'est le cas du palmier dattier, c'est aussi le cas des agrumes).

Comme pour toutes les espèces cultivées, à une longue période de sélection naturelle a succédé une sélection orientée par l'homme qui a débouché sur de très nombreux cultivars adaptés à la fois à des conditions climatiques et à des usages locaux. L'hétérozygotie de la majorité des espèces, les croisements intraspécifiques naturels fréquents, la conservation des cultivars facilitée par la multiplication végétative, des échanges importants de matériel végétal entre bassins de production et entre pays, ont contribué à créer une grande variabilité génétique pour la majorité des espèces. Un autre facteur de diversification a été et est encore l'apparition de mutants et leur sélection par des amateurs et des arboriculteurs. Il a joué un rôle particulièrement important chez des espèces comme les agrumes et le pommier.

La création variétale pour des objectifs précis en recourant à des croisements contrôlés n'a commencé qu'à la fin du XIX^e siècle, précédée par la sélection au sein de descendance issues de pollinisations libres. Au milieu du XX^e siècle, a été mise au point la méthodologie de traitements mutagènes. Aujourd'hui, on commence à maîtriser certaines techniques issues des Biotechnologies.

Au-delà de leur très grande diversité les espèces fruitières présentent des traits communs qui confèrent certaines particularités aux objectifs et aux méthodes d'amélioration.

Caractéristiques agronomiques

Les variétés fruitières sont des clones dont la multiplication est essentiellement réalisée par greffage, parfois par bouturage. Les vergers sont donc le plus souvent monoclonaux, tant en ce qui concerne le greffon, producteur de fruits, que le porte-greffe. Pour une même variété, le recours à différents porte-greffe permet d'avoir des associations porte-greffe \times greffon aux performances variées et adaptées tant au degré d'intensification de la culture (par le contrôle du développement des arbres et ses conséquences sur les distances de plantation), qu'aux caractéristiques physico-chimiques du sol, aux parasites et ravageurs telluriques.

Cette multiplication végétative fait courir le risque d'une diffusion très rapide des maladies de dégénérescence (virus, viroïdes, mycoplasmes) et nécessite une surveillance rigoureuse de l'état sanitaire et, plus particulièrement, des pieds mères producteurs de greffons.

Le choix de la variété et celui du porte-greffe sont des facteurs déterminants du bilan économique du verger. Toute erreur, tant au plan de la production que de l'adaptation des fruits aux exigences du marché, est lourde de conséquences. Ce fait, associé à la pérennité des arbres et au coût des investissements pour la création d'un verger, est nécessairement un frein au changement de variétés, avec toutefois des situations différentes selon les espèces. La durée de vie moyenne d'un verger est de l'ordre de 10 ans pour le pêcher, de 15 à 20 ans pour le pommier, de 20 à 25 ans pour le poirier, les agrumes, l'amandier, au-delà pour le noyer, l'olivier... Ces fruits sont destinés soit à la consommation à l'état frais, soit à des transformations.

Pour la première destination, l'aspect (forme, grosseur, coloration), la qualité gustative, l'aptitude à une conservation courte (quelques semaines) ou longue (plusieurs mois), l'aptitude aux manipulations, sont des caractéristiques déterminantes du revenu commercial. Pour la seconde destination, les caractéristiques physico-chimiques doivent répondre, et parfois de façon très stricte, aux exigences de la transformation. C'est dire que si la quantité de fruits produite à l'unité de surface est un facteur du bilan économique du verger, la *qualité de ces fruits*, au sens large du terme, est un facteur non moins déterminant.

Par ailleurs une attention toute particulière est portée à un taux minimum de résidus de pesticides. A une lutte chimique systématique contre les parasites et ravageurs, va se substituer une lutte raisonnée faisant place à des moyens biologiques.

Enfin, comme pour toutes les productions agricoles, les arboriculteurs cherchent à réduire leurs *coûts de production* dont les postes les plus lourds demeurent les interventions manuelles qui sont, dans l'ordre, la cueillette, la taille, voire la suppression des jeunes fruits en excès (éclaircissage) quand celle-ci ne peut pas être réalisée par voie chimique.

Objectifs et critères de sélection

Deux considérations préalables doivent être faites :

- la sélection créatrice chez ces espèces est récente et les gammes variétales présentent encore de nombreux défauts qu'une sélection massale conduite sur plusieurs siècles n'a pas corrigés ;

- les caractéristiques biologiques et génétiques des arbres fruitiers sont un frein au progrès génétique et particulièrement la durée de la période juvénile (germination, apparition des premières fleurs) qui varie de 2 à 8 ans selon les espèces. La durée d'une génération et la durée de l'expérimentation des

situations présentées par les espèces, ces objectifs prioritaires peuvent être classés sous cinq rubriques :

- production et régularité des productions annuelles,
- résistance aux parasites et aux ravageurs,
- qualité des fruits,
- facilité de conduite des arbres (économie de main-d'œuvre),
- l'effet des porte-greffe.

1. Production et régularité des productions annuelles

Si la production brute ne suffit pas à assurer un bilan économique bénéficiaire, elle ne doit pas toutefois être inférieure à un niveau minimum. Or c'est encore le cas chez certaines espèces, comme par exemple le noyer. La lenteur dans l'entrée en fructification à partir de la plantation est une autre faiblesse qui pèse lourdement sur la trésorerie des arboriculteurs. C'est le cas du poirier.

Par la sélection de variétés plus productives et à mise à fruits plus rapide, mais aussi par la sélection de porte-greffe conférant ces caractéristiques à l'association porte-greffe \times greffon, le sélectionneur peut contribuer à corriger ces insuffisances. Le cas du noyer avec la création de variétés à rameaux plus ramifiés et présentant plus de fleurs femelles illustre bien cette possibilité de progrès génétique. Il en a été de même au début de ce siècle pour le pommier avec la sélection du porte-greffe nanisant Malling 9 parmi la population du pommier 'Paradis Jaune de Metz'.

Un cas particulier de production faible, voire nulle, est l'insuffisance de froid hivernal pour lever la dormance des bourgeons. Ce phénomène est spectaculaire dans les régions à hivers doux sur la plupart des variétés de pommier, poirier, pêcher. Il est apparu nettement en France lors du déplacement de la culture du cassis du Nord-Est vers les Pays de la Loire et le Sud Est. Le caractère « faibles exigences en froid hivernal » présente une bonne hérédité et a pu facilement être introduit chez des variétés de pommier, de pêcher et de cassis de bonne valeur agronomique.

La *régularité des productions annuelles* est un caractère de l'arbre fruitier aussi important que le potentiel de production. Deux facteurs conduisent des productions irrégulières :

- l'alternance qui est l'effet inhibiteur des fruits de l'année n sur l'induction des fleurs qui s'épanouiront l'année $n + 1$ (l'inhibition est due au gibberellines issues des graines). Ce phénomène est général mais il s'exprime avec une intensité variable selon les espèces et les variétés. Certaines variétés de pommier (comme 'Reine des Reinettes') et de prunier (comme la 'Reine Claude Dorée') y sont particulièrement sensibles ;

- des accidents climatiques qui compromettent la fructification. Il s'agit des gelées hivernales et surtout printanières qui détruisent les fleurs. Il s'agit aussi de conditions très défavorables au transport du pollen pour les variétés

L'alternance peut être atténuée, voire corrigée, par voie génétique en associant des techniques culturales bien adaptées (taille, éclaircissage, alimentation hydro-minérale).

La création de variétés à floraison tardive réduit statistiquement les risques de destruction des fleurs par les basses températures. L'illustration la plus spectaculaire de ce progrès génétique est fournie par le travail de Grasselly *et al.* (1985) sur l'amandier. Mais cet objectif figure aussi dans les programmes d'amélioration du noyer et du pêcher.

Enfin l'introduction du caractère d'autofertilité chez des espèces autostériles contribue à corriger les effets néfastes de conditions climatiques défavorables à la pollinisation. Des variétés autofertiles ont été créées et sont cultivées chez le cerisier doux, l'amandier, le cassis.

2. Résistance aux parasites et aux ravageurs

Toutes les espèces fruitières ont leur cortège de parasites et de ravageurs plus ou moins préjudiciables au développement de l'arbre, à sa production ou à la qualité des fruits. Tolérables dans une économie de cueillette, ils ne le sont plus dans une économie de marché de plus en plus concurrentielle. Par ailleurs, certains d'entre eux peuvent compromettre gravement la culture d'une espèce comme le bayoud du palmier dattier (fusariose) ou le feu bactérien du poirier sous des conditions climatiques favorables.

La lutte chimique a permis avec un succès certain de contrôler la majorité de ces parasites et ravageurs. Son coût, ses effets indirects tels que la sélection de souches résistantes à une matière active ou la destruction de prédateurs naturels de ravageurs, la pollution des sols et des nappes phréatiques et l'accumulation de résidus dans les fruits ont montré les limites de cette lutte chimique. On cherche aujourd'hui à lui substituer une lutte raisonnée associant à un minimum de traitements pesticides des moyens biologiques, parmi lesquels les résistances génétiques.

Malheureusement, plusieurs difficultés font que cet objectif est rarement inscrit parmi les priorités des programmes de sélection. Celles-ci sont de plusieurs ordres :

- une variété résistante à un ou à plusieurs parasites ne sera cultivée que si elle présente par ailleurs un excellent niveau pour les autres caractères de l'arbre et des fruits. Comme les gènes de résistance les plus efficaces se trouvent le plus souvent chez des espèces sauvages ou des cultivars de faible intérêt agronomique, leur introgression chez de bonnes variétés, du moins par la voie sexuée, nécessite plusieurs rétrocroisements, donc plusieurs décennies ;

- de telles résistances n'ont d'intérêt que si elles sont durables, c'est-à-dire non contournables par des souches agressives du pathogène. Ceci nécessite une connaissance de l'épidémiologie du parasite et de sa variabilité génétique qui est loin d'être acquise aujourd'hui pour de nombreuses espèces fruitières ;

En dépit de ces difficultés, des progrès ont été réalisés et d'autres sont attendus, qu'il s'agisse de résistances totales contrôlées par un gène dont la pénétrance est renforcée par des gènes modificateurs (cas de la résistance du pommier aux champignons de la tavelure et de l'oïdium, cas de la résistance au virus de la « ligne noire » chez le noyer, cas de la résistance à la rouille et à l'oïdium du cassis) ou de tolérances sous contrôle génétique complexe (cas de la fusariose de l'amandier, du feu bactérien des *pomoïdae*, de la moniliose des fleurs de l'abricotier, de la fusariose du palmier dattier).

Tout progrès génétique dans le niveau de résistance aux parasites et ravageurs facilitera la maîtrise de méthodes de lutte raisonnée.

3. Qualités des fruits

On peut distinguer cinq types de qualités :

- l'aspect,
- la qualité gustative,
- les qualités d'usage,
- la qualité diététique,
- la qualité hygiénique.

L'aspect est particulièrement important pour la consommation à l'état frais. Il doit d'ailleurs satisfaire à des normes nationales et communautaires concernant le calibre et l'absence d'accidents divers (attaques de parasite blessures dues à des chocs, formations liégeuses). Le négoce porte sur certaines espèces une grande attention, sans doute excessive, à la coloration. C'est spécialement le cas des pommes et des pêches.

Le consommateur est et sera de plus en plus exigeant sur la qualité gustative, car il attend des fruits davantage un plaisir qu'un complément à l'alimentation. La diversité des espèces parmi les fruits à noyau, les fruits à pépins, les fruits secs ne permet pas de parler en termes généraux de qualité gustative. Pour le sélectionneur, son évaluation passe nécessairement par la dégustation. Il dispose toutefois de mesures objectives de certains facteurs de qualité : teneur en acides, teneur en sucres, richesse aromatique caractéristiques rhéologiques (fermeté du mésocarpe et résistance aux chocs plus ou moins faciles à réaliser en routine sur des grands effectifs de lots de fruits. S'il existe bien une composante génétique de la qualité, son expression est très fortement influencée par les conditions de la production (climatiques et culturales, dont la date de cueillette) et celles qui vont conduire le fruit à maturité (dont la conservation au froid plus ou moins longue pour les fruits périssables).

Enfin la qualité, c'est aussi la diversité variétale. D'abord parce que la possibilité pour le consommateur de changer de type de fruit ajoute au plaisir. Ensuite parce que l'alimentation du marché sur une longue période de fruits périssables à courte période de conservation après récolte, comme les fruits à maturité précoce, nécessite la création

donc pour les sélectionneurs des espèces concernées (pêcher, abricotier, cerisier, certains *citrus*, manguier) un objectif prioritaire.

Les qualités d'usage sont celles qui sont attendues du fruit, matière première destinée à la transformation. Celle-ci peut aller de la conservation (fruits au sirop, fruits déshydratés) à des produits très élaborés comme les jus, alcools ou liqueurs. Le sélectionneur doit connaître parfaitement les exigences des industriels face aux contraintes de leurs technologies et les exprimer en critères de sélection. C'est un exercice souvent difficile car les transformateurs n'ont parfois qu'une idée globale et subjective des caractéristiques attendues de la matière première. Par ailleurs, certaines de ces caractéristiques ne peuvent être évaluées que par des microfabrications. Enfin il règne un fort conservatisme sur les variétés (cas de la Prune d'Ente pour le pruneau ou de la Poire William's pour les poires au sirop).

Les qualités diététiques et hygiéniques ne sont mentionnées que pour mémoire. Les secondes découleront de la réduction des applications des pesticides et autres matières actives.

4. Facilité de conduite des arbres et économies de main-d'œuvre

Ces considérations concernent les vergers industriels des pays où le coût de la main-d'œuvre est élevé ou de ceux où il le deviendra rapidement.

Les demandes des producteurs sont bien définies en ce domaine :

- réduire les investissements à la création du verger ;
- atteindre le plus vite possible les productions à l'unité de surface qui permettront d'amortir ces investissements, sans pour autant compromettre les performances du verger pour l'avenir ;
- réduire les charges de main-d'œuvre.

Des progrès considérables ont été réalisés en direction de ces objectifs par la mise au point de nouvelles techniques culturales et par un choix raisonné des porte-greffe (cf. chapitre « Porte-greffe prunoïdés »).

Des améliorations pour ces objectifs peuvent-elles être attendues des nouvelles variétés ? Il semble que ce soit le cas à trois niveaux (au-delà de la rapidité de mise à fruits évoquée au chapitre « Pommier ») :

- la création de variétés ayant un développement réduit compatible toutefois avec une production normale à l'unité de surface, par exemple pêcheurs demi-nains, pommiers spurs, palmiers à huile nains... ;
- la création de variétés dont l'architecture, le type de ramification, la localisation des fleurs, donc des fruits, facilitent grandement la rapidité d'entrée en fructification, la régularité des productions annuelles, les opérations de taille qui demeureront longtemps manuelles. Pourvu que les formes et les méthodes de conduite des arbres aient été bien définies, la sélection-

- enfin on peut espérer la création de variétés présentant une « autorégulation » de la quantité de fruits facilitant ainsi les travaux d'éclaircissage qui, à l'exception du pommier, sont effectués à la main ou ne le sont pas, entraînant des calibres de faible valeur commerciale et l'alternance.

Pour mémoire, il faut mentionner les possibilités de récolte mécanique chez plusieurs espèces (amandier, olivier, prunes de séchage, cerises d'industrie, cassis, pommes d'industrie...) ainsi que certains espoirs, comme ceux que permet le robot Magali pour les pommes de table, mais aussi d'autres fruits (agrumes).

Le sélectionneur peut créer des variétés mieux adaptées à cette mécanisation de la récolte, par exemple en recherchant une plus grande homogénéité de maturité des fruits.

5. L'effet des porte-greffe

Les objectifs de sélection des porte-greffe concernent les caractéristiques de la variété porte-greffe elle-même et les caractéristiques conférées à la variété greffon. Une mise au point étant consacrée à la sélection des porte greffe dans cet ouvrage, seuls seront évoqués ici les aspects les plus importants et les plus généraux.

a) Les caractéristiques des porte-greffe

L'aptitude à la multiplication végétative pour les porte-greffe clonaux, dans des conditions économiques acceptables par le pépiniériste, est une condition nécessaire. À côté du marcottage et des différentes techniques de bouturage la micropropagation trouve sa place le plus souvent pour la production de pieds-mères, parfois pour le matériel destiné au greffage.

Il existe aussi des *porte-greffe à multiplication par graines* (couramment appelées « francs ») provenant soit de pollinisation libre, soit de croisements contrôlés entre clones. L'objectif de sélection est principalement l'homogénéité des plantes, très bonne chez les espèces autogames (comme le pêche ou apomictiques (comme les embryons nucellaires de *Poncirus* pour les agrumes), beaucoup moins chez les espèces autostériles (comme le prunier ou le cerisier).

La sensibilité aux parasites et aux ravageurs est la seconde préoccupation du sélectionneur, essentiellement au niveau du système racinaire. La création de porte-greffe de pommier résistants au puceron lanigère est d'ailleurs le premier exemple de l'introgession de mécanismes génétiques de résistance à un ravageur chez les arbres fruitiers. De nombreux exemples illustrent cet objectif de sélection qu'il s'agisse de nématodes, de champignons, de bactéries, de tolérances aux virus.

b) Les caractéristiques conférées à la variété greffon

mauvaises compatibilités vont du « rejet » plus ou moins précoce du greffon (on parle d'*incompatibilité localisée* illustrée par exemple par certaines variétés de poirier sur cognassier) à des anomalies dans le transfert des assimilats entre le greffon et le porte-greffe (on parle d'*incompatibilité transloquée ou foliaire* illustrée par certaines variétés de pêcher sur certains pruniers du groupe des Myrobolans). Si les symptômes sont bien connus, les mécanismes biochimiques en cause ne le sont pratiquement pas. En dépit de l'absence de tests précoces de sélection, on peut améliorer les porte-greffe (et les variétés greffons) pour la compatibilité au greffage.

Une association compatible doit présenter au verger des performances agronomiques répondant aux attentes du producteur. Celles-ci s'expriment :

- par la *vigueur conférée* mesurée par le volume définitif des arbres et la rapidité avec laquelle ce volume est atteint après plantation. Un objectif de sélection est la création d'une gamme de porte-greffe conférant des vigueurs différentes à une même variété, donc offrant des possibilités d'adaptation au niveau de fertilité du sol, au niveau d'intensification de la culture, aux techniques culturales ;

- par la *rapidité de mise à fruits*, l'importance de la production, la régularité des productions, certaines caractéristiques des fruits et plus particulièrement la grosseur ;

- par l'*adaptation aux caractéristiques climatiques* (résistance au froid hivernal) et aux *caractéristiques physico-chimiques du sol* (salinité, chlorose ferrique, anoxie due à un excès d'eau).

Ces généralités permettent de comprendre tout l'intérêt du recours aux porte-greffe pour la souplesse d'exploitation d'une variété. Cette facilité ne peut pas être offerte par la culture des variétés sur leurs propres racines, en dehors de cas particuliers, sauf à envisager des programmes peu réalistes de sélection conjointe de cultivars pour les caractéristiques de la partie aérienne et celles des racines !

Méthodes et techniques de la création variétale et de la sélection

1. Caractéristiques biologiques et génétiques

Les caractéristiques communes à l'ensemble des espèces fruitières sont :

- la multiplication végétative,
- la pérennité et les surfaces occupées par les arbres,
- la plus ou moins grande longueur de la période juvénile.

La biologie florale est très variée depuis les espèces autogames comme le pêcher, certaines variétés de prunier et d'abricotier jusqu'aux espèces autostériles comme le pommier, le poirier, le cerisier doux, certaines variétés de prunier, en passant par les espèces monoïques à sexes séparés sur le même

On rencontre différents niveaux de ploïdie, y compris au sein d'une même espèce (niveaux diploïdes et triploïdes chez le pommier).

Le contrôle génétique des caractères d'intérêt agronomique est mal connu. Ce contrôle est le plus souvent polygénique, mais on connaît un nombre non négligeable de caractères mendéliens importants (caractères de la chair, de l'épiderme, de l'adhérence du noyau chez le pêcher, de l'amertume de l'amande chez l'amandier, de la résistance à la tavelure du pommier, du nanisme chez le poirier, etc.).

Peu d'études ont été faites sur les paramètres génétiques que sont les aptitudes particulières et générales à la combinaison ou l'héritabilité des caractères. C'est que les schémas de croisements et les dispositifs sur le terrain sont lourds à réaliser. A défaut, l'expérience a fourni des informations sur la valeur en croisements de nombreux géniteurs.

2. La sélection clonale

Si la multiplication à l'identique est la règle d'une génération de multiplication végétative à l'autre, les mutations naturelles peuvent être une source de variabilité transformant progressivement une variété clonale en variété population. Il est alors possible d'extraire de cette population un petit nombre de clones, aux caractéristiques agronomiques voisines, mais néanmoins suffisamment différents pour constituer des cultivars distincts. La sélection clonale déjà ancienne de la prune d'Ente, celle des porte-greffe de pommier M9 à l'intérieur de la population « Paradis Jaune de Metz », celle plus récente de clones de clémentinier en sont des exemples.

Les mutations naturelles continuent à apparaître en verger à des fréquences variant avec les espèces et les variétés et la facilité avec laquelle elle peuvent être détectées par l'arboriculteur (il est plus facile de détecter un mutant de coloration ou de date de maturité, qu'un mutant de moindre sensibilité à un parasite).

3. La mutagenèse induite

Les caractéristiques biologiques des arbres fruitiers en font un matériel particulièrement bien adapté à la mutagenèse. Une modification du fruit (couleur, précocité) ou de l'arbre (nanisme) ou du régime de biologie florale (autofertilité chez une variété autostérile) peut constituer au plan agronomique une amélioration importante sans pour autant modifier profondément les autres caractères de la variété. Par ailleurs, la fixation du caractère muté est facilitée par la multiplication végétative.

Toutefois les traitements mutagènes appliqués à des bourgeons en repos hivernal (le plus souvent, des irradiations aux rayons gamma du cobalt 60) produisent souvent des chimères, donc des mutants instables présentant de nombreuses réversions au verger.

réellement d'origine monocellulaire ou oligocellulaire.

Le point faible de la mutagenèse induite demeure la maîtrise de tests de sélection précoce.

4. Les recombinaisons par la voie sexuée

L'autofécondation, quand elle est possible (cas particulier du pêcher, de certaines variétés d'abricotier) et surtout les croisements intra et interspécifiques sont et demeureront longtemps les voies les plus efficaces du progrès génétique tant pour les caractères mendéliens que pour les caractères polygéniques.

Le temps séparant deux générations (5 à 10 ans selon les espèces), le volume des arbres limitant l'effectif des descendances, l'ignorance fréquente de la valeur génotypique des géniteurs (choisis sur leurs caractères phénotypiques), l'impossibilité de réaliser une sélection précoce pour la plupart des caractères de grande importance agronomique, sont des freins au progrès génétique. La mise en commun entre les sélectionneurs des expériences de chacun, les échanges de matériel végétal, compensent partiellement ces ignorances et ces difficultés. Les résultats obtenus sur les espèces ayant fait l'objet de travaux importants le prouvent (pommier, pêcher, amandier, caféier, porte-greffe du genre *Prunus*), ainsi que les progrès attendus prochainement sur d'autres espèces (noyer, abricotier).

Par ailleurs, des travaux plus fondamentaux sont en cours pour accroître l'efficacité des programmes d'amélioration : connaissance du contrôle génétique des caractères, recherche de gènes d'intérêt agronomique dans les ressources génétiques, création de plantes haploïdes qui fourniront, après doublement du nombre chromosomique, des géniteurs di-haploïdes homozygotes, ce qui sera très original chez les espèces autostériles comme le pommier. Enfin, le développement des programmes d'hybridations interspécifiques pour la création de nouveaux porte-greffe bénéficie d'études cytogénétiques qui préciseront les structures génétiques et les relations entre les compositions génomiques des espèces (cas des porte-greffe du genre *Prunus*).

5. Les apports de la biologie cellulaire et moléculaire

La maîtrise des technologies issues de la biologie cellulaire et moléculaire chez les espèces fruitières, et donc leur application à l'amélioration génétique, demeurent modestes. La raison en est davantage l'insuffisance relative des recherches, que des difficultés spécifiques à ce matériel végétal. Par ailleurs certaines caractéristiques biologiques des arbres fruitiers confèrent à ces biotechnologies un intérêt tout particulier pour accélérer le progrès génétique.

a) Les marqueurs génétiques

L'analyse des protéines, produits primaires des gènes, ou de l'ADN lui-même, offre la possibilité de décrire sur des bases moléculaires la variabilité

de construire des cartes génétiques, d'évaluer des distances génétiques.

Des travaux sont en cours sur plusieurs espèces fruitières, tant en ce qui concerne les isozymes que le polymorphisme de longueur des fragments de restriction (RFLP).

b) La micropropagation *in vitro*

Elle est occasionnellement utilisée pour la multiplication commerciale de porte-greffe, plus rarement de variétés fruitières (palmier dattier). Elle présente un grand intérêt pour la multiplication accélérée de nouveaux génotypes issus de croisements, de traitements mutagènes ou de régénérations *in vitro*. Enfin, c'est un moyen de conservation de clones sains auquel pourra substituer la cryoconservation.

L'objectif étant la multiplication à l'identique, il convient de définir des techniques minimisant les risques d'apparition de variants. Le *microgreffage in vitro* est une autre technique à la fois de multiplication et de guérison de clones virosés (greffage d'apex). Il est très utilisé pour les agrumes et développe pour d'autres espèces.

c) Les cultures *in vitro* destinées à induire de la variabilité génétique

Elle repose toutes sur la régénération de bourgeons capables d'évoluer en plantes entières fonctionnelles. On distingue plusieurs modalités de régénération plus ou moins bien maîtrisées sur les espèces fruitières :

- le *bourgeonnement adventif direct* à partir d'explants divers (tige, limbe foliaire, racine). Il est bien maîtrisé sur le kiwi (*Actinidia deliciosa*), le pommier, le poirier avec de grandes différences entre les génotypes ;

- l'*embryogenèse somatique directe* bien maîtrisée chez plusieurs espèces d'agrumes ou chez le caféier et le manguié ;

- les *régénérations après une phase de cal* issu de l'explant ou de *protoplastes*. Là encore plusieurs espèces d'agrumes présentent une bonne aptitude à la production de cal régénérant des bourgeons ou des embryons. Quant à la régénération de protoplastes, depuis l'obtention pour la première fois en 1975 de plantes viables ayant cette origine chez une espèce ligneuse d'angiosperme (oranger, Vardi *et al.*, 1975), des progrès significatifs ont été faits chez d'autres espèces dont le pommier, le poirier, le cerisier ;

- enfin il faut mentionner le cas particulier de l'*androgenèse* et de la *gynogenèse in vitro* pour l'obtention de plantes haploïdes, puis di-haploïdes techniques auxquelles se substitue plutôt la parthénogenèse *in situ* avec culture des embryons *in vitro*.

La maîtrise des techniques de culture *in vitro* devrait permettre :

- la déchimérisation, c'est-à-dire la transformation de mutants en clones en mutants stables ;

- l'utilisation d'une nouvelle variabilité, celle de la variation somaclonale dont l'intérêt reste à vérifier chez les arbres fruitiers ;

- une meilleure utilisation de la mutagenèse par traitements mutagènes d'explants ou de cals avant régénération de bourgeons ou d'embryons ;
- la création de plantes transgéniques qui nécessite la régénération de plantes fonctionnelles.

Conclusion

Si les caractéristiques agronomiques et biologiques des arbres fruitiers constituent des freins au progrès génétique, on peut pourtant fonder de grands espoirs dans l'amélioration de ces espèces comme le montrent les résultats déjà obtenus sur celles qui mobilisent des moyens importants (pommier, pêcher, agrumes et leurs porte-greffe).

Comme pour toutes les productions agricoles, les effets du progrès génétique seront valorisés par l'adaptation des façons culturales. Un porte-greffe nanisant pour le poirier (celui-ci existe mais sa multiplication végétative reste à mettre au point) permettrait la création de vergers plus intensifs, un amortissement plus rapide des investissements, donc la relance d'une culture actuellement en régression. Proposer dans le même temps quelques variétés tolérantes au feu bactérien accélérerait ce mouvement.

Accumuler chez une espèce différents mécanismes génétiques de résistance (ou de tolérance) aux parasites et aux ravageurs faciliterait considérablement la mise en œuvre des méthodes de lutte raisonnée.

Le progrès génétique, donc agronomique, économique, voire social est donc assuré sur ces espèces pourvu qu'un petit nombre de conditions soient remplies :

- définir clairement les objectifs ;
- disposer de ressources génétiques qui ne peuvent être que la mise en commun de celles des pays concernés ;
- améliorer connaissances, méthodes et techniques, qu'il s'agisse des voies d'amélioration conventionnelle ou de celles attendues des biotechnologies, ceci dans le cadre de collaborations internationales ;
- avoir l'assurance de la durée et de la pérennité des moyens.