

UTILISATION DE LA GÉNÉTIQUE EN DÉFENSE DES CULTURES : RÉALISATIONS, PROBLÈMES ET PERSPECTIVES

par

P. LEPOIVRE

*Laboratoire de Pathologie végétale
Faculté des Sciences Agronomiques
B-5800 Gembloux (Belgique)*

Les origines de l'amélioration végétale pour la résistance aux maladies se confondent sans doute avec celles de l'agriculture.

Il y a près de 10.000 ans, les premiers paysans de la vallée du Tigre et de l'Euphrate récoltaient les graines et les organes de multiplication végétative sur les plantes qui avaient survécu aux conditions climatiques, aux maladies et prédateurs animaux. Ce faisant, ces paysans pratiquaient une sélection massive des génotypes les mieux adaptés aux conditions biotiques et abiotiques du milieu. Une telle sélection massive est toujours pratiquée empiriquement par les paysans du Tiers-monde dans les agricultures de subsistance.

La sélection végétale est sans doute restée à ce stade jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, époque à laquelle apparaissent les travaux des premiers hybridateurs. C'est seulement à partir du XIX^e siècle que les travaux d'hybridation connaissent un développement considérable et que les premiers protocoles de sélection voient le jour grâce aux progrès de la génétique. Ces travaux sont d'abord fructueux dans le domaine des plantes autogames et il faut attendre le début du XX^e siècle pour maîtriser le croisement des plantes allogames.

Cette maîtrise des techniques d'hybridation permet le démarrage de programmes d'amélioration axés spécifiquement sur la recherche de la résistance aux maladies et visant à transférer aux espèces cultivées des facteurs de résistance vis-à-vis des maladies fongiques, bactériennes ou virales. Ces facteurs de résistance ont été trouvés au sein de la même espèce, mais également dans d'autres espèces végétales du même genre ou de genres apparentés.

Les succès économiques qui ont été obtenus s'appuient sur une variabilité génétique engendrée essentiellement par les techniques d'hybridation. Un travail de sélection et de stabilisation des génotypes possédant ces nouveaux caractères doit suivre la phase de diversification génétique. Dans le cas particulier de la résistance aux maladies, cette sélection est habituellement réalisée par inoculation contrôlée des plantes ou par culture au champ dans les conditions naturelles d'infection (RUSSEL, 1978).

Eu égard à leur facilité d'utilisation lors des hybridations, on a privilégié les résistances dites verticales qui sont déterminées par un seul gène ou un nombre réduit de gènes. Lorsqu'une variété porteuse de tels facteurs de résistance est mise en culture, l'effet obtenu est généralement spectaculaire pendant les premières années. Lorsque la variété est utilisée à grande échelle dans un environnement naturel se pose le problème de la pérennité de cette résistance.

Ces protocoles classiques d'amélioration se heurtent à des obstacles de nature technologique comme la stérilité des plantes, l'incompatibilité génétique entre les espèces végétales. Quant aux obstacles de nature économique, ils sont liés à la durée des programmes d'amélioration. Par ailleurs, la sélection au champ des plantes résistantes aux agents pathogènes constitue certes une approche réaliste, ne nécessitant pas de connaissances approfondies des relations hôte-parasite mais s'avère onéreuse en moyens (main d'œuvre, parcelles d'essai) et aléatoire car le parasite ne se manifeste pas chaque année de la même façon.

Les récents développements des cultures de tissus et de la biologie moléculaire permettent de lever ces obstacles et d'ouvrir de nouvelles perspectives en ce qui concerne la création de la variabilité génétique, la sélection et la stabilisation des caractères nouveaux. Depuis les années 60, les progrès importants réalisés en culture *in vitro* permettent de régénérer un nombre croissant d'espèces à partir de cals, de cellules, de protoplastes. On s'est rapidement rendu compte que les régénérats ne sont pas toujours conformes à la plante d'origine : cette variabilité génétique désignée par le terme général de variation somaclonale est à l'origine de plantes présentant des caractères de résistance à des champignons et des virus. Dès 1967, des variants somaclonaux de canne à sucre résistants à la maladie virale de Fiji et à *Helminthosporium sacchari* sont obtenus, sélectionnés au champ et utilisés en production. Quelques années plus tard, Shepard obtenait des variants de pomme de terre présentant une résistance améliorée vis-à-vis de *Alternaria solani*, *Streptomyces scabiei*, le virus de l'enroulement de la pomme de terre (MEULEMANS, 1984).

Les cultures de tissus sont également utilisables pour sélectionner de nouveaux caractères de résistance. Elles présentent l'avantage de réunir dans

un espace restreint un nombre important d'individus. Les premiers modèles proposés envisageaient la culture des tissus végétaux sur un milieu contenant des molécules toxiques produites par le parasite. Il existe également de nombreuses tentatives d'utilisation directe d'agents pathogènes en vue de sélectionner des génotypes résistants. Cette démarche a permis dans un certain nombre de cas d'obtenir des génotypes présentant une résistance améliorée vis-à-vis des champignons (WENZEL, 1985).

Les techniques de culture d'haploïdes par androgenèse ou gynogenèse peuvent accélérer l'étape de sélection et de stabilisation. Des plantes haploïdes d'orge obtenues par culture d'anthers ont été utilisées en Allemagne pour l'incorporation rapide du gène de résistance au virus de la mosaïque jaune de l'orge. Par cette voie, des lignées améliorées d'orge ont pu être obtenues en 3 ans. Cette technique est actuellement utilisée par de nombreuses maisons privées de sélection ; elle postule la maîtrise des conditions délicates de mise en culture des anthers, de callogénèse et de régénération des cals haploïdes obtenus (FOROUGH-WEHR et FRIEDT, 1984).

L'insertion et l'expression d'un gène déterminé dans un génome végétal constituent l'une des retombées de l'ingénierie génétique (BENNETZEN, 1984). Cette insertion peut se concevoir de différentes façons mais les succès les plus probants ont été obtenus par l'emploi, comme vecteur de gènes, d'un plasmide appartenant à *Agrobacterium tumefaciens*. Dans le domaine particulier de la protection des végétaux, cette méthodologie s'est avérée fructueuse pour intégrer des caractères de résistance à des facteurs toxiques tels que les herbicides et pour produire des plantes résistantes aux insectes phytophages. Cette technologie de transfert de gène ouvre également de nouvelles perspectives en amélioration des végétaux pour la résistance aux virus. L'expression par une plante de tabac transgénique de la protéine enveloppe du virus de la mosaïque du tabac ralentit considérablement la multiplication de ce virus. La production par les plantes de tomate transgéniques d'ARN viraux antisens ralentit la traduction et réplication de l'ARN viral (GOODMAN *et al.*, 1987).

Quelles que soient les techniques utilisées, l'amélioration végétale reste un travail long et délicat basé sur la prise en compte d'un grand nombre de données scientifiques et techniques. Dans le choix de ses objectifs prioritaires, l'améliorateur doit répondre aux impératifs technologiques, économiques et sociaux des systèmes de production. Ceux-ci présentent de par le monde des faciès très différents allant de l'agriculture de subsistance jusqu'aux productions marchandes intensives utilisant des technologies avancées.

Dans une agriculture de subsistance, des variétés résistantes aux agents pathogènes constituent souvent le moyen de lutte le plus adéquat de régulariser

la production et le mieux adapté à la formation technique du producteur. Dans les systèmes agricoles intensifs, les pratiques culturales mises en place visent à une production maximum plutôt qu'au contrôle des maladies ; elles conduisent à une utilisation intensive des sols, à une consommation importante d'intrants (engrais, pesticides). Dans ce contexte, la productivité des variétés est souvent l'objectif prioritaire des améliorateurs et le principal critère de choix des variétés pour les cultivateurs. Dès lors, la résistance ou la tolérance génétique aux maladies ne présente qu'un intérêt secondaire sauf dans les cas où la lutte chimique est inopérante comme pour les maladies virales (RAPILLY, 1986).

Même dans le contexte de cette agriculture intensive, il reste nécessaire de poursuivre et de développer les recherches sur la résistance génétique, car cette approche constitue la méthode de lutte la moins astreignante pour le producteur et la moins polluante pour l'environnement. Par ailleurs, les produits phytosanitaires et les moyens de lutte biologique actuellement sur le marché sont peu efficaces vis-à-vis de certains parasites pour lesquels, en revanche, des tolérances génétiques existent. De plus, l'efficacité des moyens de lutte chimique peut se trouver compromise par l'apparition et le développement de parasites résistants aux pesticides ; la résistance génétique apparaît alors comme une assurance pour le producteur.

Enfin, dans le débat qui s'instaure sur le devenir de l'intensification de nos cultures, le recours aux variétés résistantes contribue à diminuer le coût de revient des productions.

BIBLIOGRAPHIE

- BENNETZEN, J. L. (1984) : Genetic engineering for improved crop disease resistance. In : Applications of genetic engineering to crop improvement. Collins, G. B. and J. G. Petolino, Dordrecht, Martinus Nijhoff, 491-523.
- FOROUGH-WEHR, P. and FRIEDT, N. (1984) : Rapid production of recombinant barley yellow mosaic virus resistant *Hordeum vulgare* lines by anther culture. *Theoretical and Applied Genetics*, **67**, 377-382.
- GOODMAN, R. M., HAUPTLI, H., GROSSWAY, A. and KNAUF, V. C. (1987) : Gene transfer in crop improvement. *Science*, **236**, 48-54.
- MEULEMANS, M. (1984) : Extension de la variabilité chez les plantes cultivées par exploitation de la variation somaclonale. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **19**, 61-80.

RAPILLY, F. (1986) : Les résistances génétiques dans les systèmes de protection des cultures céréalières contre les champignons, virus et nématodes. Les Colloques de l'INRA, n° 35. Versailles 23-24 janvier 1986, Paris, INRA.

RUSSELL, G. E. (1978) : Plant breeding for pest and disease resistance. *Studies in the Agricultural and Food Sciences*. London, Butterworths, 485 pp.

WENZEL, G. (1985). Strategies in unconventional breeding for disease resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* **23**, 149-172.