

14. L'oignon

par

Q.P. van der Meer

A. Caractéristiques de la plante

a) Origines géographiques

La zone géographique comprenant la Turquie, l'Iran, le nord de l'Irak, l'Afghanistan, l'Asie du centre-ouest (y compris le Kazakhstan) et le Pakistan occidental est considérée comme le principal centre des espèces *Allium*. Le groupe ancestral dont provient vraisemblablement l'*A. cepa* comprend les taxa sauvages de l'alliance *oschanini* de la section *cepa*, c'est-à-dire l'*A. oschanini* (y compris l'*A. praemixtum*) et l'*A. vavilovi*.

L'acclimatation de l'*A. cepa* a probablement commencé à l'intérieur du Tadjikistan, de l'Afghanistan et de l'Iran actuels et cette zone du sud-ouest asiatique est reconnue comme le principal centre de variabilité. D'autres régions où les oignons manifestent une grande variabilité, comme le bassin méditerranéen, sont des centres secondaires (Hanelt, 1990).

b) Répartition géographique des cultures; principales zones de production

Il est très probable que certains des plus anciens types d'oignons sont cultivés en Égypte. Des oignons ont été représentés sur des tables d'offrande dès 2 700 avant J.-C. (Tackholm, 1954; van der Meer, 1986). Les variétés actuelles Giza 6 Mohassan, cultivées au sud du Caire, et Behairy, cultivée dans le Delta, sont sans aucun doute des descendants directs par reproduction sexuée de ces anciens oignons. En Inde aussi, les oignons constituent une culture ancienne (VI^e siècle avant J.-C.) Ils furent introduits en Europe centrale et du nord par les Romains mais ne se sont généralisés qu'au cours du Moyen-Âge. L'introduction en Russie a eu lieu aux XII^e et XIII^e siècles (Hanelt, 1990), seulement après 1492 sur le continent américain, avant 1700 en Indonésie et probablement seulement au XIX^e siècle au Japon, via les États-Unis.

A l'heure actuelle, on trouve de vastes superficies de *A. cepa*, soit des oignons soit des échalotes, presque partout dans le monde, depuis la proximité du cercle polaire en Finlande jusqu'à l'équateur en Indonésie. Les principaux producteurs sont les États-Unis (2 087 000 tonnes), l'Inde (2 450 000 tonnes), le Japon (1 160 000 tonnes), la Turquie (1 950 000 tonnes) et l'Espagne (1 146 000 tonnes) (FAO, 1988).

c) *Position taxonomique; caractéristiques génétiques et cytogénétiques*

La position taxonomique est encore assez peu claire, surtout le degré de parenté entre les espèces comme l'*A. galanthum*, l'*A. oschanini*, l'*A. fistulosum*, l'*A. farctum*, l'*A. pskemense* et l'*A. roylei*. On a signalé des croisements avec l'*A. fistulosum*, l'*A. vavilovi*, l'*A. pskemense*, l'*A. galanthum*, l'*A. nutans*, l'*A. senescens*, l'*A. sativum* et l'*A. roylei*. Des possibilités de croisement sans restriction n'ont été constatées qu'entre l'*A. roylei* et l'*A. cepa* (van der Meer et Devries, 1990).

Un certain nombre de plantes apparentées à l'*A. cepa*, qu'on ne trouve que dans certains pays ou régions, sont cultivées sur une petite échelle, surtout, dans des jardins privés. Un certain nombre d'entre elles sont des hybrides d'*A. cepa*-*A. fistulosum* c'est-à-dire *A. proliferum* (Allemagne), *A. wakegi* (Japon), Beltsville's Bunching (États-Unis), et Delta Giant (Louisiane, États-Unis). Trois autres ont une base taxonomique inconnue : Grise de la Drôme (sud de la France), Utrechtse Sint Jansui (près d'Utrecht, Pays-Bas) et *A. perutile* (Royaume-Uni).

Toutes les populations d'*A. cepa* possèdent ($2x =$) 16 chromosomes. Certains des *cepa* voisins ont des nombres différents : Delta Giant ($3x =$) 24 et Beltsville's Bunching ($4x =$) 32.

Peu d'analyses génétiques ont été réalisées, les plus importantes sont celles concernant la transmission de la couleur (El Shafie et Davis, 1967) et la stérilité mâle (Jones et Clarke, 1943). La stérilité mâle est une caractéristique héritée cytoplasmiquement.

d) *Considérations phytosanitaires liées au transfert de matériel*

On connaît bien les complications phytosanitaires dans les champs où la culture des oignons se fait par ensemencement, du fait que certaines maladies sont transmises par les semences, à savoir la pourriture de l'oignon (*Botrytis aclada*) et le mildiou de l'oignon (*Peronospora destructor*). En conséquence, ces maladies sont souvent propagées à partir de zones de culture de semences (par exemple, la Californie, l'Idaho, la France) vers les zones de culture de bulbes (par exemple, les régions subtropicales et le nord-ouest de l'Europe). C'est très vraisemblablement pour cette raison que de telles maladies sont très cosmopolites.

La culture des échalotes multipliées végétativement est en fait un danger permanent, du fait qu'elle propage de nombreux parasites et maladies, comme les thrips, les nématodes, les virus, la pourriture blanche (*Sclerotium cepivorum*), la pourriture de l'oignon, le *Fusarium*, le mildiou, etc. Aussi les oignonets (petits bulbes, utilisés comme propagules) et les graines d'oignon (bulbes plantés pour la production de graines) représentent des risques phytosanitaires élevés (sauf pour les virus) du fait que ces propagules sont expédiées sur des distances de centaines ou même de milliers de km.

Les oignons destinés à la consommation, c'est-à-dire les bulbes secs, sont aussi expédiés sur de très longues distances, par exemple d'Europe en Afrique occidentale, de la zone des Caraïbes à Singapour, du Chili en Europe, d'Égypte en Russie, d'Inde en Malaisie et de la Nouvelle-Zélande au Japon. Cette pratique présente aussi quelques risques en ce qui concerne les parasites et les maladies mais certainement moins que l'expédition des propagules végétatives qui entrent directement dans les zones de culture.

e) *Utilisations finales actuelles de la plante*

Qu'il soit frit, cuit ou en salade, le bulbe d'*A. cepa* semble être le condiment le plus populaire et le plus indispensable dans le monde.

B. Mécanismes de reproduction

a) *Modes de reproduction et de pollinisation*

Au début de la domestication, la multiplication végétative, qui est actuellement courante seulement pour les échalotes, pourrait avoir été la façon la plus naturelle et dominante de reproduire les oignons. Actuellement, les oignons sont essentiellement multipliés par les graines.

L'*A. cepa* est obligatoirement pollinisé par des insectes comme les abeilles, les bourdons, les mouches et parfois les guêpes.

Toutes les espèces apparentées à *A. cepa* (voir plus haut) à l'exception du Beltsville's Bunching, sont hautement stériles et sont par conséquent multipliées végétativement.

b) *Vivace ou annuelle*

Les cultures d'*A. cepa* et celles apparentées à *A. cepa* ne deviennent jamais sauvages, mais leurs ancêtres, c'est-à-dire la parenté *A. oschanini*, survivent encore en tant qu'espèces vivaces sauvages dans les régions frontalières au nord de l'Iran et de l'Afghanistan (Hanelt, 1990). L'*A. proliferum* est davantage une plante vivace qu'annuelle.

c) *Mécanismes de dispersion et de survie des propagules*

Si les graines d'espèces commerciales cultivées perdent beaucoup de leur pouvoir de germination dans les deux années qui suivent la récolte, les semences d'oignons peuvent survivre pendant de nombreuses années (de 20 à 30) dans des conditions de sécheresse et de fraîcheur. La conservation (*ex situ*) des bulbilles d'échalotes et d'oignons est limitée à un ou deux ans.

La dispersion de l'*A. cepa* est assurée par les graines, les oignonets et (pour les échalotes) les bulbilles, qui sont souvent expédiés sur de longues distances. Les croisements d'*A. cepa* avec des espèces apparentées, à l'exception de l'*A. roylei*, se traduisent toujours par un haut degré de stérilité hybride, comme l'indiquent les nombreuses espèces existantes apparentées à *A. cepa*. La plupart de ces cultures, à l'exception du Beltsville's Bunching et du Delta Giant, ne proviennent que de croisements spontanés (anciens?). Presque tous les hybrides interspécifiques plus récents provenant de croisements faits par l'homme (avec *A. nutans*, *A. fistulosum*, *A. senescens* et *A. sativum*) deviennent très probablement stériles aussi. Ainsi, ces hybrides, tout comme les espèces alliées à *A. cepa*, sont maintenus de façon végétative.

Toxicologie

Le genre *Allium* semble ne contenir aucun toxique. Plusieurs espèces, dont l'*A. cepa*, ont des effets thérapeutiques importants sur l'hyperglycémie, la teneur élevée en lipides et l'agrégation des plaquettes (Augusti, 1990).

Exigences écologiques des cycles de vie

Depuis le début de sa domestication, cette plante s'est progressivement adaptée à des environnements très divers, soit par sélection (souches multipliées de manière sexuée ou végétative), soit par de nouvelles méthodes de culture. Aujourd'hui, la culture dans les

Tableau 14.1. Oignons et échalotes adaptés à des latitudes déterminées

Type ou variété	Propagules	Pays	Intervalle de latitudes approximatif
Oignons et échalotes à multiplication végétative	Bulbilles	Russie du Nord Finlande	56-62° LN
Rijnsburger	Graines	Danemark Pays-Bas Nord de la France	48-56° LN
Stuttgarter	Oignonets	Pays-Bas Roumanie Finlande	44-62° LN
Babosa	Graines	Espagne	36-40° LN
Early Grano (= Babosa ?)	Graines	États-Unis Amérique tropicale Espagne	8-34° LN
Grano	Graines	Espagne	38-42° LN
Sweet Spanish (= Grano ?)	Graines	États-Unis	30-40° LN
Australian Brown (= Grano ?)	Graines	Australie Afrique du Sud	35-40° LN 30-35° LN
Behairy	Graines	Égypte	30-33° LN
Giza 6 Mohassan	Graines	Égypte	23-30° LN
Red Kano	Graines	Nigéria	8-12° LN
Red Creole	Graines	États-Unis Pays tropicaux	8-32° LN
Violet de Galmi	Graines	Pays tropicaux	8-23° LN
Bombay Red	Graines	Pays tropicaux	6-10° LN, LS (Hautes terres)
Échalotes	Bulbilles	Indonésie	0-10° LS (Hautes terres, basses terres)

champs est commencée à partir de graines, d'oignonets transplantés ou de bulbilles et les conditions de culture (densité, type de sol et saison de culture) varient beaucoup.

L'allongement des journées et l'accroissement des températures stimulent le processus de formation des bulbes. Chaque variété possède sa propre photopériode critique : elle a besoin d'une certaine durée de jour pour la bonne formation de ses bulbes et sa bonne maturation. Si la photopériode critique est courte, par exemple 12 ou 13 heures, une variété est classée comme appartenant au groupe des journées courtes. Une variété de journée longue a une photopériode critique d'environ 16 heures. La durée du jour et la température sont étroitement liés aux latitudes géographiques ; à l'heure actuelle des variétés sont disponibles pour presque toutes les latitudes (tableau 14.1).

Le tableau 14.1 indique que l'amplitude d'adaptation par latitude pour de nombreuses variétés se situe entre 5° et 10°. L'Early Grano et le Red Creole sont des exceptions très marquées avec environ 25°. Remarquable aussi est la vaste amplitude (environ 18°) pour le Stuttgarter lorsqu'on utilise des oignonets.

En suivant les zones de latitude autour du monde, on peut trouver certains types d'oignons partout, par exemple le type Grano en Espagne, aux États-Unis, en Australie, en Afrique du Sud et aussi en Amérique du Sud près de Mendoza (environ 33° LS).

Comme on pense que le centre d'origine de l'*A. cepa* se trouve dans la région frontalière du nord de l'Iran et de l'Afghanistan, il a dû s'étendre au nord et au sud à partir de 36° à 40° LN. Les efforts faits pour l'acclimater ont été sans doute fortement stimulés par son attrait sans égal en tant que condiment. Il est évident que l'acclimatation aux latitudes les plus septentrionales et méridionales a surtout été réalisée grâce à la multiplication végétative (voir le tableau 14.1), mais un complément par voie sexuée peut être apporté par des processus de sélection locaux qui essaient de résoudre les problèmes posés par les oignons et graines d'oignon semés en place qui sont cultivés localement.

C. Pratiques actuelles de sélection et recherches sur la création variétale

a) Sélection, base génétique, stratégie, techniques et handicaps

i) Conservation des ressources génétiques

De nombreuses souches locales sont encore cultivées, par exemple aux Pays-Bas, en Égypte, au Nigeria et en Indonésie. Néanmoins, l'érosion génétique progresse rapidement aux États-Unis, aux Pays-Bas, en Égypte, au Nigeria et en Norvège.

Le Groupe de travail de l'*Allium* du Conseil international des ressources phytogénétiques (IBPGR) à Rome encourage et coordonne la collection et la conservation de matériel génétique d'*Allium* dans le monde entier. Les collections de base, sous l'égide du CIRP, ont été fondées à Wellesbourne (Royaume-Uni), Wageningen (Pays-Bas), Rehovot (Israël), Olomouc (ex-Tchécoslovaquie), Fort Collins (Colorado, États-Unis), Tsukuba (Japon) et Tapiozele (Hongrie). Ces banques de gènes sont responsables de la collecte, de la conservation, de l'enregistrement, de la description et de la distribution (aux sélectionneurs) des accessions d'*Allium*, et spécifiquement, des souches et des espèces apparentées locales de l'oignon.

ii) *La sélection*

L'oignon est une plante à pollinisation essentiellement croisée. L'autofécondation peut varier de 0 à plus de 50 pour cent (van der Meer et van Bennekom, 1968, 1972). La sélection de base comprend des croisements de variétés (résultant en variétés composites), des croisements de parents hybrides (c'est-à-dire de souches A, B et C) provenant de variétés différentes, des croisements d'espèces et la mise au point de méthodes normalisées de sélection.

iii) *La création variétale*

La création variétale est réalisée en sélectionnant de manière à obtenir l'amélioration des caractères chez les variétés à pollinisation libre, les parents hybrides et les hybrides expérimentaux.

Les hybrides F_1 sont le produit de croisements intégraux entre deux populations, essentiellement de deux lignées. Une lignée est une population obtenue après autofécondation d'une plante. Pour la production d'un oignon hybride, on utilise :

- une lignée A, qui est complètement mâle-stérile ; c'est le parent femelle ;
- une lignée B, qui possède le génotype qui convient pour la reproduction de la lignée A ; c'est ce qu'on appelle la lignée mainteneuse ;
- une lignée C, qui est le partenaire hybride (parent mâle) pour la lignée A.

La lignée A doit être complètement et en permanence mâle-stérile, et la lignée B doit être capable de maintenir la lignée A. Les hybrides peuvent être supérieurs aux variétés à pollinisation libre, en ce qui concerne la production et l'uniformité. Des hybrides supérieurs sont sélectionnés à partir d'hybrides expérimentaux. Les différences entre les hybrides expérimentaux sont essentiellement obtenues en utilisant différentes lignées C.

iv) *Caractéristiques limitatives*

La culture des oignons est limitée par leur cycle de vie bisannuel. Comme on ne peut obtenir qu'une génération sur une période de deux ans, la mise au point de nouvelles variétés peut prendre dix ans ou plus.

Un autre handicap de la culture des oignons est l'absence dans un certain nombre de variétés du génotype permettant de conserver la stérilité mâle totale. Ceci est vrai pour les variétés d'oignons indiens, Giza 6 Mohassan (Égypte), Wolska (Pologne), Australian Brown (Australie), et Vsetatska (ex-Tchécoslovaquie). En conséquence, on ne peut cultiver ni des lignées A ni des hybrides à partir de telles variétés.

Les possibilités d'une meilleure uniformité du système hybride sont aussi limitées par la dégénérescence due à la consanguinité. En général, plus de deux ou trois autofécondations successives d'une souche B ont des effets désastreux sur le rendement en graines de la souche A. Une solution partielle à ce problème pourrait être la création d'hybrides à trois parents, en utilisant des hybrides F_1 mâles-stériles comme parents femelles (Dowker, 1990).

La culture des échalotes doit se faire par fécondation. La culture des semences d'échalote n'est généralement pas très difficile. La descendance montre de grandes différences d'idiotypes et en conséquence offre une base de sélection prometteuse. Après avoir trouvé des clones améliorés, il faut au moins cinq ans de multiplication avant qu'on puisse les cultiver à grande échelle.

Les oignons ne commencent à monter en graine et à fleurir qu'après un traitement au froid (vernalisation), par exemple six semaines à 10 °C. C'est un handicap sérieux pour la culture dans les tropiques, où des mesures spéciales doivent être prises pour induire la floraison, comme la plantation des bulbes à haute altitude (vers 1 500 m) ou la vernalisation par stockage à froid avant plantation.

Les pourcentages élevés d'autofécondation naturelle doivent aussi être considérés comme un handicap.

b) Principaux objectifs de la sélection

Les principaux critères de sélection des oignons sont les suivants :

- rendement ;
- maintien de la qualité à température ambiante ou au frais ;
- uniformité de maturité, de forme et de couleur ;
- forme : la forme ronde est la plus prisée ;
- couleur : le jaune est la couleur préférée en Europe et aux États-Unis mais la couleur rouge est préférée en Afrique et en Inde ;
- résistance aux maladies ;
- maturité précoce ;
- absence de montée en graine, surtout pour les cultures d'hiver ;
- résistance au froid de l'hiver ;
- teneur plus élevée en matière sèche pour des raisons de traitement (déshydratation) ;
- absence d'amertume.

Le maintien de la qualité vise surtout la résistance à l'émission de rejets, un bon maintien de la pelure et l'absence de pourrissage. Cela revêt une importance primordiale pour l'approvisionnement en oignons hors saison (l'hiver, en saison humide ou sèche) et pour suppléer aux besoins ponctuels et locaux en oignons dans le monde entier. C'est à l'heure actuelle une pratique plus ou moins courante d'améliorer la qualité de conservation des oignons de consommation en répandant de l'hydrazide maléique dans les champs, mais ses effets sur la santé humaine sont encore inconnus.

Une très vaste gamme de ressources génétiques est disponible à des fins de sélection, mais l'acclimatation à des latitudes particulières (c'est-à-dire à des températures et des durées de jour particulières) présente un sévère handicap et nécessite de mettre au point des plans de rétrocroisement qui prennent beaucoup de temps. En outre, une résistance marquée à plusieurs maladies (le mildiou, la pourriture de l'oignon, la pourriture blanche et la brûlure des feuilles) est très rare, et même absente dans l'*A. cepa*. En conséquence, la résistance à la maladie est recherchée (et trouvée) dans d'autres espèces d'*allium*. Cependant, l'introduction de telles caractéristiques dans l'*A. cepa* semble être difficile à réaliser dans la plupart des cas du fait du manque de croisements possibles et de la stérilité hybride.

c) Tests pour les objectifs de la sélection

Les tests relatifs aux caractères suivants revêtent généralement la forme d'essais avec répétition (en champ) à l'aide, par exemple, d'un dispositif en blocs randomisé :

- rendement ;
- uniformité ;
- forme ;
- couleur ;
- précocité ;
- absence de montée en graine ;
- résistance au froid de l'hiver ;
- conservation de la qualité.

Le rendement et l'aptitude à la conservation sont définis sur la base du poids, alors que les autres caractères sont définis sur la base des observations sur le terrain (comptages, estimations).

Le maintien de la pelure est testé par un accroissement de frottement en secouant les bulbes pendant un certain temps sur une machine normalisée, après stockage. La teneur en matière sèche est définie à l'aide d'un réfractomètre (van der Meer, 1984). Jusqu'à présent, l'absence d'amertume ne peut être évaluée qu'organoleptiquement. L'amertume semble être liée à une odeur forte.

On utilise généralement les méthodes décrites dans la littérature technique pour tester la résistance aux maladies comme le mildiou, la pourriture de l'oignon, le *Fusarium* et la maladie des racines roses (voir, par exemple, van der Meer et van Bennekom, 1970; Kofoet *et al.*, 1990).

d) Évaluation du matériel de sélection

Pour surveiller le matériel de sélection, les observations (sur le terrain) « avec l'œil du maître » sont d'une importance primordiale. Cela est vrai à la fois pour la culture des bulbes et la culture des graines. Le maintien de la pelure, la teneur en matière sèche et la résistance aux maladies sont également testées périodiquement. La surveillance se fait habituellement dans des conditions normales de culture. Parfois des conditions de stress particulières sont choisies ou simulées afin de vérifier la résistance aux fluctuations du temps ou des conditions de sol.

D. Multiplication des semences à usage commercial

a) Étapes de la production

Citons quelques données pratiques pour les oignons hollandais :

- la production de semences par ha est d'environ 500 kg (en France et en Italie) ;
- dans la pratique, le coefficient de multiplication est d'environ 400 ;
- les besoins en semences par ha sont d'environ 6 kg ;
- la production des bulbes par ha est d'environ 50 tonnes ;
- le coût d'achat des semences se situe entre 5 et 10 pour cent du coût total de la production commerciale des bulbes (van der Meer, 1968).

Pour environ 1 000 ha d'oignons à bulbes, il faut environ 6 000 kg de graines d'oignons. Cette quantité est obtenue après avoir multiplié environ 15 kg de graines d'oignons, et, pour ces 15 kg, il faut multiplier environ 40 g de graines. Dans ce cas, les

6 000 kg sont qualifiés de graines commerciales, les 15 kg de graines de base et les 40 g de graines de sélection. La conservation des graines de sélection est à la charge du sélectionneur. La production de graines de base et de graines commerciales est en général l'affaire d'une unité de production spéciale de graines, qui est responsable de la production, de l'isolement, de l'élimination des plantes non conformes au type, etc., et enfin de la qualité et de la pureté de la graine commercialisée.

b) Pratiques d'isolement

Les semences d'oignon sont cultivées à une distance d'au moins 1.5 km d'autres champs ensemencés d'oignons.

c) Certification et enregistrement

Aux Pays-Bas, les semences d'oignons peuvent être certifiées, mais c'est facultatif. Leur qualité est habituellement directement garantie par les entreprises de semences. La surveillance du comportement de la variété aux Pays-Bas se fait lors d'essais annuels en champ sous la responsabilité d'une commission nationale spéciale d'essai des oignons. Les variétés satisfaisantes sont enregistrées dans une liste des variétés recommandées, et celles de qualité inférieure sont refusées ou retirées de la liste. L'adoption de nouvelles variétés vient rapidement après l'enregistrement sur la liste des variétés.

Dans la plupart des pays, même si le système d'essai et de recommandation des variétés est pratiqué, les sélectionneurs et marchands locaux ont la responsabilité finale de l'amélioration de la variété. Toutefois, dans un certain nombre de pays (par exemple le Bangladesh, le Soudan, le Ghana), seules les souches locales sont disponibles; elles sont conservées (mais non améliorées) par chaque agriculteur.

Le nombre des variétés ou des souches varie beaucoup entre les pays et même entre les régions. En Égypte, au sud du Caire, seule une souche (Giza 6 Mohassan) de l'ancienne race local de Saidi est cultivée, mais dans le Delta de nombreuses souches locales de Behairy (30 ou plus) sont cultivées. Aux Pays-Bas, en 1992, 16 souches et hybrides de Rijnsburger recommandés étaient disponibles, tandis qu'en Roumanie, en 1990, six variétés étaient recommandées, dont la Wolska (de Pologne) et la Stuttgarter. En Indonésie, 10 à 20 souches locales d'échalotes sont cultivées. Les plants de l'une d'entre elles (var. Bangkok) sont importés tous les ans de Thaïlande. La collection mondiale d'oignons comporte au moins 1 000 souches et variétés (estimation de l'auteur).

Références

- AUGUSTI, K.T. (1990), «Therapeutic and medical values of onions and garlic», *Onions and Allied Crops*, vol. 3, pp. 93-108, CRC Press Inc., Boca Raton, Floride, États-Unis.
- DOWKER, B.D. (1990), «Onion breeding», *Onions and Allied Crops*, vol. 1, pp. 215-232. CRC Press Inc., Boca Raton, Floride, États-Unis.
- EL SHAFIE, M.W. et G.W. DAVIS (1967), «Inheritance of bulb colour in the onion (*Allium cepa* L.)», *Hilgardia*, vol. 38, pp. 607-622.
- FAO (1988), *FAO Production Yearbook (Production de l'année)*, Rome, 1988.
- HANELT, P. (1990), «Taxonomy, evolution and history», *Onions and Allied Crops*, vol. 1, pp. 1-26, CRC Press Inc., Boca Raton, Floride, États-Unis.
- JONES, H.A. et A.E. CLARKE (1943), «Inheritance of male sterility in the onion and the production of hybrid seed», *Proceedings of the American Society of Horticultural Science*, vol. 43, pp. 189-194.
- KOFOET A., C. KIK, W.A. WIETSMA et J.N. DE UREIS (1990), «Inheritance of resistance to downy mildew (*Peronospora destructor*/Berk/Casp.) from *Allium roylei* Stearn in the backcross *Allium cepa* (*A. roylei* *A. cepa*)», *Plant Breeding*, vol. 105, pp. 144-149.
- TACKHOLM, V. (1954), *Flora of Egypt*, vol. 3, p. 98, Cairo University Press, Égypte.
- VAN DER MEER, Q.P. (1968), *Veredeling en Zaadteelt by Groentegewassen. Rassen in Wording*, pp. 92-94., IVT, Wageningen.
- VAN DER MEER, Q.P. et J.L. VAN BENNEKOM (1968), «Research on pollen distribution in onion seed fields», *Euphytica*, vol. 17, pp. 216-219.
- VAN DER MEER, Q.P. et J.L. VAN BENNEKOM (1970), «Testing onions (*Allium cepa* L.) and other *Allium* species for resistance to *Botrytis allii* Munn», *Euphytica*, vol. 19, pp. 152-162.
- VAN DER MEER, Q.P. et J.L. VAN BENNEKOM (1972), «Influence of the environment on the percentage of self-fertilisation in onions and some consequences for breeding», *Euphytica*, vol. 21, pp. 450-453.
- VAN DER MEER, Q.P. (1984), *Verbeterde Selectie op een Hoger Drogestofgehalte by Uien, Zaadbelangen*.
- VAN DER MEER, Q.P. (1986), «Bosuien uit het oude Egypt», *Tuinderij*, vol. 66, n° 27, p. 33.
- VAN DER MEER, Q.P. et J.N. DEVRIES (1990), «An interspecific cross between *Allium roylei* Stearn and *Allium cepa* L. and its backcross to *A. cepa*», *Euphytica*, vol. 47, pp. 29-31.

15. Le manioc

par

Kazuo Kawano

A. Caractéristiques de la plante

a) Origines géographiques

Le manioc *Manihot esculenta*, ainsi dénommé en Afrique francophone, est également appelé mandioca (Brésil, Paraguay et Argentine), yuca (autres pays hispanophones), tapioca et cassava (pays anglophones); c'est l'une des plus importantes cultures productrices de calories et la plus importante racine alimentaire sous les tropiques. L'histoire de l'évolution du manioc, comme celle des autres cultures de racines, a été difficile à retrouver et son centre d'origine précis n'a pas été situé. La conclusion la plus évidente est que le manioc provient des plaines tropicales d'Amérique. De multiples centres secondaires de diversification en Amérique tropicale ont été proposés par plusieurs chercheurs.

b) Répartition géographique des cultures

Le manioc était largement réparti à travers tout le continent américain et les Caraïbes à l'époque où les colons européens arrivèrent au XV^e siècle. On pense que le manioc a été introduit pour la première fois en Afrique au XVI^e siècle et en Asie plus tard. Les théories et l'expérience confirment que la grande majorité de la variabilité génétique du manioc existe dans les tropiques américains; cependant, une large gamme de diversité variétale est observée parmi les variétés existants en Afrique et, dans une moindre mesure en Asie.

c) Principales zones de production

Jusqu'à la fin des années 60, l'Afrique et l'Amérique latine étaient les principaux producteurs de manioc; cependant, au cours des deux dernières décennies, la production de manioc asiatique a augmenté considérablement et représente maintenant une part importante avec l'Afrique, chacune fournissant approximativement 40 pour cent du total mondial. La productivité de la culture en Amérique latine a légèrement diminué au cours des deux dernières décennies et est estimée à environ 12 t/ha maintenant, tandis que celle de l'Asie a régulièrement augmenté et est à présent estimée à environ 13 t/ha. En Afrique, elle stagne à environ 7 t/ha. Ces rendements sont faibles, surtout si on les compare au haut rendement expérimental, à 70 t/ha/an, ou au haut rendement commercial à grande

échelle de 40 t/ha/an, qui peut être obtenu en plantant des génotypes améliorés dans un milieu cultural adéquat.

d) *Position taxonomique ; caractéristiques génétiques et cytogénétiques*

Le genre *Manihot* appartient à la famille des euphorbiacées et passe pour comprendre environ 100 espèces. Le manioc est la seule culture vivrière importante du genre *Manihot* et n'est connu que comme plante cultivée. Des groupes d'espèces très voisines du manioc sont répandus tant en Amérique du Nord que du Sud, mais aucune espèce sauvage spécifique n'a été proposée comme ancêtre possible. Le manioc, avec $2n = 36$ chromosomes, a été considéré comme un diploïde par certains chercheurs, comme un tétraploïde par d'autres, et comme un allotétraploïde segmentaire par d'autres.

e) *Considérations phytosanitaires actuelles liées au transfert du matériel génétique*

La répartition internationale du matériel génétique a été très accélérée par la création d'un centre mondial de génétique du manioc au Centro internacional de agricultura tropical (CIAT) en Colombie, et d'un centre régional africain de matériel génétique à l'IITA, l'International Institute of Tropical Agriculture (institut international d'agriculture tropicale) au Nigeria au début des années 70, et avec la création ultérieure et le renforcement de programmes nationaux de sélection du manioc. Les échanges de matériel génétique sont actuellement réalisés sous les trois formes suivantes : 1) bouture ; 2) la culture de méristème ; et 3) les semences vraies. La bouture est la plus facile à manipuler, mais le risque d'introduire accidentellement des maladies et des parasites est très élevé ; la culture de méristème est moins risquée et permet la reproduction de génotypes identiques, mais ne convient pas au transfert d'un grand nombre de génotypes et nécessite certaines aptitudes et installations chez celui qui reçoit le matériel ; la semence vraie est la moins risquée et permet de manipuler facilement un grand nombre de génotypes bien que des génotypes identiques ne puissent pas être obtenus.

Les mesures phytosanitaires concernant l'introduction des génotypes varient beaucoup selon les pays. L'utilisation des boutures est totalement interdite entre les continents et est limitée aux pays limitrophes qui partagent généralement le même spectre de maladies et de parasites. La culture de méristèmes est généralement acceptée comme une méthode sûre de transfert de matériel clonal ; cependant, on prend des précautions supplémentaires pour les transferts transcontinentaux qui peuvent entraîner le danger de la transmission de maladies à virus. Les semences hybrides sont très largement acceptées comme une méthode sûre et efficace de transfert des matériaux de sélection.

f) *Utilisations finales de la plante*

Le manioc a été utilisé comme produit d'alimentation humaine pendant presque toute l'histoire de sa culture. Les racines bouillies ont dû être la forme normale de consommation humaine et le sont encore aujourd'hui dans de nombreuses régions du monde. On trouve une grande diversité de techniques de transformation des racines parmi les groupes ethniques amérindiens et les variétés de manioc dit amer, qui ne peuvent être consommés qu'après transformation, sont largement distribuées dans tous les tropiques américains. La consommation des racines de manioc après un certain degré de transformation est peut-être une forme de préparation aussi ancienne et importante que la simple ébullition. Dans ce mode de consommation, le rôle le plus important du manioc consiste à

fournir des calories alimentaires dans le cadre d'une agriculture de subsistance, là où le manioc est planté dans de petits champs de production. Du fait de la capacité du manioc de produire des rendements élevés en calories dans des conditions de disponibilité limitée d'eau et d'éléments nutritifs dans le sol, de nouvelles utilisations du manioc pour l'alimentation des animaux et la production de farine ont rapidement pris de l'importance ces dernières années, particulièrement en Asie du sud-est. La production de manioc pour l'alimentation des animaux, la farine et d'autres transformations industrielles s'est étendue très rapidement et a largement compensé la diminution de la consommation humaine en Asie.

Mécanismes de reproduction

a) Modes de reproduction

Dans les champs de production, le manioc est presque exclusivement propagé par la plantation, verticalement, horizontalement ou obliquement, de boutures de tiges (habituellement de 10 à 30 cm de long) prises sur des plants mûrs (âgés de plus de huit mois). La propagation par les semences est possible dans bien des milieux mais du fait de la difficulté de rassembler un grand nombre de semences et de la faible croissance initiale des plants qui proviennent des semences, on en limite actuellement l'utilisation aux champs des obtenteurs de manioc.

b) Vivace ou annuelle

En tant que plante, le manioc est vivace, mais en tant que culture il est majoritairement annuel, étant récolté 8 à 18 mois après sa plantation.

c) Mode de pollinisation

Le manioc est une espèce monoïque dont le stigmate et l'anthere sont généralement séparés dans différentes fleurs sur la même plante. Un bourgeon de fleur se forme chaque fois que la plante fait des ramifications; toutefois, la plupart des bourgeons de fleur formés lors des stades précoces de croissance sont avortés. On ne peut pas obtenir de fleurs à partir de types sans ramification. Les fleurs mâles et femelles ne s'ouvrent presque jamais simultanément sur la même branche, mais il n'est pas rare que les fleurs femelles et les fleurs mâles sur différentes branches de la même plante s'ouvrent en même temps. Le pollen est relativement gros et poisseux; par conséquent la pollinisation naturelle par le vent est improbable. Plusieurs espèces de guêpes et d'abeilles sont les principaux pollinisateurs. La pollinisation croisée comme l'autofécondation se produisent naturellement. La proportion de pollinisation croisée dépend des caractéristiques de floraison des géotypes et des dispositions physiques de la population. Il semble n'y avoir aucun mécanisme physiologique ou génétique pour empêcher l'autofécondation et on n'a trouvé aucune incompatibilité croisée grave. Dans l'ensemble, la production d'un grand nombre d'hybrides par pollinisation artificielle est comparativement facile.

d) Mécanismes de survie des propagules

Une forte dégénérescence par consanguinité a été observée dans des caractères comme le rendement des racines et la biomasse totale. Cette forte dégénérescence par

consanguinité, ajoutée à la multiplication végétative qui caractérise l'espèce, est le mécanisme biologique par lequel la haute hétérozygotie de l'espèce est maintenue. La stérilité mâle est fréquente et empêche efficacement l'autofécondation.

e) *Aptitude au croisement avec des espèces apparentées*

Le manioc peut être croisé relativement facilement avec une espèce assez voisine, le *M. glaziovii* (hévée ceara) et les gènes pour la maladie de la mosaïque du manioc tirés du *M. glaziovii* ont été largement utilisés dans un programme de sélection par rétrocroisement en Afrique. D'autres espèces voisines sauvages comme le *M. saxicola*, le *M. melanobasis*, le *M. catingae* et le *M. dichotoma* ont également été incluses dans des hybridations avec le manioc.

Toxicologie

La racine brute de manioc contient des glucosides, la linamarine et la lotaustraline, qui sont convertis en un produit toxique, l'acide cyanhydrique ou acide prussique, quand ils rentrent en contact avec la linamarase, une enzyme qui est libérée lorsque les cellules des racines de manioc sont rompues. Bien que des décès occasionnels dus à la consommation de racines brutes de manioc aient été signalés, les procédures classiques de transformation et de cuisson, consistant à faire bouillir, à râper, à tremper dans l'eau, à sécher ou à faire fermenter, diminuent en général efficacement les concentrations de cyanure. Ainsi, si les méthodes normales de préparation sont respectées, il n'y a pas de toxicité aiguë par le cyanure. La toxicité chronique par le cyanure se produit dans certaines régions d'Afrique où la consommation de manioc est élevée et où la consommation d'iode et de protéines, notamment de protéines animales, est extrêmement faible. Au Nigeria et au Zaïre, la neuropathie ataxique (dégénérescence nerveuse) et le goitre (qui conduit au crétinisme dans les cas graves) ont été associés à des niveaux élevés de consommation de manioc.

Les variétés existants varient beaucoup quant à la teneur en cyanure des racines brutes. Ceux qui en contiennent beaucoup sont appelés «manioc amers» et ne sont utilisés qu'après un certain degré de transformation, alors que ceux qui sont considérés convenir à la consommation humaine directe sous forme de produit frais (après avoir été bouillis) sont appelés «manioc doux» et contiennent presque invariablement peu de cyanure. Il n'y a pas de preuve scientifique convaincante qu'il existe une corrélation étroite entre des teneurs élevées en cyanure et une résistance aux maladies et aux parasites, une grande capacité de rendement ou une tolérance à la sécheresse ou à la pauvreté des sols, sauf dans quelques cas de résistance aux animaux comme les insectes ou les sangliers qui attaquent les racines, dont on pense que l'habitude de s'alimenter de manioc est d'origine récente dans l'évolution de la culture. Cependant, la grande majorité des variétés à haut rendement actuellement disponibles et adaptés à une production industrielle à grande échelle avec un plus grand spectre de tolérance aux contraintes de rendement biotiques et abiotiques sont du type amer. C'est l'un des plus grands défis pour les obtenteurs contemporains de manioc de créer des variétés dits à double objectif, qui combinent la bonne qualité alimentaire des variétés doux à la capacité de rendement élevé et à la robustesse des variétés amers.

Exigences écologiques

Le manioc est cultivé avec succès entre des latitudes de 30° N et 30° S, du niveau de la mer jusqu'à environ 2 000 m, sous des précipitations annuelles de 600 à 6 000 mm, et avec un pH du sol entre 3.8 et 8. Cette espèce tolère les climats chauds, la sécheresse et les sols acides, mais est extrêmement sensible aux températures froides et à une teneur excessive du sol en eau. Par conséquent, aucune production importante de manioc n'a lieu dans les zones tempérées des pays développés, ce qui fait du manioc la seule culture vivrière importante largement inconnue de la communauté scientifique du monde développé.

B. Pratiques actuelles de sélection et recherches sur la création variétale

a) Principales méthodes et techniques de sélection

i) Conservation des ressources génétiques

Une collection mondiale de matériel génétique comprenant près de 6 000 lots venant du monde entier est conservée au siège du CIAT en Colombie, et une collection régionale pour l'Afrique est conservée à l'IITA, au Nigeria. Chaque programme national conserve sa propre collection comprenant essentiellement la collection de sa propre région, et la taille de la collection est généralement proportionnelle à la variabilité des variétés classiques de la région et à l'importance du programme de recherche. La plupart de ces collections sont conservées sous forme de plants vivants dans les champs. Un double de la collection du CIAT est conservé sous forme de cultures de méristèmes à croissance lente dans un laboratoire du CIAT. On envisage également la création d'une collection de travail, comprenant quelque 10 pour cent des lots, mais formée de manière à couvrir à peu près 95 pour cent de la variabilité génétique effective, et d'une banque de gènes avec des semences vraies, dans laquelle l'identité de chaque clone ou combinaison spécifique des gènes est perdue, mais dont les gènes en tant qu'ensemble de population peuvent être conservés.

ii) La sélection

Le fait que le manioc soit une culture à multiplication végétative est très avantageux pour les obtenteurs. En outre, les complications habituelles, comme l'incompatibilité croisée que l'on constate souvent avec d'autres cultures, sont absentes. Une fois qu'on a obtenu un génotype favorable, on peut le multiplier indéfiniment. L'expression des caractères au stade des jeunes pousses correspond bien à celle des générations de clones ultérieures. Des études antérieures sur la sélection du manioc ont présenté des difficultés occasionnelles, comme la rareté ou l'absence de floraison de certains clones, un faible niveau de formation de semences sur certains parents femelles, et une faible germination. Toutefois, les obtenteurs sont généralement d'accord pour dire que le manioc est, parmi les grandes cultures, l'une de celles pour lesquelles il est le plus facile de créer et de manipuler des génotypes recombinants. En conséquence, un programme typique de sélection du manioc suit un schéma classique, commençant par la création d'un grand nombre de recombinants par hybridation, passant par des stades d'évaluation avec un nombre décroissant de recombinants et des degrés croissants de précision par génotype,

et finissant par l'identification du ou des génotypes recommandables après des évaluations répétées sur de multiples emplacements pendant plusieurs années (tableau 15.1).

Les efforts entrepris en réseau au cours des deux dernières décennies se sont traduits par la création et le renforcement de nombreux programmes de sélection de manioc dans le monde, qui peuvent être grossièrement classés en trois catégories, à savoir : 1) les programmes internationaux de sélection de base ; 2) des programmes nationaux détaillés de sélection ; et 3) des programmes nationaux de mise au point des variétés.

Les programmes de sélection de base ont pour but l'amélioration générale des populations de sélection, et la production et distribution de matériels perfectionnés de

Tableau 15.1. Stades de la sélection dans un programme typique de sélection de manioc

Année	Stade de la sélection	Site de culture et de sélection		
		Siège du programme de sélection	Site de sélection principal	Autres sites de sélection
1	Hybridation	• × •		
2	Plantule hybride	•		
3	Essai sur une rangée	• • • • •		
4	Essai préliminaire	••••• ••••• •••••	••••• ••••• •••••	
5	Essai avancé	••••• ••••• •••••	••••• ••••• •••••	
6	Essai régional	••••• ••••• •••••	••••• ••••• •••••	••••• ••••• •••••
7	Essai à la ferme	••••• X4 ↓ ↓	••••• X4 ↓ ↓	••••• X4 ↓ ↓
8	Essai à la ferme 2 ^e année et multiplication		↓	
9	Diffusion de la variété		↓	

sélection aux programmes nationaux. Le programme de sélection de base au siège du CIAT a réussi à améliorer la capacité de rendement par un indice de récolte amélioré, une meilleure résistance aux principales maladies et aux insectes et une adaptation à plusieurs milieux importants pour le manioc, y compris la tolérance aux sols stériles acides. Le programme de l'IITA a réussi à améliorer la résistance à la maladie de la mosaïque et à la rouille bactérienne du manioc. Le programme de sélection poursuivi en collaboration par la Thaïlande et le CIAT a réussi à améliorer la production de biomasse, la teneur en matière sèche des racines et l'adaptation au climat semi-aride des plaines tropicales.

Les programmes détaillés de sélection ont évolué vers des programmes de recherche nationaux plus poussés comme ceux en Thaïlande, en Chine, en Inde et au Brésil. Ils comportent toutes les démarches nécessaires pour la sélection et la mise au point des variétés, y compris les hybridations et une série de recherches à la ferme pour la diffusion des variétés. Les programmes de mise au point de variétés, maintenant opérationnels dans de nombreux pays, effectuent des sélections d'acclimatation pour identifier les génotypes recommandables pour leurs propres conditions. Ils reçoivent en général des matériels de sélection perfectionnés de l'un des programmes internationaux de sélection de base.

b) Principaux objectifs de la sélection

Les objectifs de sélection communs à la plupart des programmes de sélection sont les suivants :

- capacité de rendement élevé;
- récoltes précoces;
- teneur élevée en matière sèche (farine) des racines;
- résistance aux maladies et aux parasites;
- tolérance aux conditions défavorables de sol et de climat;
- faible teneur en cyanure des racines;
- bon type de plante;
- bonne qualité de la bouture (manipulation, stockage et germination);
- versatilité (convenant à la consommation humaine et à la production industrielle);
- couleur des racines.

Différents programmes nationaux accordent des degrés divers d'importance à des résistances aux maladies et aux parasites spécifiques et à la tolérance aux conditions défavorables de l'environnement. À l'exception éventuelle de la résistance à la maladie de la mosaïque du manioc et de la teneur nulle en cyanure, la recherche de caractères souhaitables dans le matériel génétique intraspécifique existant a été largement couronnée de succès et beaucoup d'entre eux ont été incorporés dans les principales populations de sélection.

c) Test des principaux objectifs de la sélection et évaluation de la performance générale

Les tests à grande échelle sur des sites multiples se sont révélés être la méthode la plus fiable, et peut-être la plus efficace à long terme, pour identifier des variétés vraiment recommandables. Des évaluations comparatives entre des milieux donnant de hauts rendements et des milieux soumis à des stress prononcés ont été particulièrement efficaces pour obtenir des génotypes robustes, ayant de bonnes capacités d'adaptation. C'est

même vrai pour la résistance aux maladies, pour laquelle l'évaluation en serre ou en pépinière est préférée d'habitude pour d'autres cultures et maladies.

Le manioc est généralement cultivé avec un minimum d'engrais et de traitements chimiques ou d'irrigation; c'est ainsi que la stabilité de rendement à long terme et d'année en année sont des critères fondamentaux pour les producteurs de manioc. Pour évaluer la stabilité, rien ne remplace les évaluations sur plusieurs sites et plusieurs années.

C. Diffusion et adoption des variétés

Jusqu'à une période récente, il n'existait aucun mécanisme officiel pour la diffusion des variétés dans la plupart des pays. Presque tous les variétés classiques ont été sélectionnés par les producteurs à partir de génotypes disponibles localement. A présent que des programmes nationaux d'amélioration des variétés sont généralement établis dans chaque pays cultivant le manioc, de nombreux clones perfectionnés arrivent aux agriculteurs par le biais de programmes semi-officiels assez peu structurés, consistant en des évaluations à la ferme des clones prometteurs, en une prédiffusion de variétés semi-finis et en une sélection par les agriculteurs pour leurs propres plantations.

Avec la montée en puissance des programmes nationaux, les mécanismes officiels d'enregistrement des variétés, de la multiplication et de la certification évoluent dans plusieurs pays. Dans le passé, les apports des service de vulgarisation ont été minimes pour cette plante cultivée dans de petites exploitations; toutefois, les efforts conjoints récents des services de recherche et de vulgarisation de la Thaïlande pour la production et la distribution de matériels de plantation certifiés provenant de variétés nouvellement diffusés peuvent fournir un bon exemple.

Étant donné que l'histoire des programmes officiels de sélection du manioc est courte dans de nombreux pays, aucun programme national n'offre encore un mécanisme permettant d'évaluer systématiquement les effets socio-économiques de l'adoption de nouveaux variétés. Un rapport conjoint de la Section économique du CIAT et du Département de la vulgarisation agricole de Thaïlande sur l'adoption d'un nouveau variété pourrait être la première tentative de ce genre.

Références

- BELLOTTI, A. et K. KAWANO (1980), «Breeding approaches in cassava», in *Breeding Plants Resistant to Insects*, John Wiley and Sons, New York, pp. 312-335.
- COCK, J.H. (1985), *Cassava*, Westview Press, Boulder, Colorado, États-Unis, pp. 1-192.
- HERSHEY, C.H., dir. pub. (1987), *Cassava Breeding : A Multidisciplinary Review*, Cali, Colombie, pp. 1-312, CIAT.
- HOWELER, R.H. et K. Kawano, dir. pub. (1988), *Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia*, CIAT/Asia, Bangkok, Thaïlande, pp. 1-346.
- KAWANO, K., A. AMAYA, P. DAZA et M. RIOS (1978), «Factors affecting efficiency of hybridization and selection of cassava», *Crop Science*, vol. 17, pp. 373-376.
- KAWANO, K., P. DAZA, A. AMAYA, M. RIOS et W.M.F. GONCALVES (1978), «Evaluation of cassava germplasm for productivity», *Crop Science*, vol. 17, pp. 377-380.
- KAWANO, K. (1980), «Cassava», in *Hybridization of Crop Plants*, American Society of Agriculture, Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, États-Unis, pp. 205-233.
- KAWANO, K. (1992), «CIAT cassava germplasm and its role in cassava improvement in Asia», in R.H. Howeler, dir. pub., *Cassava Breeding, Agronomy and Utilization Research in Asia*, CIAT/Asia, Bangkok, Thaïlande, pp. 170-184.
- NESTEL, B. et R. MacINTYRE, dir. pub. (1973), *Chronic Cassava Toxicity*, IDCR-010e, International Development and Research Centre, Ottawa, Canada, pp. 1-163.
- NESTEL, B. et R. MacINTYRE, dir. pub. (1975), *The International Exchange and Testing of Cassava Germplasm*, IDRC-049e, International Development and Research Centre, Ottawa, Canada, pp. 1-74.

16. La pomme de terre

par

E. Jacobsen et P. Rousselle

A. Caractéristiques de la plante

a) *Origine géographique de la pomme de terre ; centres de la diversification*

La pomme de terre, originaire de l'Amérique du Sud, fut introduite en Europe il y a environ 450 ans. La culture de la pomme de terre s'est largement étendue en Europe au milieu du XVIII^e siècle et a gagné les autres continents comme importante culture vivrière. Elle occupe la cinquième place pour la superficie et la quatrième pour le rendement total parmi les plantes cultivées pour la consommation (FAO, 1984). En Europe, aux États-Unis et au Canada, la superficie a diminué en raison de l'augmentation des rendements à l'ha et de modifications de la consommation humaine. La diminution de la consommation humaine a été arrêtée par le développement d'une industrie transformatrice qui produit des frites, des chips et autres préparations comestibles.

b) *Distribution géographique*

La pomme de terre est potentiellement précieuse comme source importante de substances nutritives hydrocarbonées dans de nombreux pays en voie de développement. Elle a une grande faculté d'adaptation à différents climats, tels que ceux des hautes terres et des basses terres tropicales. Le Centre international de la pomme de terre (CIP) à Lima (Pérou) s'occupe d'introduire avec succès la pomme de terre dans de nombreux pays tropicaux. La pomme de terre est cultivée dans toutes les régions tempérées et dans beaucoup de zones tropicales et subtropicales (Roos, 1986).

c) *Position taxonomique*

La pomme de terre cultivée appartient à une espèce, *S. tuberosum* L., qui est considérée comme autotétraploïde. La pomme de terre cultivée dérive probablement des espèces diploïdes cultivées *S. stenotomum*, *S. phureja* et du diploïde sauvage *S. sparsipilum* (Hawkes, 1978). La mutation du niveau diploïde à l'espèce tétraploïde cultivée est le résultat du fonctionnement de gamètes non réduites dans les deux sexes de l'espèce en cause, qui a permis d'obtenir une descendance de plantes 4x par des croisements 2x × 2x et 4x × 2x.

A l'heure actuelle, environ 180 espèces différentes porteuses de tubercules sont connues ; elles comprennent la sous-section *Potatoe* de la section *Petota* et sont subdivisées en 18 séries. La plupart des séries ne contiennent que des espèces diploïdes ($2n = 24$), mais d'importantes espèces $3x$, $4x$ et $6x$ sont disponibles (Ross, 1986). Dans la série *Tuberosa*, on trouve 68 espèces sauvages et huit cultivées étroitement apparentées à *S. tuberosum*. Ces espèces sont distribuées du sud du Chili jusqu'au sud des États-Unis et croissent depuis le niveau de la mer jusqu'à 4 500 m d'altitude. Ces espèces sauvages sont communément utilisées dans la sélection comme une source de variation génétique, en raison surtout de leur résistance à toutes sortes de maladies et de parasites.

d) Conservation des ressources génétiques

Dans le passé, plusieurs expéditions en Amérique du Sud ont été faites pour rassembler du matériel, non seulement en raison de son intérêt botanique et taxinomique, mais aussi à des fins de sélection et pour prévenir l'érosion des ressources génétiques. Parmi les collections importantes, il faut citer la Commonwealth Potato Collection (Collection de pommes de terre du Commonwealth), la Collection of the International Potato Project (Collection du projet international concernant la pomme de terre) à Sturgeon Bay (États-Unis), la World Potato Germplasm Collection (Collection mondiale de plasmе germinatif de pomme de terre) du Centre international de la pomme de terre (Lima), et la collection germano-néerlandaise de pommes de terre de Brunswick (Braunschweig, Allemagne) (Ross, 1986).

e) Considérations phytosanitaires liées au transfert de matériel génétique

Il est important de se rendre compte que l'utilisation d'espèces sauvages dans la sélection des pommes de terre crée le risque d'importer des maladies nouvelles imposant une mise en quarantaine. Dans beaucoup de pays, un système de quarantaine bien au point existe pour prévenir ce risque. En général, les banques de gènes ont contrôlé et certifié leur matériel pour le garantir exempt de maladies entraînant la mise en quarantaine, simplifiant ainsi l'importation de matériel génétique par les chercheurs et les sélectionneurs. En général, le matériel importé doit être contrôlé par les autorités de quarantaine avant d'être libéré pour des fins de sélection ou de recherche relative à la sélection. Pour la pomme de terre, l'importation de la virose de la pomme de terre transmissible par la semence est le risque principal. Des tests moléculaires ont été mis au point pour détecter aisément les plants infectés.

f) Utilisations finales actuelles de la plante

Les pommes de terre sont utilisées à diverses fins, telles que l'alimentation humaine, l'alimentation du bétail, la production de fécule et d'alcool. Les pommes de terre de consommation peuvent être subdivisées en pommes de terre consommées fraîches, à cuire dans les cuisines domestiques, et transformées industriellement. Le pourcentage des pommes de terre transformées industriellement continue de croître, ainsi que le nombre des produits offerts à la consommation. Les principaux de ces produits sont les frites, les chips, les pommes de terre en purée et les pommes de terre en boîtes. Les caractères importants pour la transformation industrielle sont la forme et la taille du tubercule, la teneur en fécule, la faible sensibilité aux dommages mécaniques, la faible teneur en sucres réducteurs et la résistance à la meurtrissure. Les pommes de terre à cuire ont été

classées conformément aux recommandations d'un groupe de travail de l'AERP (Association européenne pour la recherche sur la pomme de terre) en quatre classes (A, B, C et D) basées sur le niveau de désintégration, la consistance (= texture) et la farinosité (Keller et Baumgartner, 1982).

La féculé de pomme de terre est aussi une matière première importante utilisée comme épaississant dans l'industrie alimentaire et comme adhésif dans l'industrie technique. Les granules de féculé de pomme de terre sont composés de 20 pour cent d'amylose et de 80 pour cent d'amylopectine. Ces deux composés ont des propriétés chimiques et physiques et des applications différentes. L'amylopectine peut être produite séparément dans la plante, ainsi que l'a montré le mutant de pomme de terre exempte d'amylose récemment isolé, et ceci permet une meilleure utilisation technique de la féculé (Jacobsen *et al.*, 1989).

Mécanismes de reproduction

a) Mode de reproduction et pollinisation

Chaque variété de pomme de terre cultivée est représentée par un génotype qui est reproduit végétativement par des tubercules. Les plants de pommes de terre cultivés à partir de tubercules doivent être exempts ou presque exempts de virus. La technologie nécessaire pour la multiplication de semences de pommes de terre «exemptes de maladies» est largement utilisée aux Pays-Bas, mais peu connue dans les pays en voie de développement. Des progrès dans la multiplication *in vitro* et les tests pour les virus ont amélioré la production de pommes de terre de semence. A l'heure actuelle, quatre méthodes de multiplication sont appliquées :

- la culture en champ de plants sélectionnés ;
- la production de mini-tubercules sur des boutures de tige cultivées en serre ;
- la propagation de pousses *in vitro* ;
- la propagation de microtubercules *in vitro*.

Beaucoup de variétés produisent des fleurs et des baies contenant des graines. A cause de la nature hétérozygote de cette plante autotétraploïde, on obtient une descendance consanguine de qualité inférieure qui ne peut pas être utilisée.

Les espèces apparentées sauvages et les espèces sauvages de pommes de terre sont propagées à la fois par des tubercules et par des graines. La pomme de terre est une plante à fécondation croisée, pollinisée surtout par les insectes. Au niveau diploïde, un système d'incompatibilité gamétophytique est actif. La pomme de terre est une plante annuelle qui survit par des graines et des tubercules.

b) Aptitude au croisement avec des espèces apparentées

Aux Pays-Bas et très probablement dans toute l'Europe, aucune des plantes adventives de l'écosystème ne peut donner des hybrides par croisement avec la pomme de terre cultivée (Stiekema et Eijlander, 1991).

Toxicologie

Un effet important de l'introduction d'espèces sauvages comme sources dans la sélection des pommes de terre est l'augmentation de la quantité de glycoalcaloïdes dans les parties vertes et les tubercules. Dans les anciennes variétés de pommes de terre, dans lesquelles n'entrait aucune espèce sauvage, la teneur totale en glycoalcaloïdes (TGA) est relativement basse. La TGA est importante pour le goût. A l'heure actuelle, des niveaux maxima de 60-70 mg de glycosides solanines par kg de tubercules frais sont autorisés pour les variétés de pommes de terre de consommation et les variétés à féculé. L'influence de diverses conditions d'environnement sur la synthèse de ces composés complique la détermination des niveaux de TGA dans les variétés nouvelles. Il est fortement recommandé de rechercher avant l'enregistrement le niveau de TGA des parents dans la sélection de nouvelles variétés contenant du matériel génétique d'espèces sauvages. Du point de vue de la sécurité du consommateur, un faible niveau de TGA par kg de tubercules frais est recommandé (van Gelder, 1988 et 1989). Des méthodes de mesure doivent être mises en place pour faire du contrôle suivi du niveau de TGA dans les parents lors de la sélection une opération de routine.

Exigences écologiques des cycles de vie

Les parties vertes sont sensibles aux gelées nocturnes (jusqu'à $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Les tubercules étant tués dans le sol à $-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, cette plante ne peut pas survivre dans de nombreuses zones à hivers relativement froids (van Swaay *et al.*, 1987).

B. Pratique actuelle de la sélection et recherche sur la création variétale

a) Principales techniques de sélection

Comme on l'a noté plus haut, le sélectionneur dispose de beaucoup de ressources génétiques ayant des caractères importants. Il faut employer toutes sortes d'espèces sauvages dans le processus de sélection, afin de développer un matériel de sélection de base pouvant servir à la création variétale.

i) Sélection de base

Ross (1986) a décrit brièvement la mise au point du matériel de sélection de base en utilisant des espèces sauvages pour l'incorporation de gènes de résistance et de qualité dans les variétés de pommes de terre existantes. Les espèces *S. demissum* (6x), *S. acaule* (4x; 6x), *S. chacoense* (2x), *S. spagazzinii* (2x), *S. stoloniferum* (4x) et *S. vernei* (2x) ont été le matériel de source de certaines variétés pour leur hypersensibilité et leur résistance en champ au *Phytophthora infestans*, au *Fusarium*, à la punaise du Colorado, à des pathotypes de gale verruqueuse, au virus X,Y,A. de la pomme de terre et au virus de l'enroulement des feuilles de la pomme de terre, aux nématodes des racines *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*, pour leur résistance à la gelée, et pour leur faible teneur en sucres réducteurs et leur forte teneur en féculé. Des espèces telles que *S. berthaultii* (2x), *S. gourlayi* (2x; 4x), *S. bulbocastanum* (2x), *S. hertingii* (4x), *S. pinnatisectum* (2x), *S. sparsipilum* (2x), *S. etuberosum* (2x) et *S. brevidens* (2x) sont actuellement utilisées dans la recherche de sélection pour transférer dans la pomme de terre cultivée la résis-

tance aux pucerons *G. pallida*, *Pseudomonas solanacearum*, *Synchytrium endobioticum*, *Erwinia carotovora*, et la résistance à la meurtrissure.

Mis à part les caractères désirés, les espèces sauvages contiennent un fort potentiel de variations génétiques additionnelles qui rendent possible la mise au point de parents de sélection ou de variétés possédant une plus grande vigueur d'hybrides. Dans la pratique, le sélectionneur a toujours besoin d'élargir la base génétique des parents de sélection.

La plupart des espèces sauvages 4x mentionnées ne présentent pas de problèmes pour la sélection. Ces hybrides sont aisément obtenus et fertiles, et seuls quelques cycles de rétrocroisement avec *S. tuberosum* sont nécessaires pour créer des parents de sélection offrant les caractères désirés.

Les espèces sauvages 2x donnent plus de mal en tant que matériel de source pour *S. tuberosum* 4x, à cause d'un bloc triploïde qui empêche la formation d'hybrides triploïdes. Ces problèmes ont été surmontés au moyen de deux facteurs importants mis en lumière dans l'encadré 16.1, à savoir le doublement du nombre de chromosomes des espèces sauvages 2x en utilisant des gamètes 2n dans des croisements 4x × 2x, et l'haploïdisation de l'autotétraploïde, soit par l'obtention de semence par parthénogénèse dans des croisements avec *S. phureja* (Hermsen et Verdenius, 1973), soit par la culture des anthères ou des microspores (Jacobsen et Sopory, 1978). Dans la pratique, les deux approches sont importantes. L'obstacle du bloc triploïde dans les croisements 4x × 2x peut être contourné si des gamètes non réduits sont disponibles dans des génotypes utiles, et les dihaploïdes obtenus par parthénogénèse sont le matériel de base de la présélection des pommes de terre au niveau diploïde.

La sélection de *S. tuberosum* au niveau diploïde a de grands avantages, tels que :

- une hérédité simple disomique au lieu de tétrasomique, ce qui facilite la combinaison des caractères désirés ;
- l'aptitude au croisement avec de nombreuses espèces sauvages diploïdes pour l'introduction des caractères désirés ;
- une polyploïdisation sexuelle simple (méiotique) via des croisements 4x × 2x et 2x × 2x, en utilisant des ovules et des grains de pollen non réduits pour la sélection variétale au niveau tétraploïde.

Certaines espèces diploïdes, telles que *S. bulbocastanum*, et les espèces ne formant pas de tubercules *S. brevidens* et *S. etuberosum*, ne peuvent pas être croisées directement avec la pomme de terre cultivée. On a trouvé deux méthodes différentes pour résoudre ce problème. L'une de ces méthodes consiste à utiliser des espèces-ponts susceptible de croisement à la fois avec les espèces sauvages intéressantes et *S. tuberosum* (Hermsen et Taylor, 1979. cf. encadré 16.2). L'autre est la fusion du protoplaste. Cette technique est utilisée à diverses fins, telles que l'échange d'ADN extra-chromosomique (mitochondrie et/ou chloroplastes) dans ce qu'on appelle des cybrides, afin de créer la stérilité mâle cytoplasmique et des hybrides nucléaires normaux qui sont parfois la première étape vers une nouvelle espèce, mais qui, le plus souvent, sont utilisés comme matériel de base pour l'introduction de résistances par des rétrocroisements avec les espèces cultivées.

Récemment, des protoplastes de l'espèce *S. brevidens* ne formant pas de tubercules, qui est porteuse de résistance au virus de l'enroulement des feuilles de pomme de terre (Austin *et al.*, 1985) et à *Erwinia carotovora* ont été fusionnés avec ceux de *S. tuberosum* à des fins de sélection.

Encadré 16.1. Haploïdisation et polyploïdation de la pomme de terre

On ne s'attend pas à ce que le croisement entre la pomme de terre autotétraploïde et l'espèce diploïde *S. phureja* fournisse une descendance, ceci à cause d'un bloc triploïde. Ce bloc est dû au degré de ploïdie suboptimal de l'endosperme (5x), qui empêche le fonctionnement normal de ce tissu de réserve et le développement ultérieur de l'embryon. Cependant, on obtient la formation de graines avec certains génotypes parentaux de cette espèce diploïde. Le degré de ploïdie des plançons se révèle être 2x et 4x. On sait que le développement d'endosperme 3x, 6x, 9x,... est réussi et que deux types de grains de pollens peuvent être formés, contenant un nombre de chromosomes normal (2n-gamète) réduit (1x) ou non réduit (2x).

Bloc triploïde

La fécondation avec un grain de pollen normal développe un embryon 3x avec un endosperme 5x. L'endosperme 5x n'est pas formé et est suivi d'avortement de l'embryon (figure 16.2A).

Dihaploïdes parthénogénétiques

La seconde division dans le tube pollinique est parfois irrégulière, de sorte qu'il n'y a pas séparation des deux noyaux génératifs. Dans ce cas, seul l'ovule ou le noyau secondaire du sac embryonnaire peut être fertilisé, et de l'endosperme 6x fonctionnel se forme. Dans ces circonstances, l'ovule non fécondé est amené à se différencier en un embryon 2x (figure 16.2B). Ce phénomène dit de pollinisation par stimulus est un moyen très efficace de provoquer la formation de dihaploïdes (2x) parthénogénétiques à partir de variétés tétraploïdes qui sont le matériel de base de la sélection au niveau diploïde.

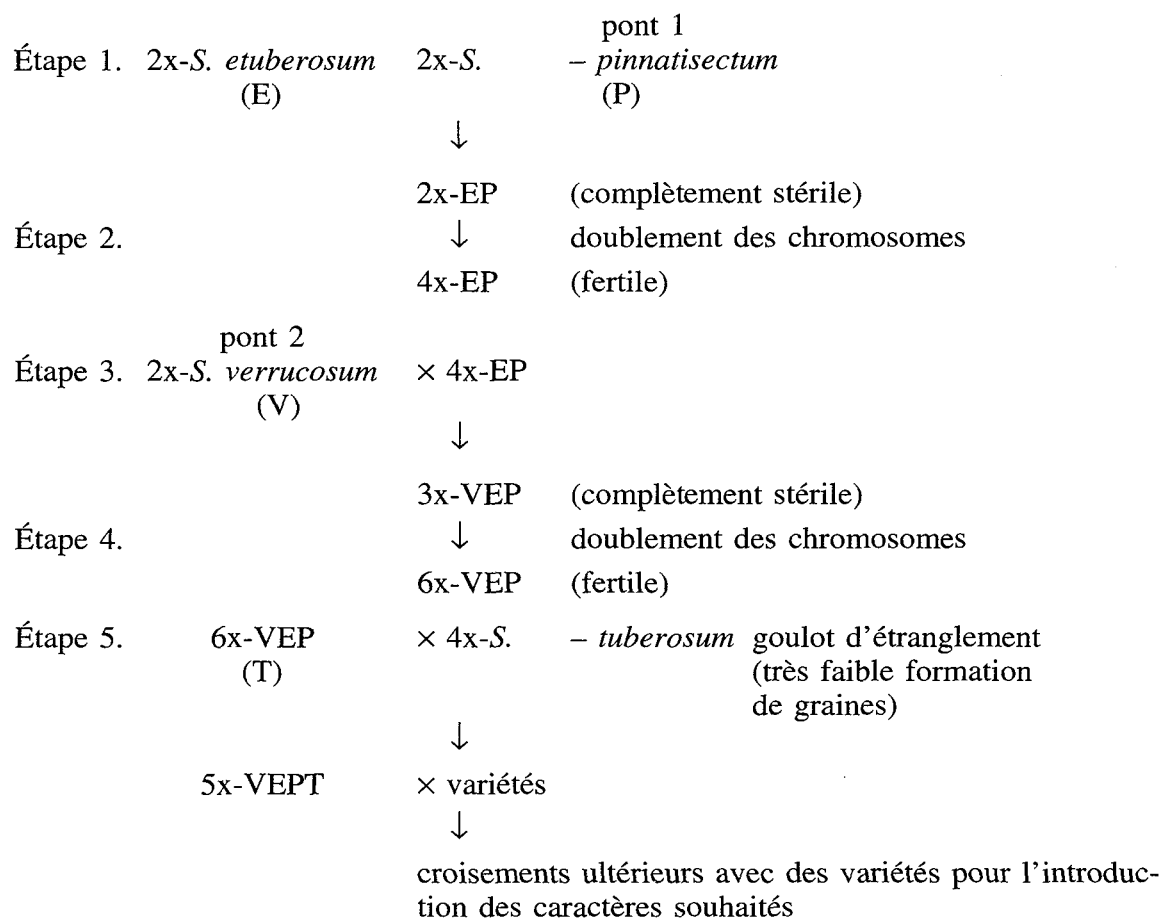
Doublement méiotique du chromosome chez des gamètes non réduits

La descendance 4x est le résultat d'une fécondation double normale avec un grain de pollen non réduit, qui aboutit à un embryon 4x avec un endosperme 6x fonctionnel (figure 16.2C). Ce phénomène est appelé doublement méiotique et se produit dans des croisements réciproques tant $4x \times 2x$ que $2x \times 2x$, si des ovules et/ou des grains de pollen 2n sont disponibles. Un dihaploïde parthénogénétique se forme à partir d'un ovule non fertilisé en présence d'endosperme normal.

La production de dihaploïdes parthénogénétiques est une pratique courante dans le monde entier à cause de la disponibilité d'un marqueur d'anthocyanine dans *S. phureja* qui est visible sous la forme d'une tache embryonnaire dans la graine mûre (Hermsen et Verdenius, 1973). Les graines tachées sont hybrides et les graines non tachées sont potentiellement d'origine parthénogénétique et donnent naissance à des dihaploïdes. La production de pollen 2n s'observe aussi dans *S. tuberosum* 2x (Ramanna, 1979) et rend possible le doublement méiotique. La sélection en fonction de ce trait est simple à cause de la présence de pollen de grandes dimensions avec 4 pores à germe au lieu de trois.

Malheureusement, ce produit de fusion entre espèces est, selon la définition, considéré comme un organisme génétiquement modifié (OGM) tant aux Pays-Bas (Anonyme, 1992) que dans la CEE, parce que des hybrides sexuels directs ne sont pas mentionnés

Encadré 16.2. Procédé utilisé pour rendre des espèces ne formant pas de tubercules accessibles à la sélection de pommes de terre par l'utilisation d'espèces-ponts



dans les ouvrages spécialisés. Tel n'est pas le cas lorsque le même matériel de source est obtenu par des croisements avec les espèces-ponts. On s'attend à ce que *S. tuberosum* et *S. brevidens* puissent être combinés sexuellement par l'utilisation de la technique de sauvetage de l'embryon. Ceci éliminerait cet hybride somatique de la liste des OGM.

ii) *Création de parents de sélection*

Le matériel de sélection de base et des techniques compliquées de crible continue sont mises au point dans les universités et les instituts. Le matériel végétal qui en résulte, qui est le plus souvent diploïde, doit être incorporé dans des programmes de sélection pour être combiné avec d'autres caractères précieux pour l'agriculture et pour éliminer les caractères indésirables. Ce travail peut être compliqué quand les caractères indésirables et désirables sont génétiquement liés. Le résultat de ce processus de présélection est le nouveau matériel parental qui peut être utilisé directement pour la création de variétés. Ces parents de sélection peuvent être soit tétraploïdes, soit des diploïdes qui produisent

des gamètes $2n$. En une seule étape, les diploïdes fournissent une descendance tétraploïde dans des croisements $4x \times 2x$.

iii) Création de variétés

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, la création de variétés peut commencer quand la variation génétique à combiner est disponible en un nombre restreint de parents de sélection. Ces parents de sélection ont été observés dans des croisements de « testage » pour déterminer leur aptitude à se combiner. La création d'une variété est en fin de compte une question de sélection de clones individuels du point de vue du rendement, de la résistance aux stress abiotiques ou biotiques et de la qualité des populations de jeunes plants provenant de croisements entre parents qui donnent la bonne descendance hétérotique. L'objectif fondamental est de mettre au point des variétés à haut rendement possédant de bonnes qualités pour diverses applications, cultivées avec une utilisation minimale de produits chimiques pour protéger la plante contre les facteurs biotiques. Toute variété nouvelle est donc un compromis entre de nombreux facteurs positifs et quelques facteurs négatifs (Parlevliet *et al.*, 1991).

Le tableau 16.1 présente un calendrier de sélection clonale de pommes de terre aux Pays-Bas utilisant plus de 4 000 croisements différents, y compris 2 000 croisements de l'évaluation de l'aptitude à la combinaison (Parlevliet, 1990). Un seul tubercule de chaque plant producteur de tubercules est cultivé en champ. La sélection est faite d'après l'aspect de la plante, la forme du tubercule, la profondeur et l'uniformité des yeux, et les génotypes très tardifs sont éliminés. Les clones de seconde année sont cultivés en une rangée et sélectionnés en fonction de quelques caractères qualitatifs simples : rendement, teneur en fécule, résistance potentielle aux maladies et aux nématodes des racines de la pomme de terre. Durant la troisième année, outre les résistances, les clones sont testés dans la station de sélection en fonction de caractères qualitatifs tels que type de cuisson, décoloration à l'état cru et aptitude à la préparation de chips et de frites. Dans les clones de la cinquième et de la sixième année, on effectue les premiers tests de résistance aux virus et à *Phytophthora infestans*. A ce stade du processus de sélection commence la multiplication clonale des génotypes les plus prometteurs. Les meilleurs clones sont soumis à des essais visant au tri, qui peuvent durer trois ans. Ces essais sont effectués sous la responsabilité de toutes les entreprises de sélection de pommes de terre (dix membres). Les tout meilleurs clones sont soumis aux essais nationaux officiels, qui durent encore trois ans, et sont testés plus intensément du point de vue de la transformation industrielle. Pour les variétés potentielles les plus prometteuses, la multiplication des pommes de terre de semence pour la commercialisation est organisée séparément. Aux derniers stades, les clones offrant les meilleures performances sont testés dans de nombreux autres pays. Les essais nationaux officiels sont organisés diversement dans tous les pays et s'étalent sur une période de deux à trois ans.

Le schéma de sélection fait apparaître clairement que la création d'une variété repose sur la sélection des génotypes qui ont les meilleures performances, en utilisant les variétés existantes comme référence de contrôle. La sélection visant à créer de nouvelles variétés est compliquée à cause du grand nombre d'applications potentielles et de la résistance exigée au moins aux nématodes des racines, aux virus, à la gale verruqueuse et à *Phytophthora infestans*. L'observation du nombre moyen de plançons nécessaires pour la sélection d'une seule variété met ceci en évidence : aux environs de 1920, il en fallait 2 000 ; il en faut aujourd'hui quelque 200 000, en combinaison avec une présélection intensive (Parlevliet, 1990).

Tableau 16.1. Calendrier de la sélection clonale aux Pays-Bas

Année	Phase	Nombre de clones sélectionnés
0	Croisement, récolte des graines. Souvent de nombreux croisements.	10 ⁶
1	Ensemencement des <i>graines</i> . 250-1 000 par croisement, un tubercule est gardé par planchon sélectionné.	600 000
2	<i>Clones de première année</i> . Un plant/clone. Récolte précoce. 6-8 tubercules gardés par plant sélectionné.	65 000
3	<i>Clones de deuxième année</i> . De 6 à 8 plants/clone. Récolte précoce. Tous les tubercules gardés par clone sélectionné.	15 000
4	<i>Clones de troisième année</i> . Une parcelle/clone pour les pommes de terre de semence, récoltée précocement (environ 20 plants). Une parcelle d'observation, récoltée au moment de la maturité (16-20 plants).	5 000
5	<i>Clones de quatrième année</i> . Une parcelle de pommes de terre de semence/clone, récolte précoce. Parcelles d'observation (16-20 plants) à des emplacements divers sans répétitions, récolte à la date normale.	1 500
6	<i>Clones de cinquième année</i> . Une parcelle de pommes de terre de semence/clone, récolte précoce. Parcelles d'observation (16-20 plants) à de nombreux emplacements, certaines dans d'autres pays, récoltées à la date normale. Pas de répétitions. Les meilleurs clones seront soumis aux essais d'observation continue (ET).	500
7	<i>ET</i> . Comme l'année précédente, les meilleurs clones de tous les sélectionneurs sont comparés entre eux dans des parcelles d'observation (16-20 plants) à de nombreux emplacements sans répétitions. La production de pommes de terre de semence s'effectue séparément comme auparavant, avec récolte précoce. Les meilleurs clones de la première année des essais d'observation continue passent par le test de seconde année. Les meilleurs clones à l'issue de ce test de seconde année peuvent être soumis aux essais nationaux (EN).	200
9	<i>EN</i> . Les clones sont maintenant comparés à certains des clones recommandés dans des essais de rendement en de nombreux emplacements avec répétitions. Tous les traits pertinents sont évalués. La liste officielle des variétés recommandées fournit des informations sur plus de 30 traits importants. Chaque année, des clones sont éliminés des essais lorsqu'il s'avère qu'ils ne constituent pas des améliorations par rapport aux clones recommandées.	15-20
12	<i>Recommandation</i> . Seuls les clones qui constituent des améliorations par rapport à ceux qui figurent déjà sur la liste nationale des variétés recommandées sont admis sur la liste.	3-6

Note: Jusqu'à la troisième année, l'examen des clones a lieu lors d'une récolte précoce afin d'éviter une infection virale véhiculée par les pucerons. Après cette date, l'examen est effectué à la date de récolte convenant au clone à examiner. Les pommes de terre de semence pour l'année suivante sont produites à partir de champs séparés, récoltés précocement.

Source : Parlevliet (1990), avec l'autorisation de l'auteur.

b) Principaux objectifs de la sélection

Avant de mettre en route un programme de sélection, il est important de définir les objectifs de la sélection, de façon à connaître la variation génétique (matériel génétique) nécessaire. Dans une variété moderne, plus de 50 caractères sont combinés. Ces caractères peuvent être groupés comme suit :

- le rendement, qui est un caractère compliqué incluant des facteurs tels que l'adaptation aux techniques modernes de culture, de récolte et de stockage ;
- la résistance aux facteurs de stress abiotiques et biotiques, tels que la sécheresse, la chaleur excessive, les maladies et les parasites ;
- les qualités requises pour les usages mentionnés ci-dessus.

La plupart de ces caractères sont quantitatifs et hérités par des polygènes. C'est pourquoi il est probable qu'un faible pourcentage de boutures exprimera ce caractère à un degré égal ou supérieur au degré auquel il s'exprime dans les parents. Un certain nombre de caractères sont hérités par un monogène, le plus souvent d'une façon dominante qui simplifie la sélection. Ce n'est pas le cas des caractères hérités récessivement au niveau tétraploïde, notamment quand la reconnaissance de la variété pose un problème (Jacobsen *et al.*, 1991). La culture moderne se voit obligée d'utiliser des ressources génétiques qui incorporent des traits importants dans ces trois catégories. C'est ainsi que le croisement des espèces est devenu obligatoire dans la culture de la pomme de terre.

C. Multiplication à usage commercial

a) Surveillance du comportement des clones pendant la maintenance et la multiplication

La multiplication des variétés nouvelles potentielles et des variétés existantes est un aspect important de la commercialisation. Une nouvelle variété inscrite sur la liste des variétés recommandées aux Pays-Bas (Parlevliet *et al.*, 1991) doit être maintenue pure et saine et multipliée. Grâce aux techniques de propagation *in vitro*, il est possible :

- de hâter l'introduction de nouvelles variétés sur une assez large échelle ;
- de maintenir le matériel de base des variétés existantes exempt de virus et d'infection par *Erwinia carotovora* et *Corynebacterium scapedonium* ;
- d'utiliser la culture de méristème afin de rendre exempts de virus les plants infectés.

Afin de maintenir et de multiplier une variété, il importe d'éviter les dangers d'accumulation de micromutations durant la maintenance et de contamination du stock par le mélange de variétés. Il s'agit dans les deux cas d'un risque réel. En ce qui concerne les mutations, il faut dire que les micromutations, celles qui ont un effet mineur, sont très importantes parce qu'elles créent des problèmes de reconnaissance. Les macro-mutations, en revanche, sont aisément reconnues. Il est également important de maintenir en bonne santé le matériel de plants de base. L'infection par des pathogènes, notamment par des virus et des bactéries, est un risque durant la maintenance et la multiplication. La présence de tels pathogènes est souvent malaisée à déceler dans les tubercules.

Aux Pays-Bas, un système de multiplication efficient comportant trois groupes de production et le service néerlandais d'inspection des plantes cultivées (NAK) a été mis au point. Les groupes sont les suivants :

- le sélectionneur de la nouvelle variété, qui fournit le matériel initial au mainteneur;
- l'agriculteur mainteneur, qui assure la maintenance des variétés purs et sains et produit des pommes de terre de semence de base d'un haut degré de qualité de classe S (figure 16.1, S);
- l'agriculteur multiplicateur, qui multiplie les pommes de terre de semence S, produisant un matériel d'un degré de qualité moindre (figure 16.1, SE, E, A, B et C), qui sera finalement vendu aux cultivateurs de pommes de terre.

b) La certification des semences de pommes de terre

NAK est l'agence officielle qui contrôle les pommes de terre de semence du point de vue de l'absence de maladie et de la représentation fidèle de la variété durant tous les stades de multiplication et de certification des pommes de terre de semence. Les pommes de terre de semence de base sont désignées comme pommes de terre S, SE et E (Anonyme, 1982), et les pommes de terre de semence certifiées comme pommes de terre A, B et C. Le degré le plus bas est vendu au cultivateur de pommes de terre normal pour la production en champ.

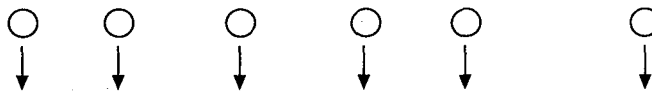
c) Suivi du comportement variétal au cours du cycle commercial

La figure 16.1 montre un schéma de maintenance et de multiplication commerciale des variétés. La variété est livrée par le sélectionneur aux agriculteurs mainteneurs. Les agriculteurs mainteneurs assurent les quatre premières années de multiplication afin de produire des pommes de terre de semence S saines à partir de plants individuels (de 15 à 20 par variété). Si ces plants paraissent sains et conformes au variété, ils sont soumis à un examen intensif pour constater l'absence d'infections. (Un point de départ plus moderne consiste en pousses multipliées *in vitro*.) Durant les trois années suivantes a lieu la multiplication, et certaines tiges sont éliminées à cause de faibles déviations ou d'infections virales. Une distance de 2 m est maintenue entre les rangées des différentes tiges afin d'éviter le mélange, les échanges durant la récolte, et le transfert de virus en cours de croissance à partir de tiges infectées de pucerons ou par des moyens mécaniques. Des bandes de blé sont cultivées entre les rangées. La récolte est toujours précoce, avant l'invasion des pucerons. Tous les plants sont soumis à des tests sérologiques pour détecter les infections virales pendant la première année. Dix pour cent sont testés la seconde année, et 2 pour cent la troisième année. Dans la seconde année, un échantillon de toutes les lignées est cultivé dans ce qu'on appelle « l'essai en champ de lignée centrale » du NAK pour contrôler l'état sanitaire et détecter les faibles déviations causées par des micromutations. A ce stade, des plants individuels sont sélectionnés pour un nouveau cycle de multiplication. Les lignées sélectionnées de la seconde année sont cultivées à nouveau séparément durant la troisième année. Après une récolte précoce, les variétés les plus fiables sont combinées. Ce lot de pommes de terre de semence est vendu aux agriculteurs multiplicateurs comme pommes de terre de semence S, qui font l'objet d'une licence émanant du sélectionneur. On peut dire de manière générale que 8 à 12 lignées survivent à toutes les étapes de la sélection.

Figure 16.1. Schéma de maintenance et de multiplication d'une variété de pomme de terre aux Pays-Bas

Exploitations agricoles de maintenance

1980
Plants de départ



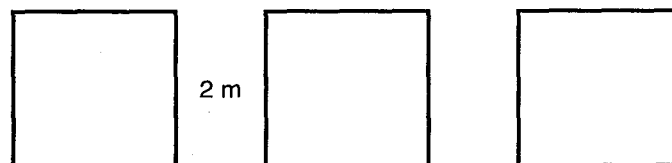
1981
Lignées de première année
(toutes les lignées devraient appartenir au même clone)



1982
Lignées de seconde année



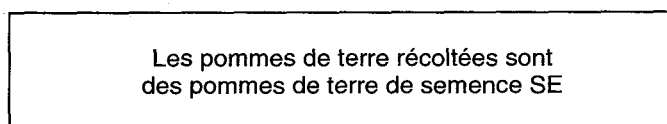
1983
Lignées de troisième année



Exploitations de multiplication

1984
Pommes de terre de semence S plantées

S-Pommes de terre de semence



1985 : Les pommes de terre de semence SE produisent des pommes de terre de semence E.

1986 : Les pommes de terre de semence E produisent des pommes de terre de semence A.

1987 : Les pommes de terre de semence A produisent des pommes de terre de semence B.

1988 : Les pommes de terre de semence B produisent des pommes de terre de semence C.

1. Refusés si un des tests suivants est négatif :

- Inspection en champ.
- Test sérologique (Elisa).
- Type.
- Contrôle des maladies et parasites.

Source : Parlevliet (1990), avec l'autorisation de l'auteur.

**Figure 16.2. Biologie de la fécondation (double fécondation)
dans des croisements 4x x 2x expliquant l'avortement d'embryons 3x (A)
et le développement des embryons 2x (B) et 4x (C)**

Tube pollinique			
Degré de ploïdie de :	A	B	C
Embryon (ovule + gamète mâle)	3x	2x	4x
Endosperme (noyau secondaire du sac embryonnaire + gamète mâle)	5x	6x	6x
	Avortement	Dihaploïde	Tétraploïde

Au cours de la multiplication à grande échelle, les plants infectés par des virus sont éliminés; le matériel est également contrôlé du point de vue de l'homogénéité (absence de micromutations). Le NAK est étroitement associé, en tant qu'inspecteur, au processus de production et de classification des pommes de terre de semence certifiées. Dans des classes telles que E, A et B, le matériel peut rester pendant une ou deux multiplications au même niveau de classement; ceci dépend surtout de la fréquence des plants infectés par des virus. Les pommes de terre de semence certifiées sont vendues au cultivateur normal.

Il ressort clairement de la figure 16.1 que la maintenance et la multiplication d'une variété végétale propagée végétativement sont compliquées du fait des nombreux risques potentiels. Aux Pays-Bas, le système de propagation le plus avancé implique le sélectionneur, l'agriculteur mainteneur, les agriculteurs multiplicateurs et le NAK, agissant ensemble en équipe. Son objectif est de produire du matériel de plants sain et conforme à la variété. Le processus prend environ dix années.

Références

- ANONYME (1982), *Inspection of Seed Crops and Seed Potatoes in the Netherlands*, Circulaire de Stichting Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK) voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen, Pays-Bas.
- ANONYME (1984), *FAO Production Yearbook*, vol. 38.
- ANONYME (1992), «Richtlijnen voor de vervaardiging van en de handeling met genetisch gemodificeerde organismen», Voorlopige Commissie Genetische Modificatie, *Mededelingenblad*, vol. 3, pp. 1-60.
- AUSTIN, S.M., A. BAER et J.P. HELGESON (1985), «Transfer of resistance to potato leaf roll virus from *Solanum brevidens* into *Solanum tuberosum* by somatic fusion», *Plant Science Letters*, vol. 39, pp. 75-81.
- EIJLANDER R.E. et W.J. STIEKEMA (1991), «Vaststelling van een risico van bloeiende transgene aardappels : Overdracht van genen van *Solanum tuberosum* naar zijn wilde verwanten *Solanum nigrum* en *Solanum dulcamarum*,» Risk Assessment Report : Internal Report of Center for Plant Breeding and Plant Reproduction Research.
- FAO (1984), *FAO Production Yearbook*, Rome.
- GELDER, W.M.J. van, T.H. VINKE et J.J.C. SCHEFFER (1988), «Steroid glycoalkaloids in tubers and leaves of *Solanum* species used in potato breeding», *Euphytica*, vol. 39, pp. 147-158.
- GELDER, W.M.J. van (1989), «Steroid glycoalkaloids in *Solanum* species : consequences for potato breeding and food safety», PhD Thesis, Agricultural University.
- HAWKES, J.G. (1978), «Biosystematics of the potato», *The Potato Crop*, dir. pub. P.M. Harris, Chapman and Hall, London, pp. 15-69.
- HERMSEN, J.G.Th. et J. VERDENIUS (1973), «Selection from *Solanum tuberosum* group *Phureja* of genotypes combining high-frequency haploid induction with homozygosity for embryo-spot», *Euphytica*, vol. 22, pp. 244-259.
- HERMSEN, J.G.Th. et L.M. TAYLOR (1979), «Successful hybridation of non-tuberous *Solanum tuberosum* L. and tuber-bearing *S. pinnatisectum* Dun», *Euphytica*, vol. 28, pp. 1-8.
- JACOBSEN, E. et S.K. SOPORY (1978), «The influence and possible recombination of genotypes on the production of microspore embryoids in anther cultures of *Solanum tuberosum* dihaploid hybrids,» *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 52, pp. 119-123.
- JACOBSEN, E. (1980), «Diplandroid formation and its importance for the seed set in $4x \times 2x$ crosses in potato», *Z Pflanzenzüchtung*, vol. 84, pp. 240-249.
- JACOBSEN, E., J.H.M. HOVENKAMP-HERMELINK, H.T. KRIJGSHELD, H. NIJDAM, L.P. PIJNACKER, B. WITHOLT et W.J. FEENSTRA (1989), «Phenotypic and genotypic characterisation of an amylose-free starch mutant of the potato», *Euphytica* vol. 44, pp. 43-48.

- JACOBSEN, E., M.S. RAMANNA, D.J. HUIGEN et Z. SAWOR (1991), «Introduction of an amylose-free (*amf*) mutant into breeding of cultivated potato, *Solanum tuberosum* L.», *Euphytica*, vol. 53, pp. 247-253.
- JONGEDIJK, E., M.S. RAMANNA, Z. SAWOR et J.G.Th. HERMSEN (1991), «Formation of first division restitution (FDR) 2n-megaspores through pseudo-homotypic division in ds-1 (desynapsis) mutants of diploid potato : routine production of tetraploid progeny through 2xFDR × 2xFDR crosses», *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 82, pp. 645-656.
- KELLER E.R. et M. BAUMGARTEN (1982), «Beeinflussung von Qualitätseigenschaften durch Genotyp and Umwelt», *Kartoffelbau*, vol. 33, pp. 12-15.
- PARLEVLIET, J.E. (1990), «Introduction to plant breeding I : Selection methods. B : Breeding of vegetatively reproduced, self-fertilising and cross-fertilising crops», Notes de cours du Département de la sélection végétale, Université Agricole.
- PARLEVLIET, J.E., D.E. van der ZAAG et J.J. BAKKER (1991), *The 66th Dutch Recommended List of Cultivars of Arable Crops (De 66ste beschrijvende rassenlijst voor landbouwgewassen)*, Leyter-Nypels Publishers bv., Postbox 831, 6200 AV Maastricht, Pays-Bas.
- RAMANNA, M.S. (1979), «A re-examination of the mechanisms of 2n gamete formation in potato and its implications for breeding», *Euphytica*, vol. 28, pp. 537-561.
- ROSS, H. (1986), *Potato Breeding : Problems and Perspectives*, Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- RUDORF, W., M.L. BAERECKE, N.O. FRANSEN, J.G. HAWKES, H. ROSS et M. TORKA (1958), *The Potato Crop*. Handbuch der Pflanzenzüchtung 2^e édition, vol. 3.
- SWAAY, A.C. van, H. NIJDAM, E. JACOBSEN et W.J. FEENSTRA (1987), «Increased frost tolerance and amino acid content in leaves, tubers and leaf callus of regenerated hydroxyproline resistant potato clones», *Euphytica*, vol. 36, pp. 369-380.

17. Les *Prunus*

par

Françoise Dosba et R. Bernhard

A. Caractéristiques de la plante

a) Origines géographiques ; centres de la diversification

Les espèces du genre *Prunus* sont presque toutes originaires de l'hémisphère nord. Pour les sous-genres *Prunophora* et *Cerasus* il semble bien y avoir trois zones d'origine : l'Europe, l'Asie orientale et l'Amérique du Nord. Pour le sous-genre *Amygdalus*, il y a deux zones d'origine : l'Asie occidentale et l'Asie orientale.

b) Principales zones de production

Le tableau 17.1 présente les données concernant la production mondiale des principaux fruits du genre *Prunus*.

c) Position taxonomique

Le genre *Prunus* est très important : en effet, les botanistes ont décrit de 70 à 400 espèces. Dans cet ensemble, si quelques espèces sont cultivées pour leur aspect décoratif, il est à souligner que trois sous-genres parmi les cinq généralement décrits concernent la production de fruits à noyau : ce sont les sous-genres *Prunophora* (pruniers et abricotiers), *Amygdalus* (amandier et pêcher) et *Cerasus* (cerisier). Une classification simplifiée des espèces du genre *Prunus* se trouve en annexe.

d) Caractéristiques génétiques et cytogénétiques

Le nombre chromosomique de base du genre *Prunus* est 8 et on trouve des formes dont le nombre chromosomique varie de 16 à 64. Les formes tri- et pentaploïdes ont une fertilité femelle réduite.

Les croisements, relativement aisés à l'intérieur des sous-genres, donnent naissance à des hybrides dont la fertilité, quoique variable, est le plus souvent satisfaisante. Les hybrides obtenus entre sous-genres sont généralement stériles mais, dans quelques cas, une certaine fertilité mâle permet leur utilisation comme géniteurs.

Tableau 17.1. Production mondiale (en milliers de tonnes) d'abricots, de cerises et de pêches pour les principaux pays producteurs
(moyenne calculée sur 3 ans : 1989-91)

	Production totale	Importation	Exportation	Consommation en frais	Transformation	Retrait
Abricots						
Communauté européenne	550	21	73	354	128	16
Hémisphère nord	1 089	22	81	523	490	17
Hémisphère sud	123		4	30	89	
Sous-total	1 762	43	158	907	707	33
Cerises (douces et acides)						
Communauté européenne	474	37	34	365	112	
Hémisphère nord	1 145	54	64	710	425	
Hémisphère sud	19		4	11	4	
Sous-total	1 638	91	102	1 086	541	
Pêches et nectarines						
Communauté européenne	3 546	73	596	1 799	588	636
Hémisphère nord	5 714	185	667	3 208	1 389	635
Hémisphère sud	643	3	62	270	310	4
Sous-total	9 903	261	1 325	5 277	2 287	1 275
Total général	13 303	395	1 585	7 270	3 535	1 308

Source : *Horticultural Products Review*, novembre 1991.

e) Utilisations finales actuelles et évolution passée des utilisations

Dans le genre *Prunus*, les espèces cultivées pour leurs fruits sont souvent des hybrides intraspécifiques entre variétés d'origines géographiques diverses. Ces hybrides, plus ou moins anciens, ont été améliorés par sélection massale, clonale ou par hybridation.

Les pruniers domestiques, pour certains au moins, auraient tiré leur origine d'une hybridation entre *P. spinosa* et *P. cerasifera*, mais ce point reste controversé. Les cerisiers acides ont dans leur parenté *P. avium* et *P. fruticosa*. Les pruniers dits japonais sont soit des représentants de l'espèce *P. salicina*, soit des hybrides entre cette espèce et d'autres espèces européennes comme *P. cerasifera* ou le plus souvent nord-américaines (*P. munsoniana*, *P. angustifolia*, *P. hortulana*). Les abricotiers à fruits noirs ont dans leur parenté *P. armeniaca* et *P. cerasifera*. Les plumcots ont dans leur parenté *P. armeniaca*, *P. hortulana*, *P. angustifolia*, *P. munsoniana*, *P. subcordata*.

Les espèces et variétés cultivées comme porte-greffes furent, dans une première phase, choisies parmi les formes spontanées locales bien adaptées et multipliées par graines ou par drageons. Dans une deuxième phase, les variétés porte-greffes sont des lignées ou des clones issus de sélection ou d'amélioration ou, de plus en plus fréquemment, des hybrides interspécifiques ou inter sous-génériques, multipliés végétativement.

Les améliorations apportées aux techniques de multiplication végétative, qu'il s'agisse de techniques horticoles ou de culture *in vitro*, offrent aux sélectionneurs de porte-greffes de larges possibilités pour résoudre certains problèmes :

- d'adaptation au sol, au climat ou à un contexte parasitaire et phytotoxique précis (fatigue du sol);
- d'évolution du verger par la création de formes d'arbres plus ou moins développées (porte-greffes nanisants ou vigorisants);
- d'amélioration de la productivité de la variété greffée et de la qualité des fruits produits.

Les espèces cultivées pour leurs fleurs sont issues d'espèces des différents sous-genres, de leurs mutations (*P. persica* pleureur à fleur rouge, amandier à fleur rose) et d'hybrides interspécifiques (*P. serrulata*, *P. pseudocerasus*, *P. cerasifera*, *P. tenella*, hybrides pêcher × amandier, cultivés pour la production demandée par les herboristes de « fleurs de pêcher »).

Mécanismes de reproduction

La reproduction sexuée est utilisée pour la multiplication de certaines sélections de porte-greffes :

- lignées de pêcher, de *P. mahaleb* et d'abricotiers (autofertiles);
- semis hybrides F₁ contrôlés utilisant l'auto-incompatibilité ou la stérilité mâle (St. Julien hybrides, merisiers hybrides).

La reproduction sexuée n'est pratiquement plus utilisée pour la multiplication des variétés cultivées pour leurs fruits; pour les porte-greffes, cette méthode de sélection est employée mais exige des travaux de sélection longs et coûteux.

La multiplication végétative est la règle générale, car les progrès réalisés pour les techniques permettent la multiplication d'hybrides intraspécifiques ou interspécifiques dès que leur intérêt a été mis en évidence.

Exigences écologique des cycles de vie

a) Restrictions climatiques à l'extension de la culture

L'amélioration des espèces fruitières a aussi permis une évolution certaine des zones de culture. Ainsi, depuis 50 ans, l'amélioration de l'espèce pêcher a permis d'élargir son aire de culture vers le nord (Canada, Pologne) par la résistance au froid des rameaux et surtout des racines, et vers le sud (Floride, Afrique du Sud, Sud Méditerranée) par la réduction du besoin de froid des bourgeons. Toutefois, les conditions climatiques peuvent empêcher l'extension de ces aires.

b) Restrictions biologiques à l'extension de la culture

Une luminosité insuffisante peut limiter la culture de certaines espèces à noyau (amandier dans l'ouest de la France, pêcher à l'île de la Réunion). L'humidité ambiante importante sur la façade atlantique (France, Portugal), favorisant par son action monilio-ses et maladies bactériennes, est aussi un frein à la culture de plusieurs espèces à noyau (abricotier, prunier, cerisier acide). Des sources de résistance ou de moindre sensibilité existent.

B. Pratiques actuelles de sélection et recherches sur la création variétale

a) Principales techniques de sélection

i) Conservation des ressources génétiques

La conservation des ressources génétiques pour les *Prunus* est de la responsabilité de chaque pays, voire de chaque région. L'essentiel de cette conservation est réalisée en France par l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et le Conservatoire botanique national de Porquerolles. Un schéma est proposé pour la conservation au plan régional avec rassemblement national des informations mais cela n'est pas encore bien réalisé. Une coordination pour l'ensemble de l'Europe existe au sein de l'IBPGR et une base de données *Prunus* a été créée dans ce contexte à la Nordic Gene Bank en Suède. La gestion de cette base de données est reprise à Bordeaux par l'INRA à compter de 1992. Une coordination existe pour l'ensemble de l'Europe.

ii) La sélection

L'amélioration pour des objectifs ambitieux qui sont très généralement à long terme sont entrepris par l'INRA. Citons l'amélioration des méthodes de sélection du pêcher, l'amélioration pour la résistance à divers parasites, la recherche de porte-greffes favorisant la qualité et la productivité de la variété fruitière, etc. Pour l'amélioration des espèces cultivées du genre *Prunus*, l'introduction de caractères agronomiques désirables est, et sera, de plus en plus recherchée à partir d'écotypes particuliers ou de formes mutantes ou bien d'espèces sauvages indigènes et exotiques.

Des résultats importants ont déjà été obtenus en utilisant : la tardiveté de floraison et l'autocompatibilité des écotypes d'amandiers des Pouilles; la résistance aux nématodes *Meloidogyne* des écotypes indiens de pêcher et *P. davidiana*; et la tolérance au pourridié des racines de *P. cerasifera* et de ses hybrides avec le pêcher, etc.

De très larges possibilités existent, en particulier au niveau des espèces sauvages, mais elles nécessitent pour leur exploitation des projets de recherche à long et même très long terme, de l'ordre d'une vingtaine d'années.

iii) *La création variétale*

La création de variétés fruitières procède généralement par hybridation entre variétés ayant phénotypiquement des qualités complémentaires. L'expérience du sélectionneur lui permet de détecter les géniteurs transmettant bien leurs qualités intéressantes. Grâce au développement de la génétique quantitative chez les espèces fruitières, l'héritabilité des principaux caractères quantitatifs peut être précisée.

Des méthodes nouvelles sont envisagées : l'obtention de variants d'une variété résistants à *Bacterium pruni* a été réalisée à partir de cultures de protoplastes ayant résisté à l'infection. La mutagenèse dirigée sur des organes ou cellules isolées peut induire aussi des caractéristiques intéressantes.

L'introduction de gènes par la voie des transformations génétiques commence aussi à être effective chez les *Prunus*. Ainsi, les gènes qui codent pour la protéine capsidale du virus de la Sharka ont déjà été introduits dans des tissus juvéniles de prunier ou d'abricotier. Des régénérations de plantules ont aussi été obtenues en 1992.

Enfin, l'utilisation de la biologie moléculaire dans les programmes d'amélioration génétique devrait améliorer les méthodes de sélection – notamment en mettant en jeu des marqueurs moléculaires pour des caractères agronomiques ne s'exprimant pas durant la période juvénile – en recherchant des QTL (quantitative trait loci) pour des caractères quantitatifs intéressants.

b) *Principaux objectifs de la sélection*

Ceux-ci sont très nombreux, certains ayant un intérêt très général, d'autres un intérêt plus local lorsqu'il s'agit de résoudre un problème phytosanitaire se développant dans un bassin de production, ou de développer une culture un peu exotique à proximité d'un grand centre de consommation, ou en conditions pédoclimatiques un peu limites.

Le tableau 17.2 indique des objectifs de sélection importants pour les variétés. Parmi les objectifs d'amélioration généraux pour les porte-greffes, rappelons, malgré les progrès techniques réalisés, une bonne aptitude de multiplication végétative, si possible non liée à la tendance ultérieure à l'émission de drageons; des caractéristiques favorisant le travail en pépinière et le greffage (pas d'épines, pas trop de ramifications, etc.); une polyvalence *vis-à-vis* de plusieurs espèces greffon.

Parmi les objectifs plus spécifiques et plus ou moins ambitieux, on peut citer :

- l'augmentation de la productivité de la variété greffée;
- l'amélioration de la gamme de vigueur induite par les porte-greffes tout en la complétant;

Tableau 17.2. **Objectifs de sélection importants pour les variétés**

Objectifs	Pêcher Nectarinier Pavies	Prunier domestique	Prunier japonais	Cerisier	Abricotier	Amandier
Calibre du fruit et aspect attractif	X			X		
Tardiveté de floraison					X	X
Meilleure qualité		X	X	X	X	
Aspects nouveaux des fruits	X					
Réduction de la ramification		X				X
Problèmes de transformation technologique	X	X		X	X	X
Facilité de récolte mécanique	?	?		X	?	X
Résistance à la fente du noyau; solidité de l'épiderme		X		X	X	
Résistance aux parasites	Cloque Sharka <i>Fusicoccum</i> Oïdium	Monilia Sharka Rouille	Bactériose ECA ¹	Bactériose Monilia (cerise acide)	Sharka ECA ¹ Bactériose Monilia	Gloesporium <i>Fusicoccum</i> Monilia

1. ECA : Enroulement chlorotique de l'abricotier (mycoplasmosé).

- la résistance à la chlorose et à l'asphyxie doit continuer à être un objectif de base ; la résistance à l'asphyxie permet une meilleure prospection des divers horizons des sols ;
- une tolérance ou une moindre sensibilité aux champignons et bactéries du sol les plus dangereux : *Phytophthora*, pourridiés, crown gall ;
- la sélection de porte-greffes résistants ou tolérants aux parasites transmissibles par greffage (*Agrobacterium tumefaciens*, Sharka) ou limitant leur multiplication (MLO) ;
- une résistance à certains nématodes (*Meloïdogyne* et surtout *Pratylenchus vulnus*).

Espèces du genre *prunus*
Classification simplifiée des sous-genres

I. *AMYGDALUS*

1. *Amygdalus* ($2n = 16$)

- | | |
|--------------------------|---|
| N.E. Méditerranée | – <i>P. dulcis</i> (= <i>P. amygdalus</i> ou amandier),
<i>P. webbii</i> |
| Arménie, Iran | – <i>P. fenzliana</i> , <i>P. kotschyi</i> (<i>P. argentea</i> ,
<i>P. orientalis</i>) |
| Afghanistan, Tadjikistan | – <i>P. bucharica</i> , <i>P. kuramica</i> |
| Chine | – <i>P. dehiscens</i> (= <i>P. tangutica</i>), <i>P. triloba</i> |
| Sibérie | – <i>P. tenella</i> (= <i>P. nana</i>) |

2. *Persica* ($2n = 16$)

- | | |
|-------|--|
| Chine | – <i>P. davidiana</i> (<i>P. kansuensis</i>),
<i>P. persica</i> (ou pêcher), <i>P. mira</i> |
|-------|--|

II. *PRUNOPHORA* ($2n = 16$ to 48)

- | | | |
|---------------------------------------|--|---|
| Asie Ouest + Europe
(1 à 2 fleurs) | – <i>P. cerasifera</i> (<i>P. divaricata</i> ,
<i>P. cocomilia</i>), <i>P. spinosa</i>
– <i>P. insititia</i> , <i>P. domestica</i> | |
| Asie Est (1 à 3 fleurs) | – <i>P. simonii</i> , <i>P. salicina</i> (= <i>P. triflora</i>) | N |
| Amérique Nord (2 à 4 fleurs) | (<i>P. americana</i> (<i>P. nigra</i>)) | ↓ |
| Amérique Nord arbres | (<i>P. hortulana</i> (<i>P. munsoniana</i>)) | ↓ |
| | (<i>P. mexicana</i> , <i>P. umbellata</i> (= <i>P. injucunda</i>)) | S |
| Amérique Nord buissons | (<i>P. maritima</i> (<i>P. alleghaniensis</i>)) | N |
| | (<i>P. subcordata</i> , <i>P. angustifolia</i> , | ↓ |
| | (<i>P. reverchonii</i> , <i>P. gracilis</i>) | S |

III. *ARMENIACA* ($2n = 16$)

- | | |
|-----------------|---|
| Alpes Sud | <i>P. brigantiaca</i> (= <i>P. brigantina</i>) |
| Asie Centre-Est | <i>P. mume</i> |
| Asie Nord-Est | <i>P. sibirica</i> (<i>P. mandshurica</i>) |
| Asie Ouest | <i>P. armeniaca</i> (= apricot tree) |

IV. *CERASUS*

1. *Microcerasus* ($2n = 16$) : buissons (1 à 2 fleurs)

Asie Centre-Nord		<i>P. tomentosa</i> (<i>P. incana</i> , <i>P. prostata</i>)
Asie Centre-Nord		<i>P. japonica</i> , <i>P. glandulosa</i>
Amérique Nord		<i>P. pumila</i> (<i>P. besseyi</i>)

2. *Pseudocerasus* (Asie) : ($2n = 16$ à 32) : 3 à 5 fleurs

Chine	buisson	<i>P. canescens</i> , <i>P. concinna</i>
Japon	buisson	<i>P. incisa</i> (<i>P. nipponica</i>)
Japon	arbre	<i>P. subhirtella</i> , <i>P. campanulata</i>
Himalaya	arbre	<i>P. rufa</i> (<i>P. puddum</i> , <i>P. serrula</i>)
Chine Centre	arbre	<i>P. conradinae</i>
Asie Est	arbre	<i>P. sargentii</i> , <i>P. serrulata</i> (= <i>P. pseudocerasus</i>)

3. *Lobopetalum* : 3 à 6 fleurs en ombelles – pétales à 2 lobes

Chine Centre		<i>P. dielsiana</i>
--------------	--	---------------------

4. *Eucerasus* ($2n = 16$ ou 32)

Europe Est	buisson	<i>P. fruticosa</i> ($2n = 32$)
Europe Est	buisson	<i>P. cerasus</i> ($2n = 32$) (= cerisier acide)
Europe Ouest	arbre	<i>P. avium</i> ($2n = 16$) (= cerisier doux)

5. *Mahaleb* ($2n = 16$) : 5 à 12 fleurs, ombelles ou grappes

Europe Sud		<i>P. mahaleb</i> (= Ste. Lucie)
États-Unis Nord-Est		<i>P. pennsylvanica</i>
États-Unis Ouest		<i>P. emarginata</i>
Asie Nord-Est		<i>P. mazimoviczii</i>

V. *PADUS* ($2n = 32$) : fleurs en grappes

Europe Ouest	arbre	<i>P. padus</i>
États-Unis	arbre	<i>P. serotina</i> (<i>P. alabamensis</i>)
États-Unis	buisson	<i>P. virginiana</i>
Chine	arbre	<i>P. sericea</i> (<i>P. pubigera</i>)
Himalaya	arbre	<i>P. cornuta</i>
Asie Nord-Est	buisson	<i>P. grayana</i> (<i>P. ssiori</i>), <i>P. maakii</i>

VI. *LAUROCERASUS* : fleurs en grappes – feuilles persistantes

Europe		
Sud-Ouest	gros buisson	<i>P. lusitanica</i>
Méditerranée	gros buisson	<i>P. laurocerasus</i>

Références

- BERNHARD, R. (1949), «Le pêcher × amandier et son utilisation», *Revue d'horticulture*, n° 2164, pp. 97-101.
- BERNHARD, R. (1958), «Les hybrides prunier × pêcher et prunier × amandier», *Proceedings of the XVth International Horticultural Congress*, Nice, vol. 2, pp. 210-219.
- BERNHARD, R. et Y. MESNIER (1973), «Sélection de porte-greffes nanisants du prunier domestique», Étude préliminaire ISHS 2^e réunion internationale, «Génétique et amélioration du prunier», Bordeaux.
- BERNHARD, R. et J. DUQUESNE (1988), «Rootstock selection for apricots in France», *Acta Horticulturae*, n° 209, pp. 125-129.
- CAILLAVET, H. et J. SOUTH (1950), *Monographie des principales variétés de pêcher*, Société bordelaise d'imprimerie, Bordeaux.
- CAILLAVET, H. (1991), *Variétés anciennes de pruniers domestiques*, BRG et INRA, 147, rue de l'Université, Paris.
- CARRAUT, A. (1981), «Amélioration des porte-greffes de l'abricotier : bilan et perspectives», *Compte rendu des 6^{es} journées fruitières*, Avignon, Montfavet, pp. 23-29.
- DAMAVANDY, H., R. BERNHARD, et C. GRASSELLY (1978), «Étude des possibilités de production d'hybrides F₁ intra et interspécifiques chez le sous-genre *amygdalus* : III. Aptitude particulière des pêcheurs mâles-stériles», *Annales de l'amélioration des plantes*, vol. 28, n° 1, pp. 61-76.
- DOSBA, F. (1985), «Les maladies de dégénérescence ou de dépérissement constituent-elles un problème sérieux pour l'arboriculture française?», *1^{re} journée d'études sur les maladies des plantes*, Versailles, vol. 2, pp. 481-488.
- DOSBA, F. et al. (1987), «Experimental transmission of plum pox virus to *Prunus mahaleb* and *Prunus avium*», *Journal of Phytopathology*, vol. 120, pp. 199-204.
- GRASSELLY, C. (1976), «Les espèces sauvages d'amandier : origine et évolution de l'amandier cultivé», *Options méditerranéennes*, n° 32, pp. 28-49.
- GRASSELLY, C. (1977), «Réflexions sur les caractéristiques des espèces sauvages d'*Amygdalus* et sur leur utilisation éventuelle dans des programmes d'amélioration génétique», *3^e Colloque GREMPS*, Valenzano (Italie), pp. 70-77.
- HUGARD, J. et R. SAUNIER (1965), *Monographie des principales variétés de pêcheurs*, INRA.
- MARENAUD, C. (1966), «Incompatibilité de greffage induite par les viroses chez les arbres fruitiers», *Revue de pathologie comparée*, vol. 3, pp. 259-262.
- MARENAUD, C. (1968), «Mise en évidence, sur l'espèce abricotier, d'une incompatibilité intraspécifique due à la présence d'un virus de type Chlorotic leaf spot», *Annales des Épiphyties, Études virologiques*, vol. 19, Special Issue, pp. 225-245.
- MARTINEZ-TELLEZ, J. et P. CROSSA RAYNARD (1982) «Contribution à l'étude du processus de la fécondation chez trois espèces de *Prunus* : *P. persica*, *P. cerasifera*, *P. mahaleb*, grâce à

- l'utilisation de couples de variétés mâle-stériles et mâle-fertiles», *Agronomie*, vol. 2, n° 4, pp. 323-340.
- RENAUD, R., BERNHARD, C., GRASSELLY, et F. DOSBA, (1988), «Diploid plum × peach hybrid rootstocks for stone fruit trees», *Rootstock Breeding and Evaluation*, 22nd International Horticultural Congress/83 RD ISHS Annual Meeting, Davis, *Horticultural Science*, vol. 23, n° 1, pp. 115-117.
- REHDER, A. (1947), *Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America*, Macmillan, New York.
- REYNDERS, S. et G. SALESSES (1990), «Study of the genetic relationships within the subgenus *Prunophora* : restriction maps of ribosomal genes in *P. cerasifera* and *P. spinosa*», *Acta Horticulturae*, vol. 283, pp. 17-23.
- ROM, R.C. et R.F. CARLSON (1987), *Rootstocks for Fruit Crops*, John Wiley and Sons, New York, Londres.
- SALESSES, G. (1967), «Connaissances cytogénétiques et hybridation interspécifique dans le sous-genre *Prunophora*, section *Euprunus*», *Annales de l'amélioration des plantes*, vol. 17, pp. 397-408.
- SALESSES G. (1977), «Interspecific breeding and cytology in *Prunus* species : what can be expected?», *Proceedings of the 8th Eucarpia Congress*, Madrid, pp. 389-395.
- SALESSES, G., R. RENAUD et A. BONNET (1988), «Creation of plum rootstocks for peach and plum by interspecific hybridization», *Acta Horticulturae*, vol. 224, pp. 339-343.
- SALESSES, G., C. GRASSELLY, R. RENAUD, et J. CLAVERIE (1992), «Les porte-greffes des espèces fruitières à noyaux du genre *Prunus*», in *Amélioration des espèces végétales cultivées*, A. Galais et H. Bannerot, dir. pub., INRA.

Glossaire

Accession	Entrée dans une collection de gènes ; échantillon auquel on peut avoir accès dans une banque de gènes.
Adaptation	Toute modification dans la structure ou le fonctionnement d'un organisme qui lui permet de mieux faire face aux conditions d'environnement. L'adaptation peut se limiter au seul phénotype, ou toucher aussi le génotype, auquel cas la bonne adaptation à un certain milieu devient héréditaire ¹ .
Albumen	Partie de l'oosphère qui se développe sous forme de tissu nutritif, distinct du tissu embryonnaire.
Allèle	L'une quelconque des différentes formes d'un gène qui occupent le même locus sur les chromosomes homologues, s'apparient au cours de la méiose et peuvent se transformer l'une en l'autre par mutation. Un gène possède souvent plus de deux allèles (série allélique) ² .
Allogame	A fécondation croisée.
Allotétraploïde	Polyploïde hybride obtenu par doublement de la garniture chromosomique d'un hybride diploïde ² .
Amphidiploïde	Polyploïde obtenu à partir de parents diploïdes hybrides par doublement du jeu de chromosomes. Les hybrides diploïdes dont proviennent les amphidiploïdes sont d'ordinaire stériles, parce que les jeux de chromosomes ne sont, pour une part assez importante, pas homologues et que l'appariement des chromosomes au cours de la méiose est par conséquent difficile. Le doublement du nombre de chromosomes lève l'obstacle de la stérilité. Les amphidiploïdes présentent en général une viabilité et une aptitude à la compétition plus grandes que les espèces de départ et que l'hybride diploïde ¹ .
Androgénèse	Développement d'un embryon haploïde à partir d'un noyau mâle, par exemple par germination d'un grain de pollen dans une anthère ¹ .
Androïque	Se dit de plantes n'ayant que des fleurs mâles ¹ .
Annuel	Ayant une périodicité annuelle ; ne vivant qu'un an ² .
Anthère	Partie de l'étamine où sont produits les grains de pollen ² .

Anthère pétaloïde	Anthère transformée en pétale.
Apomixie	Reproduction sans fécondation, dans laquelle la méiose et la fusion des gamètes sont partiellement ou totalement supprimées. L'embryon a généralement le même nombre de chromosomes et le même génotype que le parent femelle ¹ .
Arable	Se prêtant à la culture des plantes.
Autofécondation	Union des grains de pollen d'une plante avec les ovules de la même plante.
Autogame	Se dit d'une plante qui se reproduit par autofécondation ou pollinisation directe.
Banque de gènes	Collection internationalement reconnue de matériel génétique de plantes sauvages, de variétés de pays, de variétés, de mutants et de lignées de sélection, ainsi que de matériels génétiques destinés à la recherche.
Biotype	Groupe d'individus génétiquement identiques.
Bourgeonnement	Formation de bourgeons de feuilles ou de fleurs.
Bractée	Petite feuille située à la base du pédoncule d'une fleur ou d'une inflorescence.
Brin	Tige d'une céréale.
Calice	Ensemble des sépales.
Callose	Sédiment composé d'hydrates de carbone que l'on trouve dans les tissus vasculaires. La callose réfracte fortement la lumière.
Caractère	Caractéristique héréditaire.
Carpelle	Pièce florale différenciée portant les ovules et composée de l'ovaire, des styles et des stigmates.
Caryologie	Branche de la cytologie qui étudie les noyaux et en particulier la structure des chromosomes ² .
Castration	Ablation des parties sexuelles de la fleur.
Cellule somatique	Cellule non-gamétique.
Centre de diversité	Zone géographique où une plante cultivée présente la plus grande diversité génétique. Cette zone peut ou non coïncider avec le centre d'origine.
Centre d'origine	Zone géographique (selon la théorie de Vavilov) où une plante cultivée ou une espèce présente originellement la plus grande diversité génétique.
Chaume	Parties d'une plante cultivée qui demeurent dans le sol après que l'on a coupé ou fauché les parties aériennes.
Chloroplaste	Organite cellulaire entouré d'une double membrane et contenant la chlorophylle ; il a une structure lamellaire et sa substance de base est riche en protéines ; il renferme une petite partie du génome de la plante ¹ .

Chlorose	Déficiencia dans la synthèse de la chlorophylle, substance verte des feuilles qui est le siège de la photosynthèse.
Chromosome	Constituant du noyau, composé essentiellement d'ADN et de protéines et revêtant la forme d'une séquence linéaire de gènes ² ; les chromosomes transmettent l'information génétique d'une cellule à une autre et d'une génération à la suivante ; ils délivrent également les informations nécessaires à la régulation des fonctions cellulaires. Les chromosomes sont des structures capables d'autoréplication. Dans les plantes diploïdes, tout chromosome est assorti d'un homologue de structure semblable.
Clone	Ensemble d'organismes provenant par multiplication végétative d'un individu unique (obtenu par voie sexuelle) ² . Toutes les plantes appartenant à un même clone sont génétiquement identiques.
Consanguinité	Autofécondation ininterrompue sur plusieurs générations ; accouplement d'individus apparentés plus étroitement que la moyenne des paires dans la population considérée ² .
Contamination	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction d'un organisme indésirable tel qu'un ravageur ou un pathogène sur un site précédemment non infesté ou infecté². 2. Impureté génétique d'une population du fait de la pollinisation croisée involontaire avec des grains de pollen d'origine extérieure.
Corolle	Ensemble des pétales.
Cotylédon	Première feuille apparaissant sur la plantule après la germination.
Cultigène	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voir variété. 2. Groupe de variétés et de différents types de lignées d'une espèce végétale cultivée, comme des lignées de sélection, des mutants ou des lignées porteuses de gènes marqueurs⁴.
Culture de repousse	Culture où, après récolte des parties aériennes, on permet à la partie souterraine de former des rejets à partir de bourgeons axillaires au niveau des noeuds inférieurs ou du collet pour obtenir une autre récolte ⁴ .
Culture fourragère	Culture produisant des aliments pour animaux.
Cybride	Produit de la fusion d'un cytoplasme dont on a enlevé le noyau et d'une cellule intacte possédant un noyau ¹ .
Cytoplasme	Constituant fondamental de la cellule renfermant tous les organites cellulaires.
Déhiscence	Ouverture spontanée des structures végétales mûres pour libérer les semences et les spores ² , ainsi que le pollen.

Dérive génétique	Apparition, dans de petites populations isolées, de modifications aléatoires de la fréquence des gènes qui ne sont pas dues à une sélection, une mutation ou une immigration.
Di-haploïde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Individu qui est obtenu à partir d'une forme tétraploïde et qui possède la moitié du nombre de chromosomes du tétraploïde¹. 2. Individu obtenu par doublement du nombre de chromosomes d'un individu haploïde. Les di-haploïdes sont dans ce cas entièrement homozygotes.
Diploïde	Qui possède un double jeu de chromosomes homologues ; cas typique de la plupart des organismes provenant d'oosphères fécondées ($2n$ ou $2x$) ² .
Domestication	Adaptation des plantes à une vie en association étroite avec l'homme ² , adaptation des plantes sauvages à la culture par l'homme.
Dominant	Se dit d'un gène qui s'exprime en un caractère, que les allèles correspondants se présentent à l'état homozygote ou à l'état hétérozygote (d'après note 1).
Dormance	État dans lequel des semences viables ne germent pas dans des conditions favorables à la germination et à la croissance végétative ² .
Écotype	Population adaptée aux conditions locales ; race ou groupe intraspécifique présentant des caractères distinctifs qui résultent de la pression de sélection du milieu local ² .
Émasculation	Ablation des anthères.
Embryogenèse somatique	Production de structures de type embryonnaire (embryoïdes) à partir de cellules somatiques de la plante (et non à partir de cellules germinales) ¹ .
Endémique	Originaire d'une certaine région géographique et limité à celle-ci ² .
Épi	Inflorescence femelle du maïs et des céréales.
Épidémique	Se dit d'une maladie qui se répand largement dans une population végétale.
Épillet	Pièce de l'inflorescence de riz.
Épuration	Élimination des plantes non conformes au type.
Espèce	Taxon qui, dans la classification biologique, se situe en-dessous du genre. L'espèce est l'unité de base de la classification des êtres vivants ² . Normalement, les plantes appartenant à une même espèce se pollinisent et se fécondent naturellement entre elles et donnent des semences, sauf si elles sont sélectionnées pour une certaine forme de stérilité.

Espèce de jour court	Espèce où le déclenchement du processus d'initiation florale et de floraison dépend de la diminution de la photopériode. La dépendance peut différer d'une variété ou d'un groupe de variétés à un autre.
Espèce végétale	Voir espèce.
Étamine	Comprend les anthères et l'organe qui les porte.
Exotique	1. Se dit d'un organisme appartenant à une espèce non apparentée. 2. Se dit d'une plante non indigène.
Facteurs additifs	Voir gènes additifs.
Famille	1. Groupe sélectionné de populations de semences de base ou populations sélectionnées productrices de pollen dans une espèce à pollinisation croisée. 2. Groupe de genres présentant des relations phylogénétiques.
Fécondation	Union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle pour former un zygote ² .
Fécondation croisée	Union de gamètes mâle et femelle provenant d'individus différents de la même espèce.
Femelle-stérile	Inapte à produire des ovules ou des semences viables.
Feuille multifoliée	Feuille composée de nombreuses petites folioles.
Feuille pétiolée	Feuille avec un pétiole (partie basale, étoile de certaines feuilles, intermédiaire entre le limbe et la tige).
Feuille sessile	Feuille sans pétiole (voir feuille pétiolée).
Filament	Partie de la fleur mâle supportant l'anthère.
Fixé	Se dit de l'homozygotie de gènes ayant des effets pléiotropes favorables ; se dit aussi de l'établissement de l'homozygotie dans une population, qui devient ainsi monomorphe pour un allèle donné ² ; génétiquement uniforme.
Fronaison	La plus élevée des couches continues dans le feuillage d'un arbre (d'après note 2).
Gamète	Cellule reproductrice venue à maturité, d'ordinaire haploïde, qui intervient dans la fécondation (d'après note 2).
Gamète non réduit	Gamète où une garniture complète de chromosomes (2n) prend part à la fécondation. Deux gamètes diploïdes non réduits donnent naissance à une plante tétraploïde.
Gamétophyte	Dans la reproduction sexuée haploïde, stade végétal qui produit les gamètes ¹ .
Gènes additifs	Gènes en interaction qui ne manifestent pas de dominance (s'il s'agit d'allèles) ou d'épistasie (s'il ne s'agit pas d'allèles) ¹ .

Gène restaurateur	Voir restauration du pollen.
Génome	Jeu de base (monoploïde) de chromosomes d'une espèce donnée, correspondant au minimum nécessaire pour le fonctionnement correct d'une cellule (d'après note 2).
Génotype	Somme totale de l'information génétique contenue dans l'ADN d'une plante. Le génotype ne régit pas un phénotype unique, mais un ensemble de capacités phénotypiques que l'on appelle la « norme de réaction » d'un individu à l'environnement ¹ .
Genre	Échelon taxonomique se situant entre la famille et l'espèce ; il englobe une ou plusieurs espèces phytogénétiquement apparentées et morphologiquement analogues ² .
Germe	Partie interne de la semence ; embryon et albumen.
Glumelle	Feuillage entourant les inflorescences ou les graines.
Grain de pollen	Une des quatre microspores haploïdes qui se forment dans l'anthère à partir d'une cellule mère de pollen et qui germent pour constituer les gamétophytes mâles (d'après note 1).
Grain nu (à)	Se dit d'une semence dont l'enveloppe se détache lorsqu'elle est sèche.
Grain vêtu (à)	Se dit d'une semence à laquelle l'enveloppe reste attachée lorsqu'elle est sèche.
Greffon	Partie ou structure transplantée d'une plante à une autre au cours d'une greffe ² .
Haploïde	Qui ne possède qu'un seul jeu de chromosomes (n ou x). Les plantes haploïdes sont instables, faibles et stériles. Elles ne se rencontrent normalement pas dans la nature.
Haploïde gynogénétique	Individu ne possédant qu'un seul génome ou jeu de chromosomes, provenant dans sa totalité d'une seule plante mère.
Herbacé	Non ligneux.
Hermaphrodite	Organisme (fleur, plante) présentant à la fois des organes mâles et femelles.
Hétérogène	Se dit d'une population en sélection où la majorité des gènes sont hétérozygotes.
Hétérozygote	Substantivement, plante possédant une paire de gènes hétérozygotes ; adjectivement, qui présente deux allèles différents en un locus donné d'une paire de chromosomes ² .
Hexaploïde	Qui possède six jeux de chromosomes.
Hile	Cicatrice que la rupture du funicule laisse sur le tégument d'une graine.

Homogène	Se dit d'une population en sélection où la majorité des gènes sont homozygotes.
Homozygote	Qui présente deux allèles identiques en un locus donné d'une paire de chromosomes ² .
Hybridation	Croisement entre plantes dissemblables.
Hybride	<ol style="list-style-type: none"> Variété dont on obtient la semence en multipliant la semence d'une population de semences de base – la lignée femelle – et en limitant la pollinisation à une autre population de semences de base – la lignée mâle. La lignée femelle et la lignée mâle sont d'ordinaire obtenues par autofécondation répétée, c'est-à-dire par reproduction en consanguinité. Produit d'un croisement entre des individus génétiquement dissemblables².
Hybride F ₁	Voir hybride.
Hybride somatique	Plante provenant d'une fusion de protoplastes.
Hypocotyle	Partie de la tige située en dessous du cotylédon de la plantule.
Infection	Invasion d'un hôte par un parasite ou par un micro-organisme pathogène ² .
Infestation	Invasion par des parasites ou par des ravageurs ² .
Inflorescence	Regroupement des fleurs dans un organe spécialisé de la plante.
Inoculation	Administration d'un inoculum à une plante ou à population végétale.
Inoculum	Organisme ou groupe (concentré) d'organismes à l'origine d'une colonie ou d'une population nouvellement établie (généralement pathogène) ² .
Insectes vecteurs	Insectes transmettant une maladie d'un organisme à un autre.
Introgression	Diffusion des gènes d'une espèce dans le pool génique d'une autre par hybridation et rétrocroisement ² .
Légumineuses	Ensemble des pois, des haricots et des autres plantes alimentaires appartenant à la famille des <i>Leguminosae</i> .
Levée	Germination dans le champ d'un agriculteur.
Levée au champ	Voir levée.
Liaison	On dit qu'il y a liaison lorsque des gènes déterminés sont situés si près l'un de l'autre sur le même chromosome que les caractères correspondants ne varient pas indépendamment. Plus la proximité entre ces gènes est grande, moindre est la chance qu'ils se séparent par enjambement (lors de la formation des gamètes) et plus forte est la liaison ² .

Lignée mainteneuse	Lignée pollinisatrice qui ne porte pas le ou les gène(s) restaurateur(s).
Locus	Emplacement d'un gène sur le chromosome.
Mâle-stérile	Inapte à produire des grains de pollen viables.
Marqueur génétique	Tout allèle utilisé comme sonde expérimentale pour identifier un noyau, un chromosome ou un gène ¹ .
Matériel de départ	Voir semence mère.
Matériel génétique	Matériel héréditaire transmis à la descendance par l'intermédiaire des gamètes.
Méiose	Division réductrice, qui consiste en deux divisions successives d'un noyau diploïde et aboutit à la formation des gamètes haploïdes, chacun d'eux contenant l'un des membres de chaque paire de chromosomes homologues de la cellule parente ² .
Micro-mutation	Mutation dans un seul gène ² , entraînant un effet mineur.
Mitochondrie	Organite cellulaire semi-autonome des plantes supérieures, possédant son propre système génétique codé dans l'ADN mitochondrial ¹ , qui représente une petite partie du génome. Les mitochondries sont héritées par voie maternelle. Leur mauvais fonctionnement est probablement une cause générale de SMC ¹ . Voir restauration du pollen.
Monogénique	Caractère dépendant d'un seul gène.
Monoïque	Se dit des espèces où des fleurs mâles complètes et des fleurs femelles complètes se forment sur la même plante.
Montée à graine	Formation de la fleur et du porte-graines.
Mutagenèse	Déstabilisation intentionnelle du génome en vue de provoquer une mutation.
Mutant	Tout organisme, gène ou caractère qui a subi une modification par mutation ² .
Mutation	Modification héréditaire apparaissant soudainement dans le matériel génétique ; il s'agit le plus souvent de l'altération d'un gène unique par duplication, remplacement ou délétion d'un certain nombre de paires de bases d'ADN ² .
Nécrose	Mort d'un tissu.
Noyau	Organite cellulaire entouré d'une membrane et contenant l'essentiel de l'information génétique d'un individu ¹ .
Octoploïde	Qui possède huit jeux de chromosomes.
Oignons de semence	Petits oignons produits à partir de la semence pour transplantation et production de gros bulbes.
Oligogénique	Caractère dépendant d'un petit nombre de gènes.

Oosphère	Cellule haploïde fertile qui se trouve dans le sac embryonnaire et se transforme en embryon diploïde après fécondation.
Organite	Élément intracellulaire structuré baignant dans le cytoplasme.
Ovaire	Organe contenant l'ovule.
Ovule	Organe floral produisant la semence. Il comprend le nucelle et les téguments ¹ .
Paddy	Riz.
Panicule	Inflorescence du riz, de l'avoine et du sorgho ; inflorescence mâle du maïs.
Parthénogenèse	Induction d'un embryon dans une oosphère non fécondée ¹ .
Pathogène	Micro-organisme causant une maladie.
Pépinière d'hiver	Jardin expérimental situé dans une zone à climat doux permettant la culture et la récolte des semences à contre-saison, afin de gagner une génération dans la sélection.
Pérenne	Se dit d'une plante qui persiste plusieurs années et présente une période végétative chaque année ² .
Péricarpe	Enveloppe extérieure de la semence ; tissu provenant de la plante mère et non de l'ovule fécondé.
Pétale	Cercle intérieur de feuilles florales, généralement coloré, qui entoure les organes sexuels de la fleur.
Phénotype	Résultat de l'interaction entre le génotype et l'environnement ; propriétés structurales et fonctionnelles observables d'un organisme ² .
Photopériode	Longueur du jour.
Photosynthèse	Processus biochimique qui utilise l'énergie rayonnante de la lumière solaire pour synthétiser des hydrates de carbone à partir de dioxyde de carbone et d'eau en présence de chlorophylle ² et qui libère de l'oxygène dans l'atmosphère.
Pistil	Ensemble de la partie femelle de la fleur.
Plante cultivée	Espèce ou sous-espèce domestiquée que l'on fait pousser à des fins agricoles.
Ploïdie	Nombre de jeux de chromosomes.
Pollen	Ensemble des grains de pollen.
Pollinisation	Transfert de pollen de l'anthere à la zone réceptrice d'une fleur ; au sens large, ce mot désigne la fécondation d'une plante supérieure ² .
Pollinisation consanguine	1. Pollinisation d'une plante par une autre ayant les mêmes parents ² .

	2. Méthode de sélection dans laquelle une population (famille) de semences de base est soumise à une allofécondation avec de nombreux parents mâles (demi-frères) ou avec un seul parent mâle (pleins frères).
Pollinisation croisée	Transfert de pollen d'une fleur appartenant à une certaine plante ou population sur le stigmate d'une fleur appartenant à une autre plante ou population (d'après note 2).
Pollinisation directe	Transfert de pollen des anthères au stigmate de la même fleur ou d'une autre fleur de la même plante ² .
Polygénique	Caractère régi par l'action intégrée de plusieurs gènes indépendants ² .
Polymorphe	Présentant plusieurs formes différentes simultanées ; le polymorphisme est supposé être un phénomène autorégulateur dans le comportement des populations.
Polyploïde	Qui possède plusieurs jeux de chromosomes.
Pool génique	Ensemble du matériel génétique à un moment donné d'une population dont les individus se croisent librement ² .
Propagation	Multiplication.
Propagule	Tout tissu végétal individualisé capable de croître et de produire une nouvelle plante complète ² .
Propagule initial	Voir propagule.
Protoplaste	Cellule végétale dépouillée de sa paroi ¹ .
Puits	Terme de physiologie désignant un processus ou une partie de la plante servant de réservoir capable d'absorber ou de recevoir de l'énergie ou de la matière sans subir de changement notable.
Race	Catégorie intraspécifique caractérisée par des propriétés communes évidentes de nature physiologique, biologique, géographique ou écologique ² .
Récalcitrant	1. Se dit d'un tissu résistant à une modification génétique. 2. Se dit d'une semence de faible longévité, même dans des conditions artificielles favorables.
Récessif	Allèle qui ne s'exprime dans le phénotype que chez les individus homozygotes ² .
Récolte en mélange	Récolte, avec ou sans sélection massale, de semences d'une population donnée d'une plante cultivée autogame, suivie par une sélection individuelle ³ .
Rejet	Ramification d'une plante se développant par voie végétative.
Reproduction conforme	Homozygotie d'une plante ou homogénéité d'une population végétale.

Résistance	Capacité d'une plante de faire face à l'agression d'organismes pathogènes, de ravageurs ou de conditions d'environnement défavorables, et d'en réduire ainsi les effets.
Résistance horizontale	Résistance dépendant de plusieurs gènes, dont chacun présente une faible efficacité.
Résistance partielle	Situation dans laquelle un organisme pathogène n'affecte la plante que dans une certaine mesure.
Résistance verticale	Résistance dépendant d'un seul gène prépondérant.
Restauration du pollen	Rétablissement de la fertilité mâle dans une plante présentant une stérilité mâle cytoplasmique par un gène restaurateur nucléaire capable de surmonter les effets du cytoplasme, ou réversion cytoplasmique à la fertilité mâle ¹ .
Ségrégation	Dans les organismes sexués, processus par lequel les deux membres d'une paire d'allèles, ou une paire de chromosomes homologues, se séparent au cours de la formation des gamètes, chaque gamète ne recevant que l'un des membres de la paire ² .
Semence certifiée	Semence commerciale officiellement approuvée, conforme au type et suffisamment pure pour un usage agricole.
Semence de base	Population de semences obtenue à partir de la semence mère, dont l'identité, la pureté génétique et l'homogénéité sont garanties et qui se prête à une multiplication en vue de produire des semences homologuées.
Semence de première génération	Première multiplication de la semence mère, après une sélection individuelle rigoureuse.
Semence homologuée	Semence commerciale officiellement approuvée, dont la pureté et la conformité au type sont excellentes et qui se prête à une, parfois deux, multiplication commerciale supplémentaire pour obtenir la semence certifiée. L'homologation est effectuée par des contrôleurs officiels ou par le producteur s'il y est habilité par le service de certification.
Semence mère	Population de semences, conforme au type et homogène, provenant de sélections individuelles et représentant les caractéristiques propres de la variété.
Semi-dominant	Se dit d'allèles qui ne sont ni complètement dominants ni complètement récessifs, de sorte que chacun d'eux s'exprime dans une certaine mesure chez l'hétérozygote ² .
Sépale	Cercle extérieur de feuilles florales, généralement vert, qui entoure les organes sexuels de la fleur.
Silique	Gousse des <i>Cruciferae</i> .
SMC	Voir stérilité mâle cytoplasmique.
SMN	Stérilité mâle nucléaire.

Soie	Faisceau de styles ressortant de l'épi de maïs.
Son	Résidu de mouture provenant du péricarpe des grains.
Souche	Type sélectionné d'un variété ; sous-variété ; groupe d'individus semblables au sein d'une variété ³ .
Sous-espèce	Subdivision d'une espèce.
Sous-genre	Subdivision d'un genre.
Sporophyte	Dans le cycle de vie d'une plante, génération asexuée diploïde produisant des spores ² .
Stérile	Incapable de se reproduire.
Stérilité mâle cytoplasmique	Incapacité, héritée du parent femelle, que présente une plante supérieure de produire du pollen viable.
Stigmate	Partie réceptrice de l'organe femelle de la fleur.
Stomate	Pore que l'on trouve dans les feuilles de toutes les plantes ; il assure les échanges gazeux entre l'intérieur de la feuille et l'environnement.
Style	Organe floral reliant l'ovaire au stigmate.
Surface du couvert	La plus élevée des couches continues dans le feuillage d'une culture (d'après note 2).
Taxon	Groupe taxonomique de n'importe quel rang, comprenant l'ensemble des groupes de rang inférieur qui en relèvent ² .
Taxonomie	Classification scientifique des plantes, comprenant leur description systématique et leur dénomination ² . L'identification des gènes est devenue un important outil taxonomique, s'ajoutant à la classification morphologique.
Test sérologique	Test de détection d'une maladie faisant appel à des antigènes et à des anticorps.
Tétraploïde	Qui possède quatre jeux de chromosomes.
Tissu sclérenchymateux	Tissu lignifié de soutien formant le squelette des plantes.
Tolérance	Intervalle de variation d'un facteur d'environnement dans lequel un organisme ou une population peut survivre ² . La même définition s'applique aux organismes pathogènes et aux ravageurs. La plante tolérante ne modifie ni n'altère les pathogènes, les ravageurs ou les conditions défavorables d'environnement dont elle subit l'agression.
Translocation	Déplacement d'un segment d'un chromosome vers une autre partie du même chromosome ou vers un chromosome différent ² .
Travail du sol	Préparation mécanique du sol visant à améliorer la croissance des plantes cultivées.
Triploïde	Qui possède trois jeux de chromosomes.
Tube pollinique	Tube qui se développe à partir d'un grain de pollen germé dans le stigmate, le style et l'ovaire d'une fleur. Le tube pollinique porte les gamètes mâles.

Variation génétique	Partie de la variance phénotypique des individus d'une population qui est imputable à des différences ou à des changements dans la constitution génétique, comme des mutations ou des recombinaisons ² .
Variété	Sous-groupe d'une espèce végétale préparé en vue de son usage en agriculture, suffisamment homogène et stable dans ses caractéristiques héréditaires et distinct des autres variétés ; cultigène.
Variété de pays	(anciennement) population cultivée maintenue par les agriculteurs sans sélection méthodique.
Variété hybride	Voir hybride.
Variété synthétique	Variété dont la semence est obtenue par récolte en mélange de deux ou plusieurs populations ou familles de semences de base, chaque population étant stabilisée du point de vue de ses principales caractéristiques et ayant été testée quant à son aptitude à la combinaison avec les autres populations de base.
Variété végétale	Voir variété.
Vernalisation	Traitement de plantes par le froid en vue de renforcer leur exigence naturelle d'une température froide pour amorcer la floraison.
Verse	Inaptitude à rester droit ; inclinaison ou chute des tiges, en particulier de céréales.
Zone d'initiation florale	Zone de division cellulaire où débute la formation d'un bourgeon floral.
Zygomorphe	Se dit d'une structure florale symétrique.
Zygote	Cellule formée par l'union de deux gamètes et individu se développant à partir de cette cellule ³ .

Notes et références

1. RIEGER, R., A. MICHAELIS et M.M. GREEN, (1991), *Glossary of Genetics*, 5^e éd, Springer Verl, Munich.
2. LINCOLN, R.J., G.A. BOXSHALL, et P.F. CLARK, (1982), *A Dictionary of Ecology, Evolution and Systematics*, Cambridge University Press, Cambridge.
3. ALLARD, R.W. (1960) *Principles of Plant Breeding*, J.W. Wiley & Sons, New York, Londres.
4. KANEDA, C. (1992), communication personnelle.