

# La recherche de sources de résistance aux maladies chez le pommier

Le verger conservatoire entretenu par l'Unité d'Amélioration des espèces fruitières et ornementales d'Angers constitue par sa diversité un matériau d'étude privilégié pour l'évaluation de la résistance du pommier aux parasites, un des objectifs premiers de l'amélioration génétique de cette espèce aujourd'hui.

Le programme européen en cours sur la résistance durable du pommier à l'oïdium et à la tavelure illustre bien l'importance des ressources génétiques, base incontournable pour la création à terme de variétés moins consommatrices de produits phytosanitaires, donc plus respectueuses de l'environnement et conformes aux demandes des consommateurs.

## • La création de variétés durablement résistantes : un enjeu majeur

Dans le contexte actuel de réduction des risques toxicologiques et environnementaux liés à l'emploi de pesticides, on assiste dans la plupart des pays européens (Hollande, Italie, Allemagne...) à la mise en place d'une réglementation toujours plus sévère sur l'utilisation de ces produits et les résidus autorisés.

Protection de l'environnement, prise en compte de la santé du

consommateur, mais aussi concurrence économique (réglementation concernant les traitements phytosanitaires des produits exportés) peuvent constituer un obstacle à l'exportation : les enjeux de la création de variétés durablement résistantes sont donc multiples.

Un verger de pommiers est mis en place pour une période de production de 15 ans environ. Le délai de renouvellement variétal des surfaces en production est long, considérablement plus important que pour une espèce annuelle. Il est donc impératif que la résistance des nouvelles variétés commercialisées soit durable. L'association de différentes résistances, monogéniques (sous le contrôle d'un gène majeur) et polygéniques (sous le contrôle de plusieurs gènes), au sein d'une même variété permet de renforcer les barrières génétiques vis-à-vis des parasites. La résistance monogénique, totale, est facile à introduire par croisement mais elle risque d'être contournée par de nouvelles races des agents pathogènes. Chez le pommier, si les gènes majeurs de résistance sont nombreux, c'est le gène *Vf* qui a principalement été introduit dans de nouvelles variétés pour la résistance à la tavelure. La résistance polygénique, partielle, est plus difficile à sélectionner et est influencée par les conditions climatiques ; elle devrait être en revanche plus durable que la résistance monogénique.

## • Des collections pomologiques pour identifier des sources de résistance durable

En 1998 a été lancé le programme de recherche européen D.A.R.E (Durable Apple Resistance in Europe) sur la résistance du pommier à 2 principales maladies fongiques, l'oïdium et la tavelure. Des scientifiques français, hollandais, allemands, suisses, anglais, italiens, grecs, belges et un groupement de pépiniéristes français travaillent ensemble sur la résistance du pommier à ces deux maladies. La coordination de ce programme de recherche est assurée par le Centre INRA d'Angers. Ce projet, qui a débuté en janvier 1998 et qui durera 4 ans, est financé par les Etats partenaires et par l'Union européenne dans le cadre du programme FAIR.

Les collections dont dispose chacun des partenaires sont le point de départ de ces travaux. À ce titre, le conservatoire d'Angers constitue un vivier particulièrement précieux. Bénéficiant d'une longue expérience en matière de sauvegarde et de collecte, il regroupe environ 1 500 clones de pommiers et 1 200 de poiriers. Un matériel représentant une grande diversité y est planté : espèces sauvages des genres *Malus* et *Pyrus*, variétés porte-greffe, variétés destinées à la transformation industrielle et variétés d'origines française et étrangères destinées à la consommation en frais.

### Rationaliser la conservation des collections

Récemment une base de données nationale a été développée à l'aide du logiciel Microsoft Access. Elle contient actuellement plus de 3 500 clones de pommier et 1 200 clones de poirier portant des noms différents. Mais cet état n'est pas définitif : l'AFCEV estime que cette liste, établie à partir d'une trentaine de sites de conservation, ne recense qu'environ 80 % des variétés de pommier et de poirier conservées en France. Pour établir la liste nationale des variétés conservées, il faut donc poursuivre le recensement mais également rationaliser cette liste ; c'est-à-dire repérer les variétés présentes dans plusieurs sites, et surtout identifier et sauvegarder celles qui risquent d'être perdues ; on estime aujourd'hui qu'environ 500 variétés de pommier et une centaine de poirier seraient présentes en un seul exemplaire sur le territoire. Ce travail nécessite une recherche bibliographique approfondie et une approche méthodologique rigoureuse pour caractériser et évaluer avec les mêmes référentiels les variétés dans les différents sites de conservation, de manière à identifier les nombreux doublons, les synonymes ou les fausses dénominations présents dans la liste actuelle. La collaboration de tous, experts pomologiques et amateurs, sera indispensable pour mener à bien cette tâche.

Ce travail de recensement et de caractérisation s'inscrit dans le cadre plus large de la constitution du Réseau national des ressources génétiques pommier-poirier, coordonné par le Bureau des ressources génétiques.

### • Des ressources génétiques pour répondre à la demande des consommateurs

#### Caractérisation de nouvelles sources de résistance durable

L'analyse des isoenzymes permet de disposer de marqueurs génétiques codominants, très polymorphes, de déterminisme génétique aujourd'hui bien connu chez le pommier et le poirier. Dans le cadre de l'étude des ressources génétiques menée à Angers, les isozymes ont été utilisées pour réaliser une caractérisation de la diversité génétique au sein des genres *Malus* et *Pyrus*. L'analyse a

porté, pour chacun des genres, sur un échantillon d'environ 200 génotypes représentatif de différents types de matériel végétal existant en collection : espèces sauvages, porte-greffes, pommiers à cidre ou poiriers à poiré, variétés locales étrangères et françaises, grandes variétés cultivées dans le monde et hybrides de création récente. Les résultats sont encore en cours d'analyse (analyses factorielles et classifications), mais les premières comparaisons globales entre les deux genres peuvent être faites. La richesse allélique ainsi que l'indice de polymorphisme appréciant sa répartition dans l'échantillon sont légèrement plus élevés dans le genre *Pyrus* que dans le genre *Malus*. Dans les deux genres, l'érosion génétique

entre les espèces sauvages et les variétés cultivées et les sélections récentes est manifeste. Cependant, les variétés locales étrangères de poirier maintiennent une diversité isoenzymatique élevée.

Concernant la résistance aux maladies, l'observation des symptômes macroscopiques et microscopiques permettra de classer les différentes variétés les unes par rapport aux autres selon leur niveau global de résistance : certaines variétés seront souvent sensibles, alors que d'autres seront résistantes à la majorité, voire à toutes les souches de champignons pathogènes inoculées. Les candidats les plus intéressants seront ultérieurement intégrés dans des schémas de sélection.

### Étude de la variabilité de la tavelure et de l'oïdium

Une étude de la variabilité des deux agents pathogènes à l'échelle européenne est entreprise. Elle doit permettre d'estimer la durabilité potentielle des résistances présentes chez les différentes variétés de pommier étudiées dans ce programme.

En ce qui concerne la tavelure, on sait que deux nouvelles races du champignon *Venturia inaequalis* sont apparues récemment en Europe : la race 6 en Allemagne, et la race 7 en Angleterre. Ces nouvelles races contournent en particulier la résistance conférée par le gène *Vf*, très largement utilisé en sélection. Depuis, de nouveaux cas de contournement ont été signalés dans d'autres pays d'Europe, principalement dus à la présence de la race 7. Même si ces cas restent isolés, l'apparition de

ces deux races a montré la fragilité de schémas de sélection utilisant une seule source de résistance sous contrôle monogénique.

Le projet vise donc à constituer une collection de souches de *V. inaequalis* provenant des pays participant au projet. Les souches sont testées sur une gamme de pommiers comprenant des variétés résistantes (résistance mono- et polygénique) et des variétés sensibles. Les résultats permettront d'évaluer la variabilité de l'agent pathogène au niveau européen, et de choisir des souches représentatives pour un nouveau test du matériel végétal.

En plus de ces tests en serre et cellule climatisée, chaque partenaire a planté un verger expérimental, non traité contre la maladie. Ce verger comprend des variétés à résistance essentiellement sous contrôle polygénique, et permet d'évaluer leur comportement dans des conditions pédo-climatiques variées, en présence de populations de *V. inaequalis* potentiellement différentes. Le suivi pendant plusieurs années de ce réseau européen de vergers permettra une bonne évaluation de la stabilité de la résistance de ces variétés.

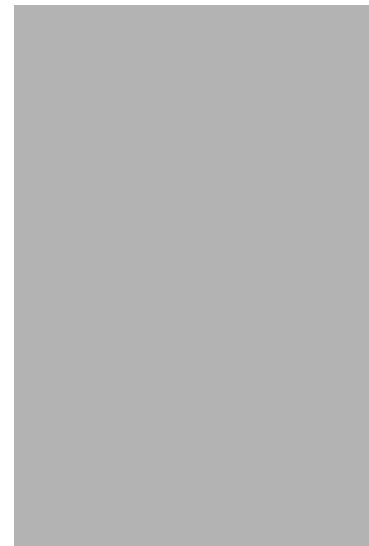
En ce qui concerne l'oïdium, l'existence de races n'est pas formellement démontrée. Il s'agit dans le cadre du projet de constituer une collection européenne de souches de *Podosphaera leucotricha*, et de les confronter à une gamme de pommiers pour mettre en évidence d'éventuelles interactions différentielles, c'est-à-dire l'existence de races spécifiques. Dans le cas de *P. leucotricha*, qui est un parasite obligatoire, il faut mettre

au point les méthodes permettant d'isoler et conserver les souches, puis de les confronter à l'hôte *in vitro* ; il faut aussi valider le test *in vitro* par rapport au comportement au verger.

### Étude des bases génétiques de la résistance à la tavelure et à l'oïdium

Cette étude porte essentiellement sur la cartographie des gènes de résistance à la tavelure et à l'oïdium : il s'agit d'étiqueter, grâce à des marqueurs génétiques, les régions chromosomiques responsables de la résistance ou de la sensibilité de plusieurs variétés de pommier vis-à-vis de ces deux maladies. Ce travail se fait en étudiant conjointement la transmission héréditaire des marqueurs génétiques et des gènes de résistance dans plusieurs descendance ; ces dernières proviennent de croisements entre des variétés de pommier portant différentes sources de résistance (monogéniques et polygéniques).

Actuellement, seuls des gènes majeurs de résistance à l'oïdium et à la tavelure ont été cartographiés chez le pommier. Les gènes de résistance partielle (résistance de type polygénique) ne sont pas encore clairement localisés. Le projet vise donc principalement à mieux comprendre l'organisation génétique de cette résistance polygénique : nombre de régions chromosomiques impliquées, localisation de ces régions sur la carte génétique, importance relative de ces régions, en particulier pour la résistance à des races différentes des champignons étudiés.



### Développement et utilisation de nouvelles stratégies de sélection

Dans le but de renforcer le système de défense du végétal et d'obtenir des variétés durablement résistantes, des croisements sont réalisés à partir de variétés et hybrides susceptibles d'associer au mieux des résistances polygéniques et monogéniques à la tavelure et à l'oïdium. Certains croisements devraient permettre d'associer des résistances aux deux agents pathogènes à la fois.

Il est difficile de repérer parmi les descendants d'un croisement ceux qui portent les meilleures combinaisons de résistances uniquement d'après leur comportement en serre ou au verger, et cela pour plusieurs raisons. D'une part, certains gènes de résistance masquent l'expression d'autres gènes de résistance ; c'est le cas par exemple de gènes majeurs de résistance totale qui peuvent

masquer la présence de gènes de résistance partielle. D'autre part, cela nécessite l'inoculation artificielle d'un nombre élevé de souches différentes d'agents pathogènes, expérimentation lourde à mettre en œuvre. Enfin, la résistance évaluée sur feuille en serre n'est pas toujours bien corrélée avec celle observée sur fruit au verger. C'est pourquoi, les marqueurs génétiques sont utilisés pour rendre plus efficace la sélection : on parle alors de "sélection assistée par marqueurs".

#### **Étude marketing et tests consommateurs**

Des tests consommateurs d'évaluation sensorielle et des analyses physiques et biochimiques des fruits de variétés de pommier résistantes à la tavelure sont réalisés.

De nouvelles sélections résistantes à la tavelure sont aussi testées dans la grande distribution. Le but de cette étude est d'évaluer les réactions du consommateur face à la mise sur le marché de ces nouvelles variétés produites dans des vergers minimisant l'utilisation des produits phytosanitaires. Les pépiniéristes, qui sont très impliqués dans le lancement des nouvelles variétés auprès des producteurs de pommes, souhaitent en effet savoir quels types de variétés résistantes promouvoir pour répondre à la demande du consommateur. Les généticiens et les sélectionneurs doivent prendre en compte ces paramètres de consommation.

POUR EN SAVOIR PLUS :

LAURENS F., LE LEZEC M., BORE J.M., 1998, "Conservation et création

variétale". Revue 303 LVI, 1er trimestre 1998, 181-187.

LAURENS F., 1995, "Use of apple genetic resources in apple breeding programs at INRA : present status and perspectives". Proceedings of ECP/GR workshop 21-24 June 1995, IPGRI, 69-73.

LAURENS F., TARBOURIECH M.F., 1997, "Update on Malus and Pyrus genetic resources management in France". Proceedings of 1st ECP/GR Malus-Pyrus working group, 15-17 May 1997, Dublin, 37-39.

CHEVREAU E., LEULIETTE S., GALLET M., 1997, "Inheritance and linkage of isozyme loci in pear (*Pyrus communis* L.)". Theor. Appl. Genet., 94, 498-506.

LESPINASSE Y., PARISI L., PINET C., LAURENS F., DUREL C.E., 1999, "D.A.R.E., un projet européen sur la résistance durable du pommier à la tavelure et à l'oidium", Phytoma (à paraître).

INRA Angers : Unité d'Amélioration des espèces fruitières et ornementales

Contact : Jean-Luc Gaignard - Responsable Communication  
Tél 02 41 22 56 00 - Fax 02 41 22 56 05