



D.A.R.E., un projet coordonné par l'INRA d'Angers : Résistance du pommier à la Tavelure et à l'Oïdium

Yves Lespinasse, Luciana Parisi, Claire Pinet, Francois Laurens, Charles Eric Durel

► To cite this version:

Yves Lespinasse, Luciana Parisi, Claire Pinet, Francois Laurens, Charles Eric Durel. D.A.R.E., un projet coordonné par l'INRA d'Angers : Résistance du pommier à la Tavelure et à l'Oïdium. *Phytoma la Défense des Végétaux*, 1999, 514, pp.23-26. hal-01603353

HAL Id: hal-01603353

<https://hal.science/hal-01603353>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

D.A.R.E., un projet européen coordonné par
l'INRA d'Angers

Résistance du pommier à la Tavelure et à l'Oïdium

Yves Lespinasse*, Luciana Parisi**, Claire Pinet*, François Laurens*,
Charles-Éric Durel*

Pomme ronde, unicolore ou bicolore, à la chair tendre ou ferme, sucrée ou acidulée... multiplicité des couleurs et des saveurs de ce fruit tant prisé des consommateurs. Ces caractéristiques sont le résultat de l'évolution naturelle mais aussi de la sélection opérée par l'homme.

Outre l'amélioration de la qualité du fruit, l'amélioration génétique du pommier pour la résistance aux parasites est une des priorités de la recherche scientifique.

L'Union Européenne a décidé de soutenir cette recherche. Chronique d'un projet.



Des scientifiques français, hollandais, allemands, suisses, anglais, italiens, grecs, belges et un groupement de

pépiniéristes français (Encadré ci-dessous) travaillent ensemble sur la résistance du pommier à ses deux principales maladies fongiques, la Tavelure et l'Oïdium.

1 - Partenaires du Projet D.A.R.E. - Durabilité de la résistance à la Tavelure et à l'Oïdium du pommier - Projet Européen (1998-2001) - FAIR 5-CT97-3898.

Instituts de recherche	Contacts
INRA (Coordinateur) - France (Angers) Institut national de la recherche agronomique Angers, France	— Responsables : Y. Lespinasse, C.E. Durel e-mail : arbo@angers.inra.fr fax : 33-(0)2.41.22.57.55 — Équipe scientifique : M. Chevalier, E. Chevreau, C.E. Durel, F. Laurens, L. Parisi. — C. Pinet, assistante du coordinateur.
DLO - Hollande (Wageningen) Centre for Plant Breeding and Reproduction Research	T. den Nijs
ETHZ-FAW - Suisse (Zürich, Wädenswil) Swiss Federal Institute of Technology (ETHZ) Swiss Federal Research Station for Fruit Growing, Viticulture and Horticulture (FAW)	C. Gessler M. Kellerhals
BAZ - Allemagne (Ahrensburg, Dresden) Federal Center for Breeding Research on Cultivated Plants	F. Dunemann C. Fischer
HRI - Royaume Uni (East Malling) Horticulture Research International	K. Evans
DCA-BO - Italie (Bologna) Universita' degli Studi di Bologna Dipartimento Colture Arboree	S. Sansavini
NAGREF - Grèce (Naoussa) National Agricultural Research Foundation	A.G. Manganaris
CRA - Belgique (Gembloux) Centre de Recherches Agronomiques	M. Lateur
Groupement de pépiniéristes	Contact
Les Naturianes - France (Lyon)	E. Grillet

Le programme FAIR de l'Union Européenne

L'objectif du programme FAIR de l'Union Européenne (Framework IV programme in research and technical development for Agriculture and Agro-Industries) est de promouvoir et d'harmoniser la recherche dans les secteurs de l'agriculture, la forêt, la pêche et l'aquaculture en lien avec les industries de l'agroalimentaire et de la transformation, la production agricole et les consommateurs. Il a pour but le développement de nouvelles technologies, de nouveaux produits et marchés dans le respect de la politique communautaire. Les plus curieux pourront « surfer » sur le web pour trouver de plus amples informations sur ce programme à l'adresse :

<http://www.cordis.lu/fair/home.html>

La coordination de ce programme de recherche est assurée par le centre d'Angers de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA). Ce projet, qui a débuté en janvier 1998 et qui durera quatre ans, est financé par les États partenaires et par l'Union Européenne dans le cadre du programme FAIR (Encadré ci-dessus).

Ses objectifs sont la caractérisation et la création de matériel végétal, l'étude de la variabilité génétique des deux champignons pathogènes, la cartographie⁽¹⁾ de gènes de résistance, le développement de méthodologies de sélection et l'évaluation de l'intérêt des consommateurs pour des variétés provenant de vergers moins traités par les produits phytosanitaires. Cette recherche sera nécessaire pour la création et la mise sur le marché de nouvelles variétés de pommier durablement résistantes aux deux maladies fongiques.

Défi ? En tout cas, c'est ce que signifie « D.A.R.E. » (terme anglo-saxon), également contraction de « Durable Apple Resistance in Europe ». De nombreux résultats arrivent déjà.

Contexte européen

Ce projet se situe dans un contexte de prise de conscience de l'importance de la qualité de notre environnement et de notre alimentation.

La volonté politique et la pression de l'opinion publique pour une agriculture respectueuse de l'environnement en Europe sont de plus en plus fortes. Afin de limiter les problèmes toxicologiques et environnementaux, beaucoup de politiques nationales de pays européens prennent des mesures en faveur de la diminution de l'utilisation de produits phytosanitaires (Gullino et Kuijpers, 1994).

Les Pays-Bas prévoient de diminuer de 50 % leur utilisation d'ici l'an 2000 (par rapport à la période de référence 1984-1988).

L'Italie mène aussi une politique de réduction drastique des produits phytosanitaires.

En Allemagne, le nombre de matières actives autorisées est passé de 300 en 1986 à 200 en 1992.

En France, le gouvernement a l'intention de créer par voie législative une Agence française de

* Inra Angers, Station d'Amélioration des Espèces Fruitières et Ornamentales, 42, rue Georges Morel, BP 57, 49071 Beaucouzé Cedex.

** Inra Angers, Station de Pathologie Végétale. Même adresse.

sécurité sanitaire des aliments, l'AFSSA (Decoin, 1998), qui sera notamment chargée d'évaluer les risques sanitaires et nutritionnels engendrés par l'utilisation de produits phytosanitaires.

Malgré l'interdiction de commercialisation des produits alimentaires qui dépassent les limites maximales autorisées de résidus, l'inquiétude des consommateurs sur la qualité des aliments reste grande. L'engouement pour des produits alimentaires issus de l'agriculture biologique se développe.

La résistance variétale, élément-clé de la protection intégrée au verger

Les fongicides représentent environ 30 % des pesticides totaux utilisés en Europe (Gullino et Kuijpers, 1994) et leur emploi est important sur les cultures intensives à forte valeur ajoutée, comme l'arboriculture fruitière. Le nombre de traitements fongicides contre les maladies cryptogamiques du pommier peut s'élever certaines années à plus d'une trentaine, dont une vingtaine de traitements contre la Tavelure. La protection intégrée⁽²⁾ du verger permet la réduction de l'emploi des produits phytosanitaires.

La résistance variétale en est un élément-clé. La plantation de variétés résistantes peut diminuer de 76 % le nombre de traitements fongicides en végétation par rapport à ceux nécessaires à la protection de variétés sensibles (Parisi *et al.*, 1995). Cependant, l'assortiment variétal dans les vergers commerciaux reste largement dominé par des variétés sensibles à la Tavelure et l'Oïdium.

Scientifiques et pépiniéristes doivent donc proposer aux arboriculteurs de nouvelles variétés de qualité et résistantes à ces deux principales maladies fongiques du pommier.

Résistance génétique durable : explications

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, et 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⁽³⁾ et polygéniques⁽⁴⁾, au sein d'une même variété permet de renforcer les barrières génétiques vis-à-vis des parasites (Gessler et Blaise, 1994 ; Laurens et Lespinasse, 1994 ; Fischer, 1995 ; Evans, 1997).

La résistance monogénique (sous le contrôle d'un gène majeur⁽⁵⁾), totale, est facile à introduire par croisement mais elle risque d'être contournée par de nouvelles races⁽⁶⁾ 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 (Lespinasse, 1989).

La résistance polygénique (sous le contrôle de plusieurs gènes) partielle, est plus difficile à sélectionner et est influencée par les conditions climatiques ; elle devrait être en revanche plus durable que la résistance monogénique.

EAGMAP : 1993-1996

Un précédent projet européen, EAGMAP « European Genome Mapping Project » avait réuni la majorité des partenaires du projet D.A.R.E.

C'était la première tentative européenne de construction d'une carte génétique du pommier. Quatre gènes avaient alors été localisés (Maliepaard *et al.*, 1998) : gènes VF pour la résistance à la Tavelure, Sd1 pour la résistance au Puceron cendré, Ma pour l'acidité du fruit et le locus S pour l'auto-incompatibilité. Des régions chromosomiques qui contrôlent partiellement la résistance à l'Oïdium, la qualité gustative du fruit et la juvénilité ont aussi été identifiées.

Le projet DARE est composé de cinq parties étroitement imbriquées et qui, à la façon d'un puzzle, permettront d'assembler pièce par pièce le matériel, les méthodologies et les connaissances nécessaires à l'élaboration de nouvelles variétés durablement résistantes aux agents de la Tavelure (*Venturia inaequalis*) et de l'Oïdium (*Podosphaera leucotricha*).

D.A.R.E. en cinq actes

1- Caractérisation de nouvelles sources de résistance durable

Des cultivars traditionnels de pommier, des hybrides nouvellement sélectionnés et des espèces sauvages ont été collectés par les partenaires du projet selon des critères de résistance à la Tavelure et à l'Oïdium.

Les résistances choisies sont pour la majorité de type polygénique. Cette palette variétale est testée en serre pour sa sensibilité à des inocula de

V. inaequalis et *P. leucotricha* présents naturellement dans les différents pays partenaires du projet, et à des races caractérisées (partie 2).

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 (partie 4).

2- Étude de la variabilité des deux agents pathogènes

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.

La Tavelure : étude de la diversité des races

En ce qui concerne la Tavelure, nous savons que deux nouvelles races du champignon *V. inaequalis* sont apparues récemment en Europe : la race 6 en Allemagne (Parisi *et al.*, 1993), et la race 7 en Angleterre (Roberts et Crute, 1994). 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 (Parisi, 1997). 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 (résistances mono et polygéniques) et des variétés sensibles. Les résultats obtenus 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.

L'Oïdium : des connaissances à acquérir

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 *P. leucotricha*, et de les confronter à une gamme de pommiers pour mettre en évidence d'éventuelles interac-



Symptômes d'Oïdium sur pousse.
Facile à identifier dans les vergers, ce parasite obligatoire est difficile à conserver au laboratoire pour l'étudier correctement. Un important travail de mise au point de méthodes d'isolement, conservation et inoculation est en cours.
(ph. INRA Angers)

tions différentielles, c'est-à-dire l'existence de races spécifiques.

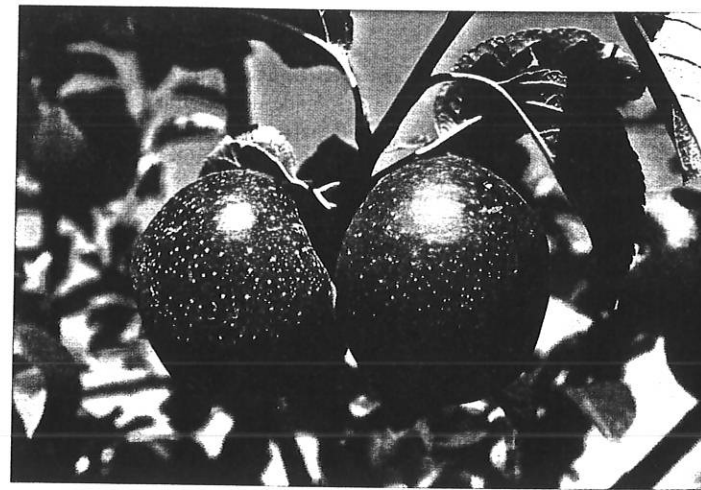
Dans le cas de *P. leucotricha*, qui est un parasite obligatoire, il faut mettre au point les méthodes permettant d'isoler et conserver les souches, puis de les confronter à l'hôte *in vitro* ; il faut aussi valider le test *in vitro* par rapport au comportement au verger. C'est un travail important et jamais entrepris au niveau européen, qui permettra une forte avancée des connaissances de la variabilité du pouvoir pathogène de ce champignon.

3- 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 (Manganaris et Alston, 1992 ; Markussen *et al.*, 1995 ; Tartarini, 1996 ; Maliepaard *et al.*, 1998).

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



Pomme issue d'une sélection INRA résistante à la Tavelure par utilisation du gène VI. Attention, cette résistance est toujours efficace en France mais le gène a été contourné par de nouvelles races du pathogène, notamment en Allemagne et au Royaume-Uni. (ph. INRA Angers)

de ces régions en particulier pour la résistance à des races différentes des champignons étudiés. Ce travail ne pouvant se faire que sur un nombre très limité de variétés, une partie du projet vise à mesurer la valeur générale des résultats obtenus. Pour la résistance à l'Oïdium, de nouveaux gènes majeurs seront cartographiés.

4- 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 (matériel végétal étudié dans les parties 1 et 3) 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 portant les meilleures combinaisons de résistances uniquement d'après leur comportement en serre ou au verger et cela pour plusieurs raisons. Certains gènes de résis-

tance 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.

Cela nécessite par ailleurs l'inoculation artificielle d'un nombre élevé de différentes souches d'agents pathogènes : c'est une expérimentation lourde à mettre en œuvre. Enfin, la résistance évaluée en serre sur feuille n'est pas toujours bien corrélée avec celle observée sur fruit au verger.

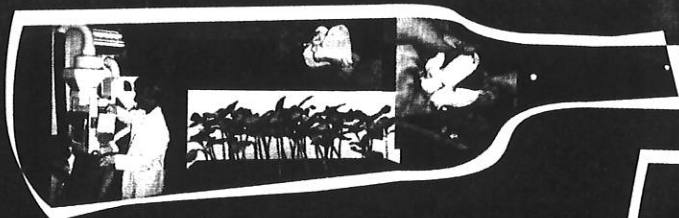
C'est pourquoi les marqueurs génétiques développés dans la partie 3 sont utilisés pour rendre plus efficace la sélection : on parle alors de « sélection assistée par marqueurs ».

5- 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 en grandes surfaces. Le but de cette étude est d'évaluer les réactions du consom-

Bientôt 10 ans !!!



- Essais préliminaires
- Effets secondaires indésirables ou non intentionnels
- Essais biologiques et essais résidus en plein champ

1989

VITI R&D - 101, impasse des Capitelles
Tél. +33 (0)4 67 86 85 50 - Fax +33 (0)4 67 86 85 23



- Procédés de transformation

malterie et brasserie
huiles de graines et d'olives
sauces, compotes et confitures
jus de fruits
vinification

1999

F 34400 VILLETTELLE
E-mail > viti-rd@wanadoo.fr



mateur 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.

Conclusion : une base de travail déjà disponible

Globalement, le projet DARE permet d'étendre les recherches à l'échelle européenne et non plus seulement à un niveau national.

Scientifiques et pépiniéristes concentrent leurs efforts sur un objectif commun : tenter de développer et de promouvoir des variétés durablement résistantes à la Tavelure et l'Oïdium. L'échelle européenne permet de gagner en efficacité et de profiter de la complémentarité des compétences de chacun, généticiens, améliorateurs, pathologistes, pomologistes et pépiniéristes. Cela facilite le transfert de savoir-faire et de technologies entre les équipes.

Outre les connaissances scientifiques acquises durant ce projet, du matériel végétal à haut potentiel génétique, des collections européennes d'agents pathogènes et des marqueurs génétiques de résistance seront disponibles. L'enjeu est de taille : il s'agit de lancer une nouvelle gamme variétale, pas ou peu sensible aux parasites, répondant aux cahiers des charges d'un nombre de plus en plus grand de metteurs en marché et permettant à terme de satisfaire aux normes européennes concernant les produits phytosanitaires.

Un site web a été construit pour présenter ce projet et pour divulguer progressivement les principaux résultats qui seront obtenus. L'adresse en est la suivante : <http://www.inra.fr/Angrs/DARE/>.



Remerciements : Ce projet est financé en partie par la commission européenne (DGVI).

Bibliographie

- EVANS K.M., 1997 — In : Berrie AM et al. (eds), *Integrated Control of Pome Fruit Diseases. Proceedings of 4th workshop, Croydon, England, August 19-23 1996*. IOBC/WPRS Bulletin Vol 20(9) : 101-104.
- DECOIN M., 1998 — *Phytoma*, La Défense des végétaux, n°506, juin : 19-22.
- FISCHER C., 1995 — *Revue Suisse Vitic Arboric Hortic* 27 : 201-207.
- GESLER C., BLAISE P., 1994 — In : H Schmidt, M Kellerhals (eds), *Progress in Temperate Fruit Breeding*, Kluwer Academic Press Publishers : 99-104.
- GULLINO M.L., KUIJPERS L.A.M., 1994 — *Annu. Rev. Phytopathol.* 32 : 559-579.
- LAURENS F., LESPINASSE Y., 1994 — *Compte-rendu du 10 colloque sur les recherches fruitières*, Angers, 15 et 16 mars 1994, INRA-CTIFL : 55-66.
- LESPINASSE Y., 1989 — *Proceedings of the workshop 1988*, Brissago, Switzerland, Gessler C., Butt D.J., Koller B. : 100-115.
- MALIEPAARD C. ET AL., 1998 — *Theor. Appl. Genet.* 97 : 60-73.
- MANGANARIS A.G. ET ALSTON F.H., 1992 — *Theor. Appl. Genet.* 83 : 345-352.
- MARKUSSEN T., KRÜGER J., SCHMIDT H., DUNEMANN F., 1995 — *Plant. Breed.* 114 : 530-534.
- PARISI L., LESPINASSE J., GUILLAUMES J., KRÜGER J., 1993 — *Phytopathology* 83 (5) : 533-537.
- PARISI L., ORTS R., RIVENEZ DAMBOISE M.O., LEFEUVRE M., LAGARDE M.P., 1995 — *L'Arboriculture fruitière* 486 : 25-29.
- PARISI L., 1997 — *Informatore fitopatologico* 6 : 5-8.
- ROBERTS T. AND CRUTE I., 1994 — *Norw. J. Agr.Sci.* 17 : 403-406.
- TARTARINI S., 1996 — *Theor. Appl. Genet.* 92 : 803810.

Lexique

(1) Carte génétique : Représentation graphique de l'arrangement des marqueurs génétiques et des gènes selon les distances qui les séparent. Les marqueurs génétiques sont obtenus par des techniques de laboratoire et permettent d'effectuer un balisage des chromosomes en jouant le rôle de « bornes kilométriques » le long de ceux-ci. Une telle carte est extrêmement utile pour les généticiens car elle permet de repérer où se situent les gènes intéressants à sélectionner.

(2) Protection intégrée : Système de lutte contre les orga-

nismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérances (OILB-SROP, 1973)

(3) Résistance monogénique : Résistance sous le contrôle d'un seul gène (gène qualifié de majeur). C'est une résistance totale, les plantes qui portent ce type de résistance ne manifestent aucun symptôme de la maladie.

(4) Résistance polygénique : Résistance sous le contrôle de plusieurs gènes qui sont conjointement responsables de la variation du caractère observé. La résistance est partielle ; les individus qui portent ce type de résistance présentent des symptômes d'intensités différentes.

(5) Gène majeur : Gène à lui seul responsable de l'expression d'un caractère.

(6) Race d'agent pathogène : Ensemble de souches d'un agent pathogène qui ont une virulence similaire vis-à-vis d'une gamme variétale.

Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité des auteurs et ne représente en aucun cas l'opinion de la commission européenne.

Summary

« D.A.R.E. » A pan-European project coordinated by the National Research Institute in Angers

TOWARDS DURABLE APPLE TREE RESISTANCE TO SCAB AND POWDERY MILDEW

DARE (Durable Apple Resistance in Europe) is a research project aimed at establishing durable resistance of apple trees to scab and powdery mildew. The project was set up in January 1998 and the team includes research scientists from eight European countries and French nurserymen.

The objective is to obtain varieties which are resistant to one or both of these diseases on a long-term basis. At the same time, the varieties must retain, or improve, the qualities demanded by consumers. The ultimate aim is to launch a new variety which has the same level of health as current varieties, but using integrated, higher, protection treatments. In order to further the research, the different partners :

- collect apple tree cultivars and test their level of sensitivity;
- study the variability of the two pathogenic agents ; by building up a collection of different strains of the agent of apple scab *Venturia inaequalis* and by monitoring the different races ; by establishing a method for isolating, conserving and inoculating the agent of powdery mildew *Podosphaera leucotricha*.

• draw up a cartograph of the genes which are resistant to scab and powdery mildew (the main genes responsible for effective monogenic resistance have already been identified ; the next step is to do the same for polygenic resistance).

• crossbreed the cultivars collected, taking into account the sensitivity levels and the cartograph of genes

• assess the resistant varieties obtained using physical, biochemical and consumer trials.

Key words : apple tree, apple scab *Venturia inaequalis*, powdery mildew *Podosphaera leucotricha*, resistance, Europe, DARE (Durable Apple Resistance in Europe), studies, collection, genetic cartography, monogenic resistance, polygenic resistance, durability.

Résumé

Sous le nom de D.A.R.E. (Durable Apple Resistance in Europe), un projet européen de recherche de résistances durables du pommier à la Tavelure et à l'Oïdium est conduit depuis janvier 1998 par des scientifiques de huit pays européens et des pépiniéristes français.

Il s'agit d'obtenir des variétés résistantes à l'une ou l'autre maladie (ou les deux) de façon durable c'est-à-dire difficile à contourner par les pathogènes, sans nuire aux qualités chères aux consommateurs. Le but est de lancer une nouvelle gamme variétale gardant le bon état sanitaire des variétés connues (sensibles et protégées intensivement) avec une protection intégrée et allégée. Ainsi les partenaires :

— collectent des variétés et espèces sauvages de pommier et les testent pour leur sensibilité à la Tavelure et à l'Oïdium ;

— étudient la variabilité des deux pathogènes : constitution d'une collection de souches de l'agent de la Tavelure et observation des souches présentes dans le milieu naturel à l'échelle européenne ; mise en évidence d'éventuelles races spécifiques de l'agent de l'Oïdium ;

— cartographient les régions chromosomiques impliquées dans la résistance à la Tavelure et à l'Oïdium, notamment dans la résistance partielle durable ;

— croisent les variétés résistantes aux champignons pathogènes et sélectionnent les meilleurs descendants à l'aide de marqueurs génétiques ;

— réalisent des analyses physiques, biochimiques et sensorielles de variétés résistantes.

Mots-clés : création variétale, pommier, Tavelure *Venturia inaequalis*, Oïdium *Podosphaera leucotricha*, résistance, Union Européenne, DARE (Durable apple resistance in Europe), étude, collection, cartographie génétique, résistance monogénique, résistance polygénique, durabilité.