

Le verger de pommiers français : quelle évolution variétale ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 01.03.Q03

juillet 2022

Mots clés : pommier - création variétale - résistance génétique - tavelure - *Venturia inaequalis*

Avant l'époque historique, les populations européennes collectaient de nombreux fruits, dont la pomme existant en Europe sous l'espèce sauvage *Malus sylvestris*. Les différents types de pommes que l'on connaît aujourd'hui proviennent tous d'une domestication en Asie centrale, entre 10 000 et 2 000 ans avant J.-C. ; la route de la soie a contribué à sa migration vers le Proche-Orient, avant de gagner l'Europe il y a environ 1 500 ans. Au cours de cette migration, il y a eu des apports par hybridation avec divers pommiers sauvages, en particulier de *Malus sylvestris*¹.

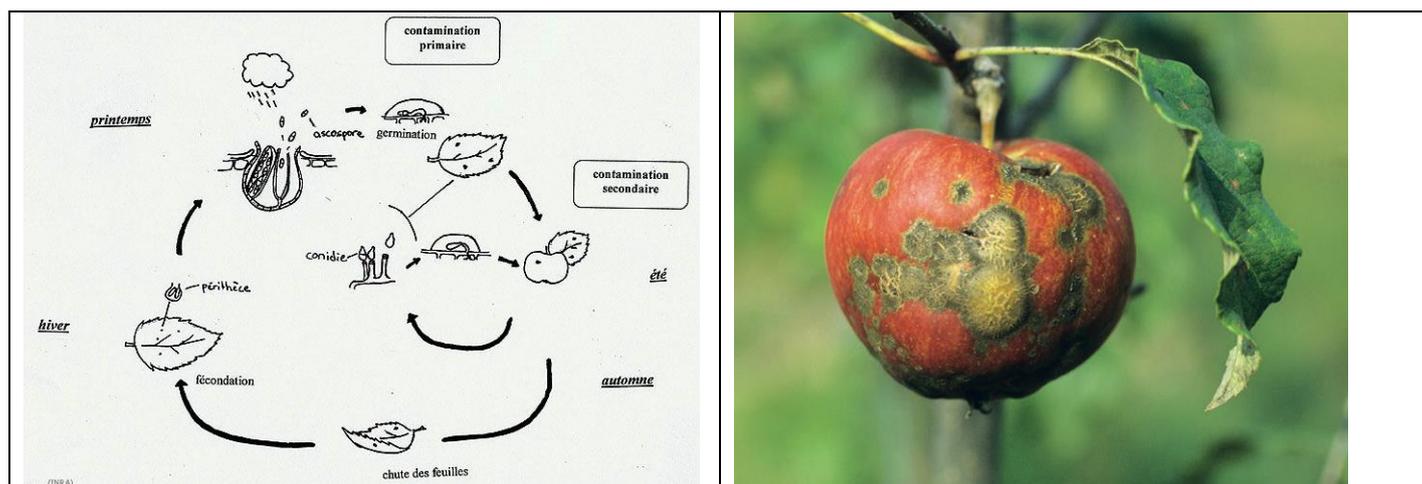
Voici donc, issu de cette longue histoire, le pommier domestique (*Malus domestica*) et ses nombreuses variétés.

Le verger français a beaucoup évolué depuis les années 1950

Les techniques de production se sont perfectionnées au cours des siècles, offrant un large éventail de variétés et de saveurs. Depuis les années 1950, la création de vergers commerciaux et la mondialisation progressive des marchés ont conduit à l'exploitation de variétés présentant les meilleures qualités en termes de productivité et attrait du fruit ; c'est ainsi que les variétés traditionnelles françaises et européennes ont été supplantées par les variétés d'origine américaine (*Golden Delicious* et *Red Delicious*) ou australienne (*Granny Smith*) qui furent les 3 pommes des années 1970, reconnaissables chacune à leur épiderme jaune, rouge et vert.

Les variétés de pommiers cultivés sont sensibles à un grand nombre de bioagresseurs, ce qui impose surveillance et application de produits phytosanitaires. En fonction des régions et des conditions climatiques, l'arboriculteur doit appliquer un nombre de traitements, jusqu'à 35 par an pour les trois variétés déjà citées, très sensibles aux différents champignons-parasites et ravageurs.

La tavelure – provoquée par le développement du champignon parasite *Venturia inaequalis* (encadré 1) – est la maladie la mieux connue et la plus répandue.



encadré 1 : à gauche : le cycle biologique du champignon parasite *Venturia inaequalis*, agent de la tavelure du pommier - schéma P. Expert, d'après G. Agrios, 1978. À droite : tavelure sur fruit variété 'Gala'

Le champignon parasite déjà présent sur les feuilles continue à se développer après leur chute au sol, se reproduit et émet au printemps les ascospores, résultant de la recombinaison génétique et donc au pouvoir pathogène diversifié ; ces ascospores sont projetées sur les jeunes feuilles au printemps : c'est la contamination primaire, suivie de contaminations secondaires par génération de conidies qui infecteront aussi les fruits. L'enlèvement des feuilles tombées au sol est une bonne façon de réduire, voire d'éliminer les contaminations primaires.

¹ H. Giraud, A. Cornille et T. Giraud : *Les pérégrinations du pommier domestique*, Pour la Science n°439, 36-41, 2014

Lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables au champignon-parasite, les traitements à appliquer peuvent atteindre 50 % de la totalité, soit 15 à 20 traitements par an. Une recherche, débutée aux USA au début du XX^e siècle, a abouti dans les années 1950 à la création de variétés résistantes à *Venturia inaequalis*.

Quelle est la stratégie déployée pour créer de nouvelles variétés résistantes à la tavelure ?

La découverte de résistances contrôlées par quelques gènes dominants

Le XX^e siècle a vu une avancée majeure en termes d'identification de résistances contrôlées par quelques gènes dominants. Des chercheurs américains furent à l'origine de la découverte de ces gènes au cours des décennies 1940 et 1950, découverte mise ensuite à la disposition des chercheurs européens. Le gène plus connu et le plus impliqué est le "Vf=Rvi6", issu de l'espèce sauvage *Malus floribunda* 821, à petits fruits sans saveur ; pour obtenir les qualités requises d'une pomme, associées au gène de résistance, plusieurs générations successives d'hybridations ont été réalisées depuis 1940 (cf. encadré 3).

Les travaux engagés en France depuis les années 1960

En France, ces travaux ont été entrepris au début des années 1960 à l'INRA d'Angers. Bénéficiant de deux, voire trois générations réalisées aux USA, les générations suivantes ont conduit, dès les années 1980, à la création par hybridation des premières variétés résistantes à la tavelure. Ces variétés ont été proposées aux arboriculteurs français (cf. encadré 2).

encadré 2 : mode de création par hybridation de nouvelles variétés de pommier résistantes à la tavelure

La création variétale fruitière par hybridation est un processus long, en particulier chez le pommier. Après avoir réalisé l'hybridation entre 2 parents dont le choix satisfait les objectifs du sélectionneur, les plants issus du semis des pépins obtenus sont évalués en serre, pour ne retenir que les plants résistants à la tavelure après inoculation artificielle et donc porteurs du gène de résistance Vf/Rvi6 ; ceux-ci sont ensuite transférés en verger pour sélectionner les qualités inhérentes à l'arbre, sa productivité et finalement la qualité des fruits ; ce processus d'études s'étire sur 8 à 10 ans en général, du fait d'une période juvénile sans production de fleurs et donc de fruits, qui dure 4 à 5 ans.

L'ensemble des opérations de sélection, puis d'expérimentation en plusieurs lieux de culture, nécessite 15 à 20 ans avant de pouvoir proposer aux arboriculteurs une nouvelle variété de pommier. Cette méthode d'amélioration peut maintenant être rendue beaucoup plus efficace grâce aux biotechnologies (voir texte).

Ce nouveau matériel végétal ne répondait pas aux objectifs des arboriculteurs de l'époque, excepté les pionniers de l'Arboriculture Biologique, qui ont beaucoup apprécié ces variétés résistantes. Celles-ci ne sont toutefois devenues intéressantes pour l'ensemble de la profession qu'au début des années 1990, lorsque la détection de résidus de pesticides a alarmé producteurs et consommateurs.

Dans ce contexte, d'abord les pépiniéristes les plus motivés, puis l'ensemble des pépiniéristes français, rassemblés dans la Sarl NOVADI, ont rejoint l'INRA en signant des contrats de type public-privé pour la création de variétés résistantes à la tavelure, satisfaisant ainsi les demandes du marché². Le partage des responsabilités entre les partenaires a permis d'une part à l'INRA de se concentrer sur les recherches amont, d'autre part aux pépiniéristes de réaliser la sélection en verger.

Le mode d'obtention de ces variétés est explicité dans l'encadré 3, en prenant l'exemple de la variété *Ariane* sélectionnée par l'INRA en 2002.

Une protection phytosanitaire minimale nécessaire pour conserver la résistance

Face au risque de la perte d'efficacité de la résistance du gène Vf/Rvi6 par le développement de souches virulentes de tavelure (déjà apparues au cours des années 1990), une protection phytosanitaire minimale s'avère nécessaire ; ainsi, en intervenant face aux risques graves de contamination et de développement de ces souches, la résistance peut se maintenir. Cette nouvelle génération variétale doit être qualifiée de "résistante aux races communes de tavelure", mais sensibles aux nouvelles souches virulentes qui doivent être combattues, du moins dans certaines régions. Le réseau DEPHY en arboriculture³ montre que, par

² Yves LESPINASSE : *Innovation variétale : démarche partenariale engagée avec les pépiniéristes producteurs de plants de pommier*, Innovations Agronomiques 1, 123-127, 2007

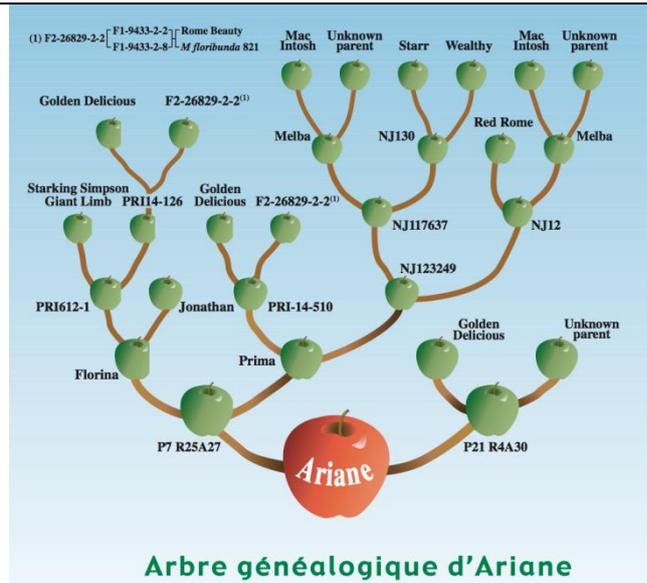
³ Le réseau DEPHY EXPE ECOPHYTO en arboriculture, Infos Ctifl n°348, Janvier-Février 2019, p.23-38.

page 2 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "**Publications**" puis "**Table des matières des documents de l'Encyclopédie**".

rapport aux variétés classiques, les variétés résistantes permettent de diminuer de 10 le nombre de traitements ; c'est donc une contribution importante pour réduire l'usage des produits phytosanitaires.

encadré 3: exemple d'innovation variétale : l'arbre généalogique de la variété de pommier Ariane et son mode de sélection.

La grande complexité de l'arbre généalogique de la variété *Ariane* résulte de l'introggression d'un gène de résistance à la tavelure du pommier présent chez une espèce sauvage *Malus floribunda* 821 (en haut à gauche de l'arbre), à fruits de très petite taille ; ce gène de résistance, dénommé Vf/Rvi6, a été mis en évidence aux USA en 1944.



Un grand nombre d'hybridations contrôlées a dû être réalisé pour obtenir des géniteurs porteurs du gène de résistance Vf/Rvi6 et de calibre comparable aux variétés cultivées. L'hybridation réalisée à INRA-Angers en 1979 a produit une descendance de pépins parmi lesquels la variété Ariane a été sélectionnée – voir la spirale de sélection ci-contre. Le mode classique de sélection a nécessité un demi-siècle pour aboutir à une variété à la fois résistante aux races communes de tavelure, et de qualité appréciée par le consommateur.

Note : Depuis la décennie 2000, les généticiens-sélectionneurs bénéficient de la sélection assistée par marqueurs moléculaires de l'ADN. Les marqueurs moléculaires permettent de repérer très tôt dans la vie des plants, ceux qui possèdent les gènes de résistance introduits par hybridation (par exemple, des gènes conférant la résistance à l'oïdium, le feu bactérien ou le puceron cendré, outre la tavelure) ou les bonnes combinaisons d'allèles pour les gènes contrôlant la qualité gustative ou l'architecture de l'arbre. La sélection au verger se trouve ainsi plus efficace. Plus récemment, grâce à la connaissance de la séquence du génome du pommier et l'utilisation du système CRISPR/Cas9, l'édition de gènes permet soit, d'inactiver un gène défavorable par délétion (par ex. un gène de sensibilité à une maladie), soit de remplacer un allèle par un autre transmettant le caractère souhaité (par ex. associer dans un même plant plusieurs gènes de résistance à différentes races de tavelure). Pour des allèles de résistance repérés chez des espèces sauvages à petits fruits, le transfert pourrait se faire sur une variété actuelle de grande qualité agronomique. Ces travaux entrepris par plusieurs équipes de recherche restent en Europe au niveau des laboratoires

La production actuelle en Europe et en France

L'Europe produit environ 12 millions de tonnes de pommes ; la France se place 3^e producteur européen, derrière la Pologne et l'Italie. Le verger français de pommiers s'étend actuellement sur 37 000 ha, avec une production d'environ 1 600 000 T, dont 500 000 T exportées. Parmi les milliers de variétés de pommes existantes, seulement une dizaine représente 95 % de la consommation française. Depuis les années 1970, de nombreux vergers conservatoires maintiennent un très grand nombre de variétés autrefois cultivées en France, dont quelques-unes se retrouvent sur les marchés de plein air. Certaines de ces variétés anciennes présentent une moindre sensibilité à la tavelure, par exemple *Reine des Reinettes*, *Reinette Grise du Canada* ou *Reinette Clochard* ; parmi les variétés de ce type obtenues plus récemment, signalons les variétés *Akane* et *Melrose* (cf. encadré 4, 2^e groupe). Toutefois, ces variétés anciennes peuvent présenter des défauts majeurs comme l'alternance de production, et ne sont pas cultivées à grande échelle.

Les variétés résistantes à la tavelure mises en marché depuis 2000 rivalisent en présentation et qualité du fruit avec les variétés bien connues des consommateurs, et constituent une nouvelle génération nécessitant moins de traitements fongicides, satisfaisant les objectifs prioritaires de résistance à la tavelure, et de qualité

gustative répondant aux souhaits de la filière professionnelle et des consommateurs (d'ailleurs peu ou pas informés de l'intérêt de cette nouvelle génération de pommes !). Le nombre de ces nouvelles variétés obtenues par plusieurs sélectionneurs du secteur public ou privé, français ou étrangers – toutes porteuses du gène de résistance Vf/Rvi6 – ne cesse de s'accroître chaque année (cf. encadré 4, 3^e groupe).

encadré 4 : groupes de variétés de pommes selon leur sensibilité à la tavelure

Variété à sensibilité forte ou moyenne		Gala, Golden Delicious, Elstar, Jonagold, Tentation®, Pink Lady®Cripps Pink, Fuji, Granny Smith, Belchard® Chantecler, Red Delicious...
Variétés réputées à faible sensibilité		Melrose, Akane, Reinette grise du Canada, Reine des reinettes, Reinette de France, Reinette de Flandre, Reinette de Blenheim, Joseph Musch, Delbard Jubilé®, Patte de Loup, Pinova, Sainte Germaine ou de L'Estre, Reinette Clochard...
Variétés résistantes aux races communes (gène Vf/Rvi6)		Antarès® Dalinbel, Chouquette® Dalinette, Delisdor® Goldrush, Harmonie® Delorina, Juliet®, Candine® RegalYou, Ariane, Story® Inored, Lory® Inogo, Galy® Inobi, Mandy® Inolov ...

L'Association Nationale Pommes Poires (ANPP), une référence en France.

L'ANPP – www.lapomme.org – fédère environ 1 400 producteurs au travers d'organisations de producteurs et de producteurs indépendants, pour un total de 25 000 ha représentant 65 % de la production française de pommes. La taille moyenne du verger des adhérents de l'ANPP est de 18 hectares, et la durée de vie du verger d'environ 20 ans. Les nouvelles variétés résistantes à la tavelure occupent une surface de 1 700 hectares, soit 6,8 % du verger ANPP. Ces nouvelles variétés dont les surfaces s'accroissent sont principalement Juliet®, Candine® RegalYou, Chouquette® Dalinette, Story® Inored, (+ 56 % en 2 ans).

Les pomiculteurs de l'ANPP sont engagés dans la démarche *Vergers Écoresponsables* qui marque leur engagement pour des méthodes de production respectueuses de l'environnement et de la biodiversité dans les vergers, afin d'offrir une pomme française de qualité, saine et riche en goût !

Plusieurs adhérents de l'ANPP appliquent le cahier des charges de l'Agriculture Biologique sur une surface estimée à 1 500 hectares certifiés *Arboriculture Biologique*, majoritairement plantée de variétés résistantes à la tavelure. On voit donc une évolution significative, avec l'émergence des variétés résistantes à la tavelure, favorisant la réduction des traitements fongicides et contribuant à l'augmentation des surfaces dédiées à l'*Arboriculture Biologique*.

Yves LESPINASSE, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Ce qu'il faut retenir :

Une collaboration internationale a été entreprise depuis les années 1960 – pour la France, au centre INRA d'Angers – afin de créer une nouvelle génération de pommiers résistante à la tavelure, maladie nécessitant de nombreux fongicides pour être combattue. Progressivement, l'INRA a développé un partenariat public-privé avec les pépiniéristes regroupés dans la SARL NOVADI ; ces collaborations, qui se sont étendues sur 50 ans, ont apporté un ensemble de variétés résistantes à la tavelure – certaines issues de sélectionneurs étrangers – nécessitant moins d'interventions phytosanitaires.

Ainsi le verger de pommiers français évolue grâce à ces nouvelles variétés, qui favorisent aussi le développement de l'*Arboriculture Biologique*.

Pour en savoir plus :

- *Le point sur les nouvelles variétés de pommes, les reconnaître pour mieux les apprécier et les valoriser*, Ctifl, n°34, mars 2018
- 3 vidéos pour comprendre et en savoir plus sur la tavelure du pommier, accessibles par : <https://www.inrae.fr/actualites/tavelure-du-pommier-video>