

Le dossier d' **ÉCOPHYTO** 
PIC | RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

La durabilité des résistances des plantes aux bioagresseurs



Rédacteurs : Ph. Delval & O.Ligot

ÉCOPHYTO 
PIC | RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

Table des matières

Introduction	2
1- Intérêt du matériel végétal en Protection Intégrée des Cultures (PIC)	2
2- Utilisation du matériel végétal	2
Processus de la sélection variétale.....	3
3- Les bioagresseurs concernés sont principalement des maladies	3
4- Contournement et érosion des résistances	4
5- Intérêt et gestion de la durabilité	5
6- Importance de la recherche	6
7- Études de cas pratiques	7
7-1) En grandes cultures.....	7
7-2) En viticulture : développement et déploiement des cépages résistants.....	8
7-3) En arboriculture : Lutte contre la tavelure du pommier.....	10
7-4) En cultures légumières : Lutte contre les nématodes	11
8- Conclusion	12

DURABILITE DES RESISTANCES AUX BIOAGRESSEURS

Introduction

Le développement de variétés résistantes aux bioagresseurs est un des piliers de la protection intégrée. La résistance variétale se définit par la résistance d'une variété de plantes à un bioagresseur, le plus souvent à une ou plusieurs maladies. Malheureusement, les populations de bioagresseurs ont des capacités d'évolution génétique qui leur permet, parfois très rapidement, de contourner les résistances variétales, mettant ainsi à mal l'innovation technologique qu'est l'arrivée d'une nouvelle variété possédant des caractéristiques lui permettant de résister à des agressions biotiques.

Ce dossier montre que la protection intégrée s'inscrit totalement dans une dynamique de durabilité des résistances variétales, à la fois dans l'utilisation de variétés ayant des capacités de résister à des bioagresseurs, mais aussi, en mettant en œuvre tous les moyens de protection qui doivent permettre de rendre durable les variétés utilisées. Des exemples seront pris dans tout type de cultures mais il est évident que la problématique est encore plus importante en cultures pérennes.

2

1- Intérêt du matériel végétal en Protection Intégrée des Cultures (PIC)

L'utilisation de variétés résistantes est incluse dans le premier [principe de la protection intégrée](#) « [Prévention – Prophylaxie](#) » : « La prévention et/ou l'éradication des organismes nuisibles devraient être menées à bien, ou s'appuyer, parmi d'autres possibilités, en particulier sur un certain nombre de leviers techniques », dont les variétés résistantes.



Dans ce principe, l'utilisation des variétés résistantes s'intègre totalement parmi les autres solutions préventives proposées (rotation, techniques culturales, pratiques agronomiques, hygiène, infrastructures agronomiques). Il semble évident que les fondements de la protection intégrée sont dans ce premier principe et que, sans la mise en œuvre de la prévention, une stratégie de protection intégrée efficace est impossible.

Un recours accru aux résistances variétales est donc un des moyens privilégiés de réduire l'utilisation de pesticides.

2- Utilisation du matériel végétal

EcophytoPIC a déjà réalisé un dossier sur l'intérêt du matériel végétal en protection intégrée. [Le focus n°4](#) développe tous les aspects de cette thématique en abordant déjà le sujet de durabilité des résistances variétales aux bioagresseurs. Ce nouveau dossier approfondira ce thème car il est crucial dans le contexte de nombreuses maladies et de quelques ravageurs.

Processus de la sélection variétale

Selon [l'observatoire national du déploiement des cépages résistants](#), on distingue deux grands types de résistances :

- la **résistance totale ou résistance qualitative**, contrôlée par un gène majeur de résistance lié à un gène d'avirulence de l'agent pathogène et qui provoque ainsi une absence de maladie ;
- la **résistance partielle ou résistance quantitative**, contrôlée par plusieurs gènes lui conférant une efficacité contre un maximum voire la totalité des souches d'une population de l'agent pathogène et qui conduit à une réduction de la maladie ciblée.

L'association de plusieurs gènes de résistance au sein d'une même variété, même si elle est plus complexe techniquement, présente beaucoup d'intérêt car elle complique le contournement des résistances. Cette association s'appelle le pyramidage.

A des incidences scientifiques et techniques, s'ajoutent plusieurs problématiques que la recherche doit prendre en compte :

- 1) L'acceptabilité des nouvelles variétés par les transformateurs (ex. : pomme de terre, blé) ;
- 2) L'acceptabilité des nouvelles variétés par les consommateurs (ex. : pomme) ;
- 3) L'acceptabilité des nouvelles variétés par le législateur (ex. : vigne) ;
- 4) Enfin, l'acceptabilité de ces nouvelles variétés par les agriculteurs.



Ces aspects seront développés un peu plus loin dans les cas concrets.

3- Les bioagresseurs concernés sont principalement des maladies

Les maladies cryptogamiques (champignons, oomycètes) provoquent des dégâts importants sur les plantes, qu'ils soient directs en affectant le rendement ou indirects en diminuant la qualité de la production. De nombreuses méthodes de lutte permettent de les maîtriser ou de les contenir. Parmi celles-ci les fongicides conservent une place importante. Les chiffres suivants ([Agreste 2013-2015](#)) permettent d'apprécier l'enjeu que représente la diminution des fongicides sur quatre cultures majeures en France par l'IFT intrinsèque et/ou la surface.

<i>IFT pratiques culturales (Source Agreste)</i>	<i>Blé (2014)</i>	<i>Pomme de terre (2014)</i>	<i>Vigne (2013)</i>	<i>Pommier (2015)</i>
<i>IFT fongicides</i>	1,68	14,43	15,1	22,8
<i>% de la place des fongicides dans l'IFT total (sans TS*)</i>	42	79,5	79,5	62,8

*TS = traitement de semences

Dans le cadre du Plan Ecophyto, la diminution des fongicides sur des maladies clefs (mildiou et oïdium sur vigne, tavelure sur pommier, mildiou sur pomme de terre, septoriose sur blé,...) est un enjeu primordial.

Un des leviers proposé est donc la résistance génétique des plantes aux bioagresseurs responsables des maladies, et le développement de variétés résistantes ou tolérantes à ces maladies. C’est pourquoi nous nous intéresserons dans ce dossier principalement à des maladies dues aux champignons et oomycètes. Des variétés sont également élaborées pour résister à d’autres bioagresseurs tels que les virus mais sans objectif de diminution de l’utilisation de produits phytopharmaceutiques. Nous verrons également le cas des résistances aux nématodes.

4- Contournement et érosion des résistances

Le recours accru aux résistances variétales, levier fondamental de la protection intégrée comme nous l’avons vu, conduit à exposer ces résistances au risque de contournement et impose donc de renforcer l’attention sur leur durabilité.

Le contournement des résistances par les pathogènes est un fait important, entraînant une difficulté de lutter efficacement contre les maladies fongiques, sans avoir à recourir à des quantités importantes de fongicides, voire dans certains cas, à l’impossibilité de la lutte. Dans la moitié des cas avérés sur toutes plantes et maladies confondues, la perte d’efficacité des résistances variétales est extrêmement rapide car elle a lieu dans les six premières années après leur mise sur le marché (McDonald & Linde, 2002).

En effet, les bioagresseurs s’adaptent aux variétés résistantes selon les mécanismes de la biologie évolutive. Les souches de bioagresseurs se confrontent ainsi aux gènes de résistance des variétés mises en œuvre et une sélection des souches capables de survivre s’opère, d’autant plus rapidement que les variétés sont implantées massivement sur un territoire et répétitivement au cours des années. Progressivement, on observe ainsi une perte d’efficacité des variétés résistantes. Au-delà d’un certain seuil de dégâts, on parle de contournement pour une résistance qualitative et d’érosion pour une résistance quantitative (Niks et al., 2015). D’autres variétés avec un autre gène de résistance peuvent alors être introduites, qui seront eux-mêmes contournés et ainsi de suite, dans un cycle répétitif... On parle de cycle de “Boom and Bust”, autrement dit « Emballement et abandon » comme le montre le schéma suivant.

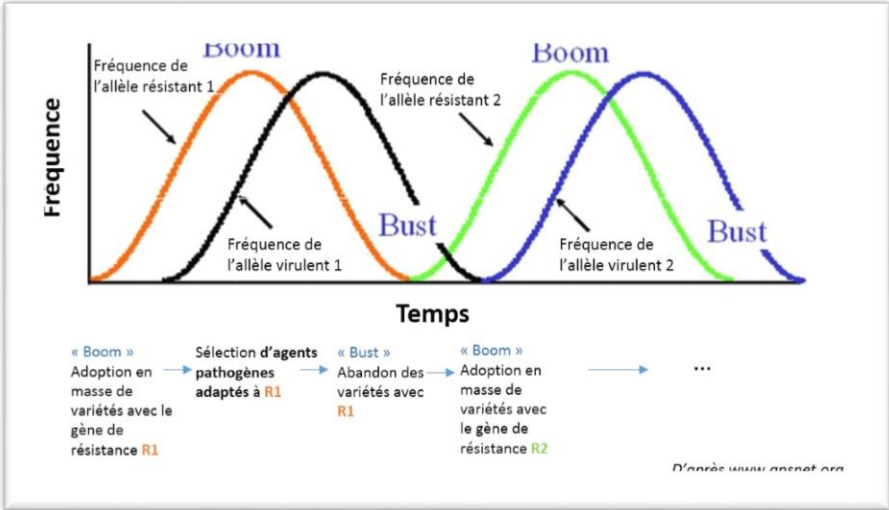


Figure 1 : Présentation du cycle de « Boom and Bust » d’après www.apsnet.org

Exerçant une pression de sélection moindre sur le pathogène, les résistances partielles sont supposées plus durables.

5- Intérêt et gestion de la durabilité

Ces contournements sont d'autant plus problématiques qu'il n'existe souvent qu'un petit nombre de résistances disponibles pour un bioagresseur donné, si ce n'est qu'une seule. De fait, chaque contournement fragilise l'avenir du contrôle génétique des maladies et des ravageurs des plantes...et peut nous priver d'un levier très important en matière de protection intégrée.

Améliorer la durabilité de la résistance des plantes aux bioagresseurs est donc indispensable. Cela implique de mettre en place une stratégie avec un large éventail de solutions, incluant des contrôles agronomiques, biologiques, chimiques ou génétiques, utilisés dans la lutte intégrée contre les bioagresseurs. L'évaluation de la longévité de la résistance a lieu à trois niveaux: le gène, le génotype et la population.

Concernant la génétique, deux points semblent se distinguer :

- L'association de plusieurs facteurs de résistance au sein d'une même variété, appelée pyramidage, est susceptible d'augmenter la durabilité de la résistance, en rendant le contournement plus difficile.
- L'association dans une même variété résistance qualitative et quantitative assure une plus grande durabilité de la résistance (Brun et al., 2010).

Cette durabilité peut également être renforcée par l'alternance, dans le temps et dans l'espace, de variétés possédant des résistances quantitatives efficaces, avec une variété ayant une résistance spécifique efficace. Cela implique que tous les échelons (semenciers, distributeurs de variétés, conseillers, agriculteurs) adoptent une politique commune afin d'optimiser cette stratégie.

La recherche a établi trois points clés de la résistance génétique :

- 1) Choisir les sources de résistance en déterminant une composante de durabilité intrinsèque à chaque résistance, liée au mécanisme mis en jeu. On calcule le coût du contournement (fitness) de la résistance par un pathogène ;
- 2) Construire des génotypes résistants en combinant dans un même génotype plusieurs gènes à mécanismes de résistance différents ;
- 3) Gérer les variétés résistantes en les déployant intelligemment les variétés dans l'espace et dans le temps pour retarder le contournement de leur résistance.

Sur le terrain, il est primordial de combiner un ensemble de méthodes agronomiques, biologiques et chimiques et donc d'adapter les systèmes de culture voire de les re-concevoir. La protection intégrée ne peut se passer de la recherche en matière de génétique adaptée, mais la génétique ne peut se passer de la protection intégrée, car sa durabilité est une composante indispensable pour ne pas rentrer dans le cycle d'investissements à court terme qui ne sont pas efficaces.

La figure 2 montre que face à une approche traditionnelle (a) vouée rapidement à un contournement, deux grandes familles de stratégies doivent être déployées et si possible, combinées. A la combinaison de gènes par pyramidage (b), s'ajoutent des stratégies de diversification dans le temps et dans l'espace des gènes de résistance (c) avec dans certains cas l'introduction de mélanges variétaux (e). Les

maladies à dispersion éloignée telles que l'oïdium dont les spores parcourent de longues distances, nécessitent un raisonnement à une échelle régionale (d).

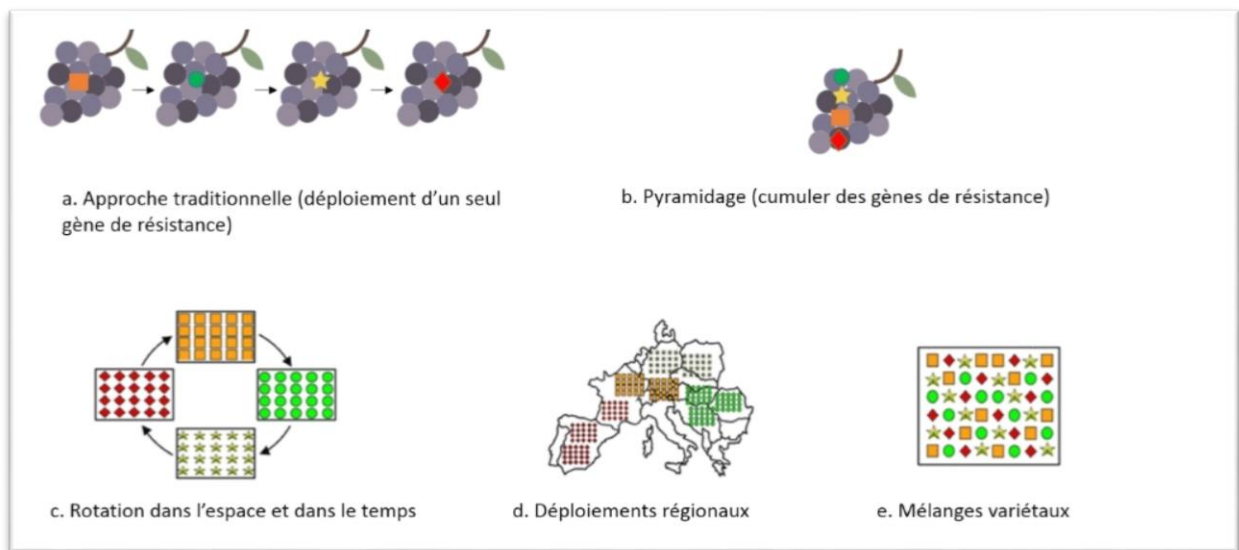


Figure 2 : Stratégies de déploiement des gènes de résistance d'après B.A.McDonald & C.Linde (2002)

On comprend ainsi la nécessité d'associer tous les acteurs de terrain à une échelle dépassant celle de l'exploitation.

6- Importance de la recherche



La nécessité de combiner les approches pour assurer la durabilité des résistances implique la mobilisation d'une palette très large de disciplines et de partenaires. L'action PRESUME (Plant Resistance Sustainable Management) du métaprogramme INRA SMACH, déjà présentée dans le focus n°4, vise à promouvoir les recherches sur la gestion durable des résistances variétales aux bioagresseurs.

Une [lettre d'information](#) émise par le réseau SMACH en décembre 2014 présentait les résultats préliminaires de l'action PRESUME pour la gestion durable de la résistance des plantes aux bioagresseurs.

Le [thème IV de Ecophyto Recherche](#) est centré sur cette problématique.

Le leitmotiv est donc de combiner les approches pour gagner en durabilité. La gestion durable de la résistance des plantes aux bioagresseurs exige d'associer l'utilisation de ces résistances avec des pratiques agronomiques appropriées et des traitements chimiques raisonnés. La recherche appliquée et les conseillers doivent co-construire des stratégies durables avec les producteurs dans un objectif de déploiement à large échelle.

Afin d'assurer cette durabilité, plusieurs stratégies s'envisagent d'une échelle microscopique (le gène) jusqu'à une échelle macroscopique (le territoire).

Pour exemple, [le projet Take Control](#) (Smach – Presume) cherche à prendre la main sur l'évolution des bioagresseurs. Il cherche à exploiter des gènes naturels qui, en affectant, par des mécanismes complémentaires, l'évolution du pathogène, ralentissent l'apparition de formes contournant la résistance. L'objectif est de protéger un gène de résistance majeur dans une nouvelle variété.

Le [projet GESTER](#) s'est intéressé à la gestion territoriale des résistances aux maladies en réponse aux nouvelles contraintes d'utilisation des pesticides en grande culture.

Il a permis :

- une analyse du lien entre la distribution des variétés et leur niveau de résistance au champ ;
- une exploration du lien entre la structure du paysage et l'évolution des parasites ;
- une élaboration de scénarios de gestion des variétés et des pratiques en co-construction avec les acteurs.

En conclusion il semble intéressant de considérer la gestion des résistances aux maladies à l'échelle du territoire. La manière dont les variétés et les techniques culturales sont réparties a un effet sur la durabilité de la résistance. Cela implique une organisation des acteurs à l'échelle territoriale qui n'existe pas ou peu à l'heure actuelle.

7- Études de cas pratiques

7-1) En grandes cultures



Deux exemples très différents vont être pris : le phoma du colza et le mildiou de la pomme de terre ;

Concernant le [phoma](#), l'objectif n'est pas de réduire les phytos mais d'assurer des solutions viables contre une maladie pour laquelle aucune solution chimique n'existe.

Le phoma est aujourd'hui principalement contrôlé par le recours à [des variétés résistantes](#). Néanmoins, [différents leviers agronomiques](#) peuvent également être mis en

œuvre pour limiter le développement de la maladie et contribuer à la durabilité des résistances génétiques. On peut citer :

- le travail du sol pour l'enfouissement des résidus de récolte et ainsi réduire l'inoculum ;
- une date de semis précoce afin de limiter le risque lié au stade précoce sensible ; malheureusement, cela renforce celui lié à des surfaces foliaires trop développées ;
- une densité de semis pas trop élevée.

Forts du constat que des souches de phoma virulentes vis-à-vis d'un gène de résistance spécifique sont dans l'incapacité d'attaquer des variétés comportant un autre gène de résistance spécifique lui-même contourné, les chercheurs du [projet K-Masstec](#) (Smach – Presume) tentent de trouver la stratégie la plus durable : utiliser ces deux gènes dans une même variété ou une année sur deux ? Pour répondre

à cette question il est nécessaire de comprendre au niveau moléculaire les mécanismes impliqués, essayer les stratégies au champ et modéliser le système.

[Le mildiou de la pomme de terre](#) pose de lourds problèmes de contrôle. Il est inutile de rappeler que cette maladie causa des famines importantes à la fin du XIX^{ème} siècle.

Aussi sa gestion est primordiale. Le développement de variétés résistantes à la maladie présente un intérêt agronomique évident. Economiquement, cela est plus compliqué à l'échelle d'une culture industrielle pour laquelle, les exigences des transformateurs en matière de caractéristiques variétales (caractères d'utilisation tels que le degré de délitement à la cuisson, la fermeté de leur chair et la farinosité) est très forte. Cette maladie est l'une des seules à avoir, à l'heure actuelle, fait l'objet d'[une action CEPP](#) afin de favoriser le déploiement de ces variétés.



Elles devront être accompagnées par d'autres mesures, principalement la [gestion des résidus de récolte](#) représentant des foyers initiaux de la maladie et la protection raisonnée à l'aide de [modèles épidémiologiques](#).

7-2) En viticulture : développement et déploiement des cépages résistants

Les deux maladies principales de la vigne sont le [mildiou](#) et l'[oïdium](#).

La principale stratégie de lutte est, jusqu'à présent, fondée sur la lutte chimique [optimisée à l'aide de modèles](#) et [matériels d'application adaptés](#).



La stratégie du [programme Resdur](#) de l'INRA lancé en 2000, et de la plupart des instituts de sélection européens, est basée sur une nouvelle voie, la création variétale. Ces programmes mobilisent actuellement un grand nombre de chercheurs. La durabilité des résistances sélectionnées est un point clef de la future implantation à grande échelle de ces cépages résistants aux deux principales

maladies de la vigne.

De plus, leur utilisation va modifier en profondeur non seulement les objectifs, mais aussi les méthodes de protection. Ces systèmes de culture devront à la fois compléter l'efficacité partielle des gènes de résistance (notamment pour le mildiou), garantir leur durabilité, tout en maîtrisant les maladies et ravageurs non ciblés par le contrôle génétique.

En pratique, il s'agira de maîtriser les populations des pathogènes visés par la résistance (mildiou, oïdium), ainsi que les autres pathogènes qui pourraient apparaître. Un essai mené par l'INRA de Bordeaux depuis 2011 a vu l'émergence de maladies fongiques secondaires habituellement maîtrisées

par les fongicides. La plupart n'engendre que des dégâts mineurs ([anthracnose](#)), mais d'autres mériteraient des stratégies de protection adaptées ([black-rot](#), [botrytis](#)).

[Panoramix](#), pour « Conception et valorisation de systèmes viticoles durables combinant variétés résistantes aux maladies et méthodes de protection complémentaires », associe quatre domaines de compétences de l'Inra : génétique, épidémiologie, agronomie et socio-économie. Le projet porte sur le déploiement des nouveaux cépages résistants à l'oïdium et au mildiou, susceptibles de permettre une réduction significative de l'usage des fongicides en viticulture.

La mise en place d'un système de surveillance national, dénommé [Oscar](#), a pour objectif de sécuriser le déploiement des cépages résistants en France. Fort d'un réseau de suivi national, les objectifs de l'observatoire sont pluriels :

- Surveiller l'évolution des populations des agents pathogènes ciblés par les gènes de résistances grâce à la collecte régulière d'isolats de mildiou et d'oïdium sur le dispositif ;
- Détecter l'apparition de contournements, et l'apparition éventuelle de nouvelles problématiques sanitaires ;
- Identifier des systèmes de cultures adaptés.

Afin de favoriser l'acceptation de ces nouveaux cépages, la recherche et l'expérimentation produisent une documentation de plus en plus importante.

Un [guide des cépages résistants](#) a été élaboré en 2013 par le groupe ICV et apporte de nombreuses informations sur ces nouveaux cépages. Chacun est décrit : Généalogie, statut réglementaire, surface et aire de diffusion, degré de résistance aux maladies (mildiou, oïdium, botrytis), aptitudes agronomiques, phénologies, potentiel œnologique. Les éléments de ce guide ont été repris et complétés par l'Observatoire National du Déploiement des Cépages Résistants, qui présente sur son site des [fiches récapitulatives des cépages résistants](#) suivis au sein du programme Oscar, dont les 4 dernières variétés développées par l'INRA, résistantes totalement à l'oïdium et présentant une résistance élevée au mildiou.



Le réseau DEPHY EXPE a implanté des cépages résistants sur certains de ces sites (stations INRA de Bordeaux et Colmar). Un [focus thématique](#) montre que les résultats obtenus depuis 2013 à Bordeaux offrent une très bonne maîtrise du mildiou et de l'oïdium, largement supérieure à celle enregistrée sur les autres systèmes bas-intrants. Même si les variétés mises en œuvre sur ces dispositifs possèdent plusieurs gènes de résistance, des traitements fongicides complémentaires peuvent être nécessaires afin d'augmenter la durabilité de ceux-ci. D'autres leviers innovants peuvent également être mobilisés afin d'atteindre cet objectif de durabilité des systèmes : modification de l'architecture de la plante, biocontrôle, lutte physique.

En complément, [la fiche système](#) montre que des problématiques jugées secondaires sur un système conventionnel se sont développées en l'absence de traitements fongicides :

- le black-rot s'est rapidement développé ;
- l'apparition ponctuelle d'anthracnose ;
- la présence régulière d'[érinose](#) sur les grappes.

Une journée « [Révolution variétale en vigne](#) » organisée par l'Académie d'Agriculture de France a eu lieu en mai 2018 et complète parfaitement ce dossier.

Trois exposés présentant un intérêt technique mais aussi réglementaire, sont accessibles sur EcophytoPIC :

- Création de variétés de vigne résistantes au mildiou et à l'oïdium, en France et en Europe ;
- Comment accompagner le déploiement des nouvelles variétés de vigne résistantes au mildiou et à l'oïdium ;
- Contexte réglementaire de la diffusion des nouvelles variétés de vigne résistantes au mildiou et à l'oïdium.

7-3) En arboriculture : Lutte contre la tavelure du pommier



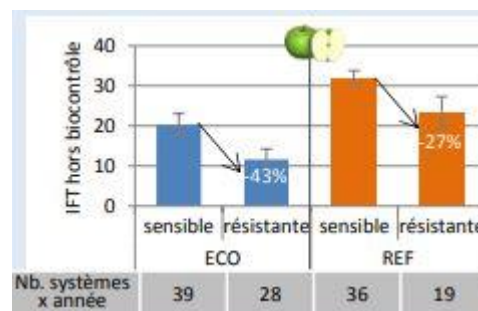
La lutte chimique contre la [tavelure du pommier](#) génère 50% environ de l'IFT sur pomme dont la moyenne nationale sur la culture est supérieure à 35.

Une [fiche SCEP DEPHY](#) de la région Occitanie témoigne, qu'à l'heure actuelle, seul le contrôle génétique, avec des variétés résistantes ou tolérantes, permet de réduire significativement l'IFT sur cette maladie. D'où l'intérêt de ce type de systèmes de culture, qu'ils soient conduits en PFI (Production Fruitière Intégrée) comme celui-ci ou en agriculture biologique. Par contre, toutes les variétés résistantes à la tavelure disponibles actuellement sont de type monogénique, avec un risque fort de contournement de cette résistance. L'augmentation de surfaces plantées avec ce type de variétés risque d'exercer une pression de sélection sur ces souches de tavelure et des cas de contournement sont déjà observés dans différents bassins de production. De plus, l'acceptation de ces nouvelles variétés par les "circuits longs" de distribution prend du temps comme en témoigne le cas de la variété Ariane. Aujourd'hui, ce type de variétés semble plus adapté aux circuits courts et à l'agriculture biologique. Le développement à grande échelle de ce type de systèmes de culture, basé sur le contrôle génétique, en circuit long, suppose la disponibilité de variétés à résistance durable (polygéniques), agronomiquement et commercialement performantes. La plupart des programmes d'hybridation œuvrent dans ce sens.

Une [fiche trajectoire DEPHY](#) de la région Occitanie précise qu'une résistance à la tavelure est un levier de réduction qui permet en moyenne une réduction d'usage de 25 à 35% d'IFT, selon les producteurs et selon les années. La variété Ariane plantée en 2008, permet aux producteurs de réaliser moins de traitements fongicides et d'intervenir moins souvent sur ces parcelles en pente, difficiles d'accès. Ils obtiennent 10 points d'IFT en moins par rapport aux autres systèmes de culture du réseau Dephy, avec des variétés sensibles. Quelques traitements fongicides sont réalisés sur les gros pics de contamination, pour éviter le contournement de la résistance par le champignon. La variété Ariane est cependant plus sensible à l'oïdium et aux pucerons cendrés que d'autres variétés. Il faut donc être vigilant sur ces points et l'avoir en réflexion lors de son implantation. Malgré de bons rendements et une bonne qualité gustative, les arboriculteurs ne la trouvent pas assez intéressante économiquement. En effet, les prix de vente de la variété ne donnent pas satisfaction certaines années. A nouveau, il est évoqué que la résistance de la variété s'appuie sur un seul gène. Elle peut donc être contournée rapidement et la plantation de variétés résistantes à grande échelle pourrait aussi accélérer le contournement de cette résistance. Ces données compliquent donc l'augmentation de la surface plantée sur une exploitation.

Enfin, un zoom sur l'IFT et résistance dans la [synthèse DEPHY Expé Arboriculture](#) (figure3) montre que dans les projets sur la pomme (BioREco et EXPE Ecophyto Pomme), on peut constater que des variétés résistantes permettent de diminuer l'IFT de 27 à 43% soit d'une dizaine de points d'IFT environ. Cette résistance est toutefois contournée sur 2 systèmes de culture expérimentés.

Figure 3 : Comparaison des IFT sur pommier dans 2 systèmes DEPHY Expé avec 2 types de variétés



Le [projet Aramis](#) souhaite proposer, à terme, des variétés de pommiers portant des combinaisons de gènes de résistance qui limitent l'adaptation du champignon responsable de la tavelure. Pour atteindre cet objectif, ce projet cherche à comprendre comment fonctionnent certains gènes de résistance et comment le champignon s'adapte à ces divers mécanismes de résistance. Car sur cette espèce pérenne, et contre cette maladie entraînant actuellement de nombreuses interventions chimiques, l'enjeu de durabilité de la résistance variétale s'avère particulièrement important.

7-4) En cultures légumières : Lutte contre les nématodes

Les [nématodes à galles](#) sont des ravageurs très polyphages puisqu'ils s'attaquent aux plantes de familles très importantes chez les légumes telles que les solanacées, les cucurbitacées et les astéracées entre autres.

Ils sont présents dans de nombreux sols maraîchers et la plupart des nématicides ont été retirés du commerce. Aussi, la lutte génétique présente un intérêt primordial.



Le [projet LactuMel](#) a eu pour objectif de développer des variétés de laitue résistantes aux nématodes du genre *Meloidogyne*, responsables de développement de galles.

Gérer de manière durable les problèmes de nématodes à galles en cultures maraîchères en préservant les résistances variétales sur le long terme : tel est l'objectif du [projet Gedunem](#). Il évalue des stratégies de gestion fondées sur la combinaison de résistances génétiques et de pratiques culturales diversifiées, afin de proposer aux maraîchers des systèmes culturaux pluriannuels compatibles avec leurs contraintes de terrain. Chercheurs, expérimentateurs, producteurs et structures de développement se mobilisent.

Le [projet GEDUBAT](#) (DEPHY Expé), "Innovations techniques et variétales pour une gestion durable des bioagresseurs telluriques dans les systèmes maraichers sous abris" avait pour objectif de pouvoir proposer aux producteurs des systèmes de culture combinant des pratiques améliorantes pour la gestion des bioagresseurs (champignons et/ou nématodes à galles) et permettant de diminuer l'IFT.

Il a été déployé sur 6 sites et les résultats de cette expérimentation sont désormais disponibles, notamment par la description des systèmes et de leurs caractéristiques, atouts et limites dans les fiches systèmes.

8- Conclusion

Protection intégrée, résistance variétale et durabilité des résistances sont totalement indissociables. Gage que les recherches menées par l'INRA, les expérimentations des Instituts techniques et du Réseau DEPHY, apporte des recommandations pratiques afin de permettre l'utilisation efficace dans le temps et dans l'espace de variétés qui permettent de réduire de manière conséquente l'utilisation de pesticides, principalement fongicides.

L'ensemble de ces recherches et expérimentations doivent ainsi amener à réfléchir sur la conception de nouveaux systèmes de culture, incluant les ressources génétiques associés aux mesures agronomiques prophylactiques et à une gestion raisonnée des bioagresseurs.

EcophytoPIC poursuivra son travail de récolte d'information à ce sujet et vous fournira des exemples concrets de mise en œuvre de stratégies assurant cette durabilité.