Visite de l'OPECST, 9 septembre 2016

Fiche 1. La problématique des résistances aux maladies et de la gestion durable des résistances

Fiche 2. Les gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium de la vigne au sein des Vitis et des genres apparentés (2016)

Fiche 3. La création française de matériels génétiques améliorés pour la résistance au mildiou et à l'oïdium (Resdur et Bouquet) (2016)

Fiche 4. Le paysage des variétés européennes : quels gènes et quel déploiement ? (2016)

Fiche 5. Observatoire national du déploiement des cépages résistants (OsCaR)

Fiche 9. La sélection conservatrice et la problématique sanitaire chez la vigne

Fiche 10. Cadre réglementaire relatif à l'inscription et au classement des variétés de vigne de cuve

Fiche 1 : La problématique des résistances aux maladies et de la gestion durable des résistances

Rédaction: Carole Caranta, INRA, Département de Biologie et Amélioration des Plantes; **Didier Merdinoglu**, UMR Santé de la Vigne et Qualité du Vin, INRA, Centre de Colmar ; **François Delmotte**, **Laurent Delière**, UMR Santé et Agroécologie du Vignoble, INRA, Centre de Bordeaux.

La gestion durable des résistances aux agents pathogènes est incontournable pour assurer la pérennité des variétés résistantes

La présence de gènes de résistance permet de limiter, retarder ou empêcher le déroulement du cycle d'infection de l'agent pathogène ou du ravageur dans la plante. Ainsi, l'utilisation des gènes de résistance dans les variétés est un moyen efficace de protection des cultures. **Leur utilisation s'est accrue avec l'exigence sociétale croissante du respect de l'environnement et l'objectif de diminution de l'usage des pesticides.**
Néanmoins, contrairement à la stabilité observée pour la plupart des autres caractères d'intérêt agronomiques, le contrôle des maladies obtenu à l'aide de gènes de résistance peut subir, au cours du temps, une perte d'efficacité. **Cette perte d'efficacité, également appelée « contournement des résistances » ou « érosion », est liée à l'apparition de souches d'agents pathogènes capables d'infecter des cultivars initialement résistants.**
Les gènes de résistance disponibles dans les ressources génétiques constituent une **ressource limitée** et la prospection d'espèces sauvages, sources potentielles de nouveaux gènes de résistance, est rendue plus complexe par la mise en œuvre des traités sur la biodiversité. **Il est donc indispensable de définir des règles d'exploitation des sources de résistance à notre disposition afin de maximiser leur efficacité et leur durée d'utilisation.** Cet enjeu est particulièrement important pour les espèces pérennes et pour les espèces où le réservoir de gènes de résistance à un pathogène donné est limité.

Caractéristiques des gènes de résistance et paramètres d'estimation de leur durabilité

La résistance d'une plante à un agent pathogène peut être qualifiée par 3 critères indépendants s'inscrivant chacun dans un continuum : le nombre de gènes contrôlant la résistance (un seul à plusieurs), le niveau de résistance (partielle à totale) et le spectre d'action de la résistance (efficace vis-à-vis d'un nombre limité de races de l'agent pathogène ou étendu à la plupart des races).
Concernant la durabilité des résistance, **une résistance est dite durable « lorsqu'elle reste efficace dans une variété cultivées sur de grandes surfaces, pendant une longue période de temps, et dans des conditions favorables au développement de la maladie » (***Johnson, 1981***).** La durabilité des résistances aux agents pathogènes est conditionnée par de nombreux facteurs : la plante (gènes de résistance, combinaison de gènes), les caractéristiques de l'agent pathogène (taille des populations, système de reproduction, coût de la vitrulence, etc.), le peuplement cultural (variété, associations de variétés), l'agrosystème (gestion spatio-temporelle des variétés, pratiques culturales et itinéraires techniques).

Promouvoir une gestion durable des résistances implique de maîtriser les pressions de sélection exercées par les gènes de résistance sur les agents pathogènes

En pratique, l'enjeu majeur pour gérer durablement les résistances déployées dans les variétés est de maîtriser les pressions de sélection exercées par les gènes de résistance sur les bioagresseurs.

Dans ce cadre, les recherches conduites par les généticiens, les pathologistes et les agronomes ont pour **but de proposer des variétés et des modes de conduites associés limitant l'émergence et la diffusion de souches virulentes de l'agent pathogène**. Une stratégie de déploiement visant à

préserver la durabilité des résistances **suppose également une cohérence dans les choix des différents acteurs**.

Concernant les variétés, **la stratégie dite de pyramidage**, consistant à associer plusieurs facteurs génétiques dans une même variété, **permet d'augmenter très sensiblement la durabilité de la résistance, et ce quelque soit le type d'agents pathogènes considéré** (e.g., virus, bactéries, champignons, nématodes..). En effet, certains gènes de résistance, contournés dans un fond génétique sensible, voient leur durabilité fortement augmentée dans un fond génétique partiellement résistant (*Palloix et al., 2009 ; Brun et al., 2010 ; Quenouille et al., 2013 ; Quenouille et al., 2014*). Par ailleurs, la durabilité apparaît être fonction des propriétés intrinsèques des différents gènes mais aussi de leur combinaison. Un sélectionneur aura, *a priori*, avantage à cumuler des gènes à large spectre d'action (généralistes), plutôt que des gènes à spectre d'action étroit (spécifiques) et à combiner des mécanismes différents (e.g., agissant à différentes étapes du cycle infectieux de l'agent pathogène). **Le pyramidage tout en augmentant le niveau et la durabilité des résistances, doit être combiné à des pratiques pour maximiser l'atteinte des objectifs. Par ailleurs cette stratégie fonctionne d'autant mieux si les gènes de résistance pyramidés n'ont pas été utilisé antérieurement et les pathogènes virulents (capable de contourner les résistances) ne pré-existent pas dans les populations naturelles.**

D'autres travaux, basés sur des approches expérimentales et/ou de modélisation, ont **comparé différentes stratégies de déploiement des résistances** afin de limiter leur contournement : le pyramidage de gènes de résistance dans une variété, l'alternance de la culture de variétés présentant différents gènes de résistance (rotation), ou encore le mélange de variétés présentant différents gènes ou de variétés résistantes et sensibles, à l'échelle d'une parcelle ou d'une région (Djian-Caporalino et al., 2014 ; Fabre et al., 2012 ; Fabre et al., 2015). **Cette question est essentielle car la manière dont ces gènes seront déployés au champ aura un impact direct sur le potentiel adaptatif des bio agresseurs et donc sur leur durabilité** (McDonald et Linde 2002, Sapoukhina et al. 2009). Le choix des leviers optimum dépend du couple plante-pathogène ou du cortège de pathogènes concernés, de la ressource en gènes de résistance et des fonds génétiques disponibles, et en particulier des caractéristiques biologiques de l'agent pathogène (taille des populations, les flux de gènes et les systèmes de reproduction) qui, ensemble, déterminent son potentiel évolutif. L'identification des meilleures stratégies doit mobiliser autant que possible les approches de modélisation, dans le temps et dans l'espace, car le test expérimental de tous les scénarios sous les différentes conditions pédoclimatiques n'est pas envisageable.

Plus généralement, **les pratiques agronomiques** visant à contrôler un pathogène donné telles que les méthodes prophylactiques, la lutte chimique ou biologique peuvent, en théorie, être combinées afin d'augmenter la durabilité des gènes de résistance (Ratnadass et al. 2012). Cependant, il n'existe pas à notre connaissance de données expérimentales permettant d'appuyer cette hypothèse. Ceci nécessite en effet des dispositifs spécifiques de longue durée et à large échelle qui sont couteux à mettre en place et à suivre (*Voir Fiche Observatoire du déploiement des cépages résistants*).

Etat des connaissances chez la vigne

La protection contre les agents pathogènes, ravageurs et vecteurs de maladies de la vigne est actuellement essentiellement réalisée par des moyens de lutte chimique, la viticulture se situant au second rang sur le marché des produits phytosanitaires après les céréales (**20% des pesticides utilisés pour 3% des surfaces agricoles**). L'un des enjeux majeurs pour la viticulture française, est donc la maîtrise des applications de produits phytosanitaires, tout en maintenant une haute exigence sur la qualité du produit. La réduction de l'usage des produits phytosanitaires dans la culture de la vigne répond à l'enjeu de la protection de l'environnement (qualité de l'eau et des sols, biodiversité), mais également à ceux de la compétitivité de la filière, de la santé humaine et, plus généralement, du développement durable.

- **Les gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium chez la vigne** : *Voir Fiche Les gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium au sein des Vitis et genres apparentés*

- **Contournement et érosion des gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium**

Nous disposons aujourd'hui de très peu de données pour prédire le potentiel évolutif de l'oïdium et du mildiou de la vigne face au futur déploiement des résistances de la vigne. **Dans leur bassin d'origine (Amérique du Nord), l'oïdium et le mildiou de la vigne sont tous deux capables d'infecter une large gamme d'espèces de *Vitis* spp.** (Brewer et al. 2010 ; Frenkel et al. 2010 ; Rouxel et al. 2013, 2014). Les populations européennes des deux pathogènes ont subi un fort goulet d'étranglement à l'introduction et présentent une faible diversité génétique par rapport aux populations américaines (Chen et al. 2007 ; Frenkel et al. 2011 ; Rouxel et al. 2012 ; Fontaine et al. 2014). Rouxel et al (2013) a également montré l'existence de plusieurs espèces cryptiques de *P. viticola* aux Etats-Unis (Rouxel et al. 2013 ; 2014), une seule espèce ayant été introduite en Europe. **Une incertitude demeure donc sur les conséquences engendrées par de nouvelles introductions de l'oïdium et du mildiou en Europe**. **Plusieurs cas avérés d'érosion de gènes de résistance ont été documentés pour le mildiou et l'oïdium** (présentés dans le tableau 1 ci-dessous).

Article / Etude	QTL	Cépage inoculé	Isolats testés	Résultat
le la vigne				
Peressotti et al. 2010	Rpv3	Bianca	1 isolat collecté sur **Bianca en République Tchèque**	**contournement** de Bianca
Delmotte et al. 2014	Rpv3	Regent	17 isolats sur **Regent en France, Allemagne et Hongrie** (2008, 2010)	**érosion** importante de Regent
	Rpv1	Mtp-3082-1-42	3 isolats sur Rv4 Bouquet et 13 sur descendants RESDUR portant Rpv1 (2008)	**pas d'érosion** observée
Delmas et al. 2016	Rpv3, Rpv10	Regent, Prior, Bronner	54 isolats sur **différents cépages résistants en Allemagne et en Suisse** (2012)	**érosion** : augmentation de 7% à 26% de la sporulation sur les cépages résistants
e la vigne				
Delmotte et al., KBBE Innovine, non publié	Ren3	Regent, Solaris	27 isolats prélevés sur **différents cépages résistants en Suisse et en Allemagne** (2013)	**érosion** : augmentation de 50% de l'efficacité d'infection et de la taille des colonies sur les cépages résistants
Feechan et al. 2013, Fechan et al. 2016	Run1	vignes transgéniques	1 isolat collecté sur Muscadine (Géorgie, USA), 2 isolats collectés dans l'état de NY (USA) et 2 isolats collectés à Geneva sur des vignes portant Run1 (NY, USA)	Sur les génotypes portant Run1 : les 4 isolats de NY font plus ou moins de ramifications secondaires mais ils ne sprorulent pas. Les isolats collectés à Geneva (sur des plantes Run1) présentent un dévelopement mycélien intermédiaire plus important que les autres isolats de NY. Finalement, **l'isolat issu de la muscadine est le seul à controuner Run1 : il produit plus de colonies que les autres, se développe et réussi à sporuler (modérément).**

- **Données sur le pyramidage des gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium**

En dehors de l'effet attendu sur la durabilité de la résistance, **le pyramidage de gènes peut avoir un effet direct sur le niveau de protection conférée vis à vis du pathogène**. Par exemple, dans un expérience menée sur l'oïdium, un effet additif de l'association des gènes *Run1* et *Ren2*, comparée à *Run1* ou *Ren2* seul, est observé sur la résistance (impact sur la formation des colonies) et ce, quelque soit l'agressivité de la souche utilisée (Feechan et al 2015). En revanche, cette association ne semble pas offrir une résistance significativement supérieure aux gènes seuls vis à vis d'une souche d'oïdium Musc4 contournant la résistance *Run1.*

- **Systèmes de culture basés sur des cépages résistants**

Avec l'arrivée des cépages résistants, la question de leur intégration dans les systèmes de culture se pose. En effet, 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), et prendre en compte la durabilité de ces résistances et la maîtrise des maladies et ravageurs non ciblés par les gènes de résistance. La conception des systèmes de culture basés sur les cépages résistants fait l'objet d'un projet financé par le Métaprogramme INRA SMaCH (Sustainable Management of Crop Health, Projet PANORAMIX).

Fiche 2 : Les gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium de la vigne au sein des Vitis et des genres apparentés

Rédaction : Didier Merdinoglu, UMR Santé de la Vigne et Qualité du Vin, INRA, Centre de Colmar **;** **François Delmotte**, UMR Santé et Agroécologie du Vignoble, INRA, Centre de Bordeaux.

Même s'il est maintenant bien admis que la création de variétés de vigne résistantes constitue une voie majeure pour répondre à l'enjeu que constitue le contrôle des maladies et ravageurs, les variétés traditionnelles de vigne cultivée d'origine européenne (*Vitis vinifera*) sont dans leur grande majorité sensibles au mildiou et à l'oïdium.

En revanche, plusieurs sources naturelles présentant une résistance au mildiou et à l'oïdium ont été identifiées dès la fin du XIXème siècle et le début du XXème siècle chez des espèces de *Vitis* d'origine américaine, comme *V. rupestris, V. lincecumi ou V. berlandieri*. Des croisements complexes entre des vignes américaines et les cépages européens ont été réalisés dans l'objectif d'obtenir de nouvelles variétés, résistantes à la fois à l'oïdium, au mildiou et phylloxéra, trois maladies importées des Etats-Unis d'Amérique. Les recherches développées au cours du XXème siècle ont permis de compléter l'inventaire des sources de résistance en y ajoutant de nouvelles espèces de *Vitis* américaines mais également des espèces de *Vitis* d'origine asiatique, parmi lesquelles *V. amurensis*, et une espèce appartenant à un genre apparenté au genre *Vitis*, *Muscadinia rotundifolia.* Ces espèces sont inter-fertiles avec la vigne cultivée mais à des niveaux variables, les hybrides de première génération entre *M. rotundifolia* et *V. vinifera* étant particulièrement difficile à obtenir.

Depuis le début du XXIème siècle, les recherches visant à connaître le déterminisme génétique de ces résistances se multiplient, les principales questions étant le nombre de gènes de résistance en jeu, leur localisation chromosomique, le niveau de résistance conféré, leur spécificité et leur nature moléculaire. Ces travaux utilisent comme matériel végétal soit directement les espèces sauvages sources de la résistance, soit des variétés résistantes ayant, pour la plupart, probablement hérités de facteurs de résistance des espèces sauvages faisant partie de leur ascendance.

Les facteurs de résistance au mildiou ont été nommés *Rpv*, pour résistance à *Plasmopara viticola*, l'agent causal du mildiou de la vigne. Les facteurs identifiés à ce jour sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Locus	Origine de la résistance	Localisation chromosomique	Niveau de résistance	Référence
*Rpv1**	*M. rotundifolia*	12	Partielle élevée	Merdinoglu et al 2003
*Rpv2***	*M. rotundifolia*	18	Totale	Wiedemann-Merdinoglu et al 2006
*Rpv3**	*V. rupestris*	18	Partielle	Bellin et al 2009, Welter et al 2007
Rpv4	*Vitis* américain	4	Partielle faible	Welter et al 2007
Rpv5	*V. riparia*	9	Partielle faible	Marguerit et al 2009
Rpv6	*V. riparia*	12	Partielle faible	Marguerit et al 2009
Rpv7	*Vitis* américain	7	Partielle faible	Bellin et al 2009
*Rpv8***	*V. amurensis*	14	Partielle élevée	Blasi et al 2011
Rpv9	*V. riparia*	7	Partielle faible	Moreira et al 2011
*Rpv10**	*V. amurensis*	9	Partielle élevée	Schwander et al 2011
Rpv11	*Vitis* américain	5	Partielle faible	Fischer et al 2004
*Rpv12**	*V. amurensis*	14	Partielle élevée	Venuti et al 2013
Rpv13	*V. riparia*	12	Partielle faible	Moreira et al 2011
Rpv14	*V. cinerea*	5	Non déterminé	Ochssner et al 2016

*connus pour être effectivement utilisés dans les programmes européens en sélection assistée par marqueurs ou ** spécifiques des programmes de sélection Inra

Pour la plupart, les facteurs identifiés à ce jour confèrent à la vigne qu'une résistance partielle au mildiou, mais parfois très élevée, hormis *Rpv2* qui apporte une résistance totale dans le contexte génétique de l'étude. Ils ont pour origine deux espèces d'origine asiatique (*V. amurensis* et *V. piasezkii*) et au moins quatre espèces d'origine américaine (*V. rupestris, V. riparia, V. cinerea* et *M. rotundifolia*) mais on ne peut exclure que certaines autres soient concernées. Les chromosomes 12 et 18 sont les mieux pourvus. Alors que *Rpv8 et Rpv12* constituent probablement deux formes du même gène (dites "allèles"), *Rpv2* et *Rpv3* sont clairement distincts bien que situés dans la même région du chromosome 18.

Les facteurs de résistance à l'oïdium ont été, quant à eux, nommés *Run* pour résistance à *Uncinula necator* puis *Ren* pour résistance à *Erysiphe necator*, les taxonomistes ayant changé le nom de l'oïdium de la vigne entre temps. Les facteurs identifiés à ce jour sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Locus	Origine de la résistance	Localisation chromosomique	Niveau de résistance	Référence
*Run1**	*M. rotundifolia*	12	Totale	Pauquet et al 2001
Run 2.1	*M. rotundifolia*	18	Partielle	Riaz et al 2011
*Run 2.2***	*M. rotundifolia*	18	Partielle	Riaz et al 2011
*Ren1**	*Vitis vinifera*	13	Partielle	Hoffmann et al 2008
Ren2	*Vitis cinerea*	14	Partielle	Dalbo et al 2001
*Ren3**	*Vitis* américain	15	Partielle	Welter et al 2007
Ren4	*Vitis romanetii*	18	Partielle	Riaz et al 2011
Ren5	*M. rotundifolia*	14	Totale	Blanc et al 2012
Ren6	*V. piasezkii*	9	Totale	Pap et al 2016
Ren7	*V. piasezkii*	19	Partielle	Pap et al 2016
Ren8	*Vitis* américain	18	Partielle	Zyprian et al 2016

*connus pour être effectivement utilisés dans les programmes européens en sélection assistée par marqueurs ou ** spécifiques des programmes de sélection Inra

De même que pour la résistance au mildiou, les facteurs de résistance à l'oïdium ont pour origine les compartiments des *Vitis* américains, asiatiques et *M. rotundifolia*. Concernant leur localisation, le chromosome 18 est le mieux pourvu, les trois facteurs *Run 2.1 Run 2.2, Ren4* et *Ren8* étant situés dans la même région.

Ces espèces constituent ainsi un réservoir de ressources génétiques important pour améliorer la vigne cultivée pour sa résistance aux bio-agresseurs. La connaissance du génome de la vigne permet d'observer que les facteurs de résistance aujourd'hui identifiés sont situés dans des régions riches en analogues de gènes de résistance de type NBS-LRR (gène R). Ces gènes, constituant une famille de plus de 800 membres chez la vigne, ne sont pas répartis aléatoirement sur le génome mais regroupés dans des régions appelés clusters. Le clonage de *Rpv1* et *Run1* (Feechan et al 2013) a permis de confirmer ces observations qui permettent en partie d'expliquer pourquoi des facteurs de résistance, y compris vis à vis de différents pathogènes ou identifiés dans des sources distinctes, peuvent être très proches sur le génome.

Un premier **cas de contournement du facteur de résistance** au mildiou *Rpv3* par une souche appelée Lednice a été décrit en Europe chez le cultivar résistant 'Bianca' (Peressotti et al, 2010). Par ailleurs, des infections naturelles d'oïdium ont été décrites en Amérique du Nord sur des plantes porteuses du locus de résistance à l'oïdium *Run1* (Cadle-Davidson et al, 2011) et le contournement de *Run1* par

une souche d'oïdium Mus4 a été confirmé par des expériences utilisant des plantes portant *Run1* transgéniques (Feechan et al 2013) ou issues de croisements (Feechan et al 2015).

Même si ces gènes paraissent plutôt nombreux, ils constituent un patrimoine fragile, leur efficacité, et donc leur utilité, étant soumises aux risques d'évolution des populations de pathogènes. Par ailleurs, tous ne sont, de loin, pas utilisés ou utilisables en sélection, par exemple, du fait de leur effet trop faible, ou ne s'exprimant que dans un contexte génétique particulier, ou encore n'étant aujourd'hui disponible que dans un fond génétique sauvage, porteur de non-qualité. Il apparait essentiel de préserver ce patrimoine commun à travers une utilisation et un déploiement dans les variétés, puis une gestion à l'échelle du vignoble, guidés par les principes d'une gestion durable qui mettent en œuvre, notamment, l'association dans une même obtention de plusieurs gènes de résistance vis à vis d'un pathogène, stratégie appelée pyramidage. Hormis la ressource rare que constituent les gènes de résistance, **leur passage du fond génétique sauvage d'origine à un fond génétique cultivé nécessite 5 à 7 générations, soit de 5 à 20 ans d'effort selon la réussite des croisements et la fertilité des descendants. La sélection assistée par marqueur permettant de suivre la transmission et le pyramidage de gènes de résistance dans les descendances à l'aide de marqueurs moléculaires qui leur sont liés est un levier important de cette stratégie.**

Fiche 3 : La création française de matériels génétiques améliorés pour la résistance au mildiou et à l'oïdium (Resdur et Bouquet)

Rédaction : **Christophe Schneider**, UMR Santé de la Vigne et Qualité du Vin, INRA, Centre de Colmar

En France, l'amélioration de la vigne pour la résistance au mildiou et à l'oïdium est conduite aujourd'hui par l'INRA, en partenariat avec l'IFV depuis 2012. Au début du XXe siècle pourtant, une vingtaine d'hybrideurs français poursuivait déjà cet objectif et réalisa un travail considérable de création variétale, en utilisant les espèces américaines du genre *Vitis* comme sources de résistance. Mais le classement instauré en 1955 ne retint que 20 cépages "hybrides" parmi plusieurs centaines diffusés à l'époque, en limitant leur utilisation à la production de vin de table, principalement en raison de la qualité insuffisante des vins, à l'exception notable du Baco blanc utilisé pour la production d'Armagnac. Cela s'est traduit par l'élimination progressive de ces hybrides de l'encépagement français, au sein duquel ils représentent moins de 1% aujourd'hui.

A partir de 1974, l'INRA a développé un programme visant, par voie conventionnelle, à incorporer dans la vigne européenne (*Vitis vinifera*) des facteurs de résistance originaux, portés par *Muscadinia rotundifolia* (Bouquet, 1980, 1983). Cette espèce sauvage et cultivée dans le Sud-Est des Etats-Unis fut retenue en raison de sa résistance très élevée, voire totale, à l'oïdium et au mildiou, et ce malgré les difficultés à la croiser avec les autres espèces de *Vitis*. Ce programme a abouti, après 25 ans d'effort, à toute une série de génotypes communément appelés "Bouquet", dont les plus importants sont présentés ci-après.

A partir de 2000, l'INRA a engagé un programme de création variétale axé sur le couplage des résistances portées par le matériel "Bouquet" avec celles provenant d'autres compartiments botaniques, incluant des espèces sauvages qui ont été confrontées au mildiou et à l'oïdium dans leur habitat naturel (*Vitis* américains) ou non (*Vitis* asiatiques). Ce couplage de résistances, qualifié de pyramidage, a été réalisé par voie de croisements, et a pour but de conforter la durabilité des résistances (Bouquet, 2000). Le matériel généré par ce programme, communément désigné "Resdur", est également présenté ci-dessous.

Le matériel génétique "Bouquet"

L'incorporation des facteurs de résistance a été réalisée en procédant à des re-croisements successifs avec des cépages de *V. vinifera*, à partir d'un hybride F1 (NC 6-15) obtenu aux Etats-Unis au début du XXe siècle (Bouquet, 2000). Ce procédé permet d'éliminer en moyenne la moitié du génome sauvage résiduel à chaque génération, hormis la fraction porteuse des résistances, jusqu'à aboutir à des génotypes qui combinent résistance et caractères positifs de la vigne européenne. Dans la descendance issue du 5ème re-croisement (BC5) par exemple, la part du génome provenant de l'espèce sauvage représente moins de 2%. Les analyses génétiques de l'INRA ont établi que le matériel ainsi obtenu porte un gène de résistance à l'oïdium (*Run1*, Pauquet et al. (2001)) et un gène de résistance au mildiou (*Rpv1*, Merdinoglu et al. (2003)), qui sont situés, dans ce cas particulier, à très petite distance sur un même segment chromosomique. Parmi la centaine d'obtentions "Bouquet" conservées à l'INRA, les plus importantes sont présentées dans le tableau qui suit, selon leur usage potentiel :

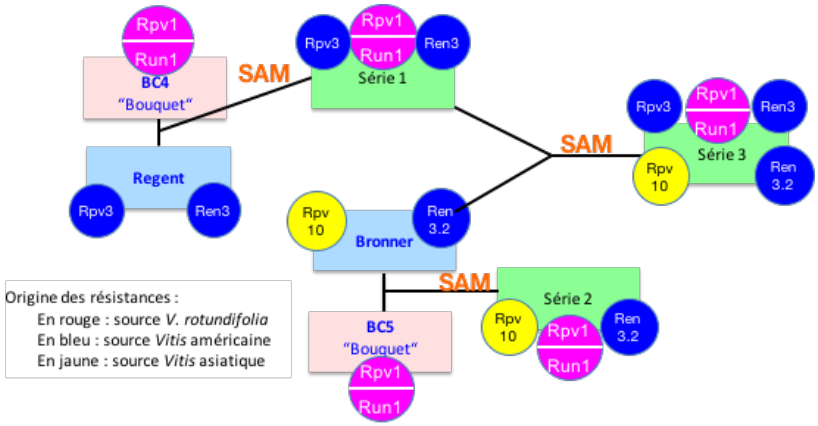
Usage	Parent *vinifera* de l'obtention	Obtention BC4 ou BC5	Dispositifs d'expérimentation
Jus de raisin	Muscat de Hambourg Alphonse Lavallée Madina	3197-424 (G3) 3181-4-10 (G4) 3199-50 (G18)	Valeur Agronomique Technologique et Environnementale (VATE) déposés en 2016 pour inscription
Cuve	Grenache	3176-21-11 (*) 3179-90-7 (*)	Viti-viniculture INRA Pech Rouge Essais petite échelle CA Lang.-Rouss.

	Fer	3160-12-3 (*)	Viti-viniculture INRA Pech Rouge Essais petite échelle CA Lang.-Rouss.
	Chasan	3159-2-12 (*)	Viti-viniculture INRA Pech Rouge Essais petite échelle CA Lang.-Rouss.
Cuve à distiller	Ugni blanc	descendance	Essai petite échelle Bur. Nat. I. Cognac
Cuve à faible degré	Alphonse Lavallée	3184-1-9 (G14)	VATE Viti-viniculture INRA Pech Rouge
	Muscat de Hambourg	3197-81 (G5)	
Géniteur de Résistance	Aubun	3082-1-42 (*)	programmes de sélection en cours en Allemagne, Hongrie, Italie

(*) : utilisé comme géniteur pour pyramidage dans Resdur.

Le matériel génétique "Resdur"

Le pyramidage a consisté à coupler les résistances portées par les génotypes "Bouquet" les plus avancés, BC4 et BC5, avec celles de variétés inscrites au catalogue allemand, telles 'Regent' ou 'Bronner', qui représentent des formes introgressées des sources de *Vitis* américains et/ou asiatiques. Les travaux de cartographie génétique ont permis progressivement de localiser sur le génome de la vigne les gènes de résistance aux maladies portés par ces trois types de géniteurs, et de développer des marqueurs moléculaires associés à chacun d'entre eux. Grâce à ces marqueurs, il devient possible de suivre la transmission des gènes dans les descendances et ainsi de surmonter les effets de masquage réciproques de l'expression phénotypique des résistances, en réalisant une sélection assistée par marqueurs (SAM). Trois séries de croisements ont été réalisées, de manière à créer des descendances avec deux, puis trois, gènes de résistance pour le mildiou et pour l'oïdium (Schneider et al. (2014) ; cf. figure ci-dessous) :



Les trois séries de croisements ont été échelonnées entre 2000 et 2015 et ont généré plus de 15000 pépins. Après sélection assistée par marqueurs pour le pyramidage, il subsistait 900 individus destinés à la sélection au vignoble, qui est réalisée au moyen d'un réseau interne à l'INRA pour la sélection intermédiaire et d'un réseau national (INRA-IFV-partenaires régionaux) pour la sélection finale dite de Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale (VATE). L'avancement de la sélection se présente comme suit :

- Première série (2000-2002 ; pyramidage des gènes *Rpv1*, *Rpv3* / *Run1*, *Ren3*) : 12 variétés candidates sont en sélection finale dans le réseau VATE. Quatre d'entre elles (IJ 58, IJ 134 (noirs) ; Col-2007G, Col-2011G (blancs)) sont déposées pour une présentation au Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) prévue en décembre 2017 et engagées dans des essais de démonstration. Un partenariat INRA / JKI (D) encadre pour partie ce matériel.

- Deuxième série (2004-2006 ; pyramidage des gènes *Rpv1*, *Rpv10* / *Run1*, *Ren3.2*) : 36 variétés candidates sont en sélection finale dans le réseau VATE et 19 d'entre elles sont déposées pour une présentation au CTPS prévue à partir de 2020.
- Troisième série (2009-2015 ; pyramidage des gènes *Rpv1*, *Rpv3*, *Rpv10* / *Run1*, *Ren3*, *Ren3.2*) La sélection intermédiaire est en cours dans le réseau INRA pour 450 individus et devrait déboucher en 2017 au choix d'une vingtaine d'entre eux pour la sélection finale. La présentation au catalogue est prévue à partir de 2023. Un partenariat INRA / Agroscope (CH) encadre pour partie ce matériel.

Enfin, à la demande des grandes régions viticoles, des partenariats INRA-IFV-Interprofession viennent de démarrer. L'objectif est d'obtenir, à l'horizon 2030, des variétés résistantes aux maladies cryptogamiques à typicité régionale. Le savoir-faire et le matériel végétal issus de Resdur sont ainsi valorisés à large échelle pour la filière viti-vinicole française.

Fiche 4 : Le paysage des variétés européennes : quels gènes et quel déploiement?

Rédaction : Didier Merdinoglu et **Christophe Schneider,** UMR Santé de la Vigne et Qualité du Vin, INRA, Centre de Colmar.

Malgré le nombre de sources et de gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium localisés relativement important, le nombre de facteurs connus utilisé et suivis dans les programmes de sélection est beaucoup plus restreint.

A ce jour, quatre locus de résistance au mildiou, localisés sur quatre chromosomes différents, sont connus pour être utilisés dans les programmes européens :

- *Rpv1* (Merdinoglu et al 2003) confère une résistance partielle élevée à spectre large et a été introgressé à partir de l'espèce américaine *Vitis rotundifolia* (Bouquet 2009) ;
- *Rpv3*, décrit la première fois dans la variété Bianca (Bellin et al 2009), confère une résistance partielle intermédiaire mais ne permet pas de contrôler tous les isolats de mildiou (Peressotti et 2010) ; il est issu de l'espèce américaine *Vitis rupestris* (Di Gaspero et al 2012) utilisée à la fin du 19ème siècle dans les premiers hybrides réalisés pour faire face à la crise provoquée par l'introduction du phylloxéra, du mildiou et de l'oïdium en Europe ;
- *Rpv8* (Blasi et al 2011 ; *Rpv12* décrit par la suite par Venuti et al 2013 est probablement le même gène), confère une résistance très élevée à spectre large et est originaire de l'espèce asiatique *Vitis amurensis* qui a été largement utilisée dans les programmes de sélection russes et de la sphère soviétique dès la première moitié du 20ème siècle, essentiellement pour sa résistance au froid ;
- *Rpv10* (Blasi 2010, Schwander et al 2012), confère une résistance élevée à spectre large et est également originaire de l'espèce asiatique *Vitis amurensis* ; il a été largement utilisé dans les programmes de sélection des instituts de recherche allemands (Geisenheim University, Staatliches Weinbauinstitut Freiburg) et décrit dans les variétés Bronner et Solaris.

Concernant la résistance à l'oïdium, les trois locus sont, à ce jour, probablement présent dans le matériel de sélection européen :

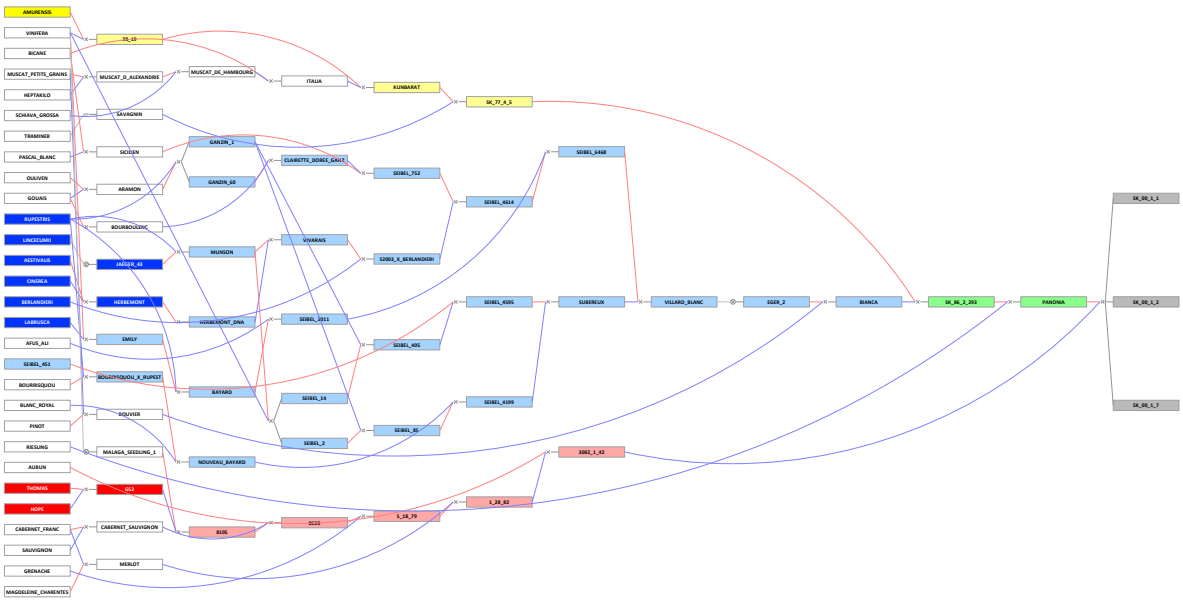
- *Run1* (Pauquet et al 2001) confère une résistance totale et a été introgressé à partir de l'espèce américaine *Vitis rotundifolia* simultanément à Rpv1 avec lequel il co-ségrège ;
- *Ren1*, décrit la première fois dans la variété Kishmish Vatkana (Hoffmann et al 2008), confère une résistance partielle élevée ;
- *Ren3* (Welter al 2007) confère une résistance partielle intermédiaire et est très probablement issu d'une espèce de *Vitis* américaine.

Les principaux acteurs européens de la sélection de variétés de raisin de cuve résistantes se trouvent en Allemagne, en Italie, en Hongrie, en Suisse et en France :

- en Allemagne, deux instituts se partagent la majorité de la création variétale : le Julius Kuhn Institut Geilweilerhof (JKI), institut fédéral situé en Rhénanie-Palatinat, et le Staatliches Weinbauinstitut (WBI), institut régional situé à Freiburg dans le Bade-Wurtemberg ;

- en Suisse, la sélection est assurée par l'Agroscope, institut confédéral situé à Changins dans le canton de Vaux, et par Valentin Blattner (VB), obtenteur privé dans le canton du Jura, en association avec le pépiniériste Philippe Borioli ;
- en Italie, l'Istituto di genomica applicata (IGA) situé à Udine développe des variétés dont la commercialisation est assurée par les pépinières VCR;
- en Hongrie, le Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet (SZBKI) situé à Pécs est en charge de la sélection des variétés de cuve;
- en France, l'INRA, associé à sa filiale Agri Obtention, est l'opérateur historique de la création variétale, associé depuis 2012 à l'IFV, le matériel créé étant diffusé sous la marque ENTAV-INRA.

La connaissance des flux et de transferts de matériel végétal et, a fortiori, de gènes dans le paysage européen de la sélection variétale de la vigne est hétérogène, car les obtenteurs ne sont pas tenus de dévoiler l'architecture génétique de leurs variétés, et parfois même, ne la connaissent pas précisément. On peut donc rencontrer tous les cas de figures, allant de l'absence quasi-totale d'information sur les géniteurs utilisés dans les croisements jusqu'à la connaissance poussée de l'ascendance des variétés et des gènes de résistance qu'elles portent. Même dans ce dernier cas le plus favorable, l'on n'est pas à l'abri de situations, probablement fréquente, où des gènes de résistance sont présents mais non identifiés. Néanmoins, en croisant les données trouvées dans la bibliographie, dans les bases de données publiques ou des communications plus informelles, il est possible de reconstituer une grande partie du pédigré des variétés créées en Europe et avoir une idée assez précise des gènes de résistance connus utilisés par les différents obtenteurs. Par exemple, à partir de données publiées, nous avons, ci-dessous, reconstitué la généalogie de trois obtentions non encore inscrites de l'IGA (en gris), utilisant trois sources de résistance, *Vitis* asiatique (en jaune), *Vitis* américaine (en bleu) et *Muscadinia rotundifolia* (en rouge), bien entendu hybridées avec des variétés de vigne cultivée (en blanc).



L'utilisation d'une source ne signifie pas que les facteurs de résistance qu'elles portent sont automatiquement transmis à leur descendance. Mais on peut toutefois regrouper des informations sur les gènes utilisés par les différents obtenteurs. Il est probable que les facteurs *Rpv3* et *Ren3* soient partagés par l'ensemble des programmes de sélection. Concernant plus particulièrement la résistance au mildiou, le facteur *Rpv10* est présent dans les variétés Bronner et Solaris du WBI alors que le facteur *Rpv12* dans est porté par les variétés Merlot Khantus et Merlot Khorus récemment inscrites par l'IGA. Concernant la résistance à l'oïdium, la présence dans les futures obtentions

européennes de *Ren1* est très probable. De même, il est prévisible que le locus *Run1/Rpv1* sera présent dans les obtentions de l'IGA et du SZBKI.

Au-delà de ce schéma général, les associations dans les variétés de ces différents facteurs sont loin d'être toutes connues. Devant l'engouement que connaissent aujourd'hui les variétés résistantes et les possibilités de déploiement rapide qu'offre la procédure de classement nouvellement adoptée (une vingtaine de demandes de classement a été adressée en 2016 à France Agrimer), **le risque de voir apparaître dans le vignoble des variétés de vigne ne portant qu'un seul facteur de résistance vis à vis d'un pathogène est bien réelle, ce qui menace la durabilité de la résistance des gènes concernés.** Une approche conjuguant la connaissance du niveau de résistance, de la présence de marqueurs moléculaires liés aux gènes de résistance et de la généalogie permettrait de déterminer la composition en gènes de résistance des variétés de vigne et ainsi de renseigner le critère "Durabilité du mécanisme de résistance (via notamment le nombre de gènes impliqués)" que prévoit l'arrêté établissant les modalités de classement des variétés de cuve publié au J.O.R.F le 15 mai 2016.

Fiche 5 : Observatoire national du déploiement des cépages résistants (OsCaR)

Rédaction : François Delmotte et **Laurent Delière**, UMR Santé et Agroécologie du Vignoble, INRA, Centre de Bordeaux.

Contexte

Les premiers déploiements des cépages résistants au mildiou et à l'oïdium constituent une étape cruciale que l'on peut qualifier d'expérimentation en grandeur réelle. La réussite de cette étape conditionnera l'avenir des nouveaux cépages résistants et, par voie de conséquence, notre capacité de réduction de l'usage des pesticides. Les viticulteurs sont au cœur de ce dispositif. Il est essentiel d'organiser un partage des informations en mettant en place un **Observatoire national du déploiement des cépages résistants (OsCaR)**.

L'enjeu principal de l'Observatoire est d'évaluer la durabilité des résistances, c'est-à-dire de surveiller l'évolution des populations d'oïdium et de mildiou qui pourrait conduire à une perte d'efficacité des résistances (Peresotti et al. 2010[1]; Delmotte et al. 2014[2] ; Delmas et al. 2016[3] ; encadré 1). Cet outil va également permettre **d'acquérir ou de consolider les données agronomiques sur ces nouveaux cépages en condition de production, dans une diversité de milieux et de conduites**. En s'appuyant sur les initiatives des viticulteurs et des structures régionales qui plantent les cépages résistants, il s'agit de co-construire une viticulture combinant, pour la première fois, la résistance variétale et les méthodes de lutte complémentaires : traitements fongicides, prophylaxie, bio contrôle. **L'Observatoire permettra ainsi de mutualiser les expériences individuelles et de favoriser le transfert des connaissances entre les acteurs.**

Objectifs de l'Observatoire

En s'appuyant sur les premiers déploiements de cépages résistants en France, ce dispositif a pour ambition de constituer un outil à triple vocation : (i) **recherche** (ii) **surveillance** (iii) **démonstration** et **partage d'expériences**. **Ce dispositif unique par sa taille et son ambition permettra de préciser la stratégie de déploiement des nouveaux cépages, selon les gènes de résistance qu'ils portent et les conditions du milieu.** L'Observatoire doit ainsi nous conduire à :

1. **recueillir** des données sur **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 (collecte et tests en laboratoire de la virulence et de l'agressivité des populations) ;
2. **surveiller** sur de grandes parcelles le comportement des cépages résistants face aux différents agents pathogènes dans des situations agro-climatiques variées ; Détecter l'apparition éventuelle de nouvelles **problématiques sanitaires** (encadré 2);

capitaliser des retours d'expériences sur la conduite de ces variétés **en conditions de production** : comportement agronomique, potentialités de mécanisation, facilité de conduite.

---

[1] E. Peressotti E., S. Wiedemann-Merdinoglu, F. Delmotte, D. Bellin, G. Gaspero, R. Testolin, D. Merdinoglu, P. Mestre. 2010. Breakdown of resistance to grapevine downy mildew upon limited deployment of a resistant variety. *BMC Plant Biology* 10:147.

[2] F. Delmotte F, P. Mestre, C. Schneider, H.-H. Kassemeyer, P. Kozma, S. Richart-Cervera, M. Rouxel, L. Delière. 2014. Rapid and multiregional adaptation to host partial resistance in a plant pathogenic oomycete: evidence from European populations of Plasmopara viticola, the causal agent of grapevine downy mildew. *Infection, Genetics and Evolution* 27: 500–508.

[3] Delmas C. E., Fabre F., Jolivet J., Mazet I. D., Richart Cervera S., Delière L., & Delmotte F. 2016. Adaptation of a plant pathogen to partial host resistance: selection for greater aggressiveness in grapevine downy mildew. *Evolutionary applications.*

Périmètre du dispositif

L'Observatoire englobe tous les cépages potentiellement amenés à être déployés (cépages ENTAV-INRA et variétés étrangères). Les parcelles constituant l'Observatoire ont une taille compatible avec les conditions de production des exploitations : mécanisables, permettant une vinification en vraie grandeur, etc. L'objectif est d'avoir un nombre important de parcelles, dans des situations agro-climatiques variées. En complément des dispositifs existants, l'intégration de nouvelles parcelles se fera sur la base du volontariat des viticulteurs.

Données collectées

Toutes les données sont collectées avec des protocoles standardisés puis centralisés (base de données) au niveau national. Elles sont issues d'observations à la parcelle et d'entretiens avec les viticulteurs. Les données collectées sont les suivantes :

- Eléments de contexte socio-économique
- Descriptif de la parcelle
- Itinéraire technique
- Suivi des maladies et ravageurs
- Comportement agronomique & retours d'expérience sur la conduite (facilité de palissage, fragilité, récolte mécanique, etc.)
- Evolution des populations de bio-agresseurs : collecte, caractérisation phénotypique et moléculaire, et mise en collection d'isolats.
- Caractéristiques de la vendange et du vin

Organisation et pilotage

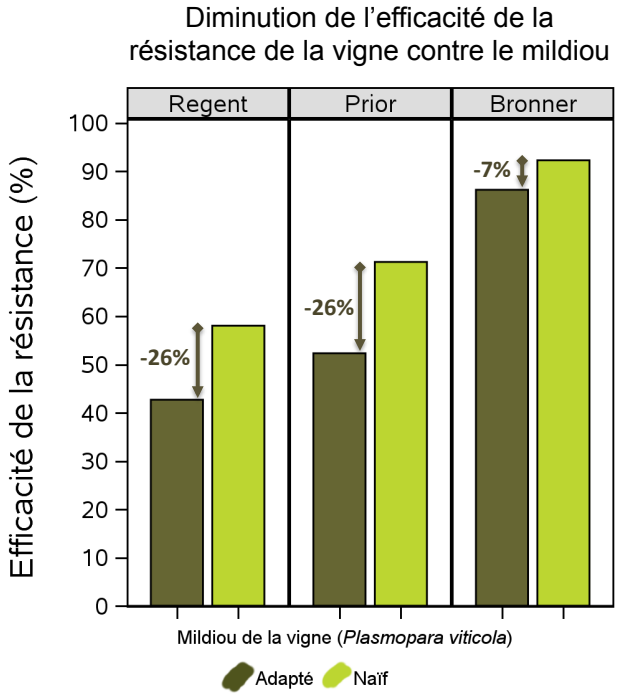
L'Observatoire résulte d'un partenariat entre l'Inra et l'IFV. L'animation de l'Observatoire est assurée par L. Delière et F. Delmotte (INRA Bordeaux). Un Comité de pilotage constitué de 10 personnes de l'INRA et de l'IFV a pour rôle de valider les protocoles, d'intégrer de nouveaux sites et de prévoir les éléments de communication pour cet observatoire (internes et externes). Il veille également à la cohérence de ce dispositif par rapport aux autres actions menées sur cette thématique. Localement, l'Observatoire s'appuie sur des organismes régionaux comme les Chambres d'Agriculture, ou les Comités Interprofessionnels, notamment pour la collecte de données.

Moyens financiers et calendrier

Les actions 2016 et 2017 sont financées dans le cadre du projet DAS-REVI (MEDDE, AO 2014). De nouvelles sources de financement sont à trouver rapidement pour assurer la pérennité de l'Observatoire.

2016. A ce jour, 12 parcelles ont été inclues dans l'observatoire. Le comité de pilotage a été créé et s'est réuni une première fois. Les protocoles ont été élaborés, une première collecte de données a eu lieu et l'organisation des partenariats se poursuit.

2017. Démarrage des suivis sur les parcelles de l'Observatoire.



Encadré 1. Une étude menée à l'INRA de Bordeaux (Delmas *et al.* 2016) comparant l'agressivité de différentes populations de mildiou, montre que si la résistance des cépages est globalement efficace, le mildiou est néanmoins capable de s'adapter, diminuant ainsi l'efficacité de ces résistances. Les résultats montrent cette érosion pour trois cépages résistants allemands : *Regent*, *Prior*, *Bronner*. Pour *Regent* et *Bronner*, la résistance est génétiquement déterminée par les QTL Rpv3 et Rpv10 respectivement. Les souches issues des cépages résistants (vert foncé) présentent une sporulation plus importante et plus précoce que les souches dites « naïves », c'est-à-dire issues de cépages sensibles (vert clair). L'adaptation des populations de mildiou conduit à une réduction de l'efficacité potentielle de la résistance de 26% pour *Regent* et *Prior* et de 7% pour le cépage *Bronner*. Ces résultats plaident pour adosser l'utilisation des cépages résistants à des pratiques agronomiques préservant leur durabilité.

Encadré 2. Avec l'utilisation des cépages résistants, la réduction drastique de l'usage des fongicides est susceptible de faire ré-émerger des maladies dites "secondaires". C'est le cas par exemple du Black-rot (*Guignardia bidwellii*) ou de l'Anthracnose (*Elsinoë ampelina*), deux maladies habituellement contrôlées par les fongicides visant le mildiou ou l'oïdium.

Symptômes de Black-rot et d'Anthracnose sur grappes de cépages résistants au mildiou et à l'oïdium.

Fiche 9 : La sélection conservatrice et la problématique sanitaire chez la vigne

Rédaction : Pascal BLOY et **Laurent AUDEGUIN**, Institut Français de la Vigne et du Vin

Fournir à la filière viticole, à travers la sélection clonale et la création variétale, du matériel végétal sain et performant.

Le Pôle National Matériel Végétal de l'IFV partage avec l'INRA la responsabilité de la sélection vigne au niveau national. En tant qu'établissement de sélection vigne, ses missions principales consistent à fournir à la filière viticole, à travers la sélection clonale et la création variétale, du matériel végétal sain, performant et adapté aux nouveaux enjeux de la viticulture. En collaboration avec l'INRA et ses 35 partenaires (Chambres d'Agriculture, Comités Interprofessionnels, Syndicats d'Appellation…), le Pôle National Matériel Végétal de l'IFV a notamment pour objectif de proposer une gamme de clones représentative de la variabilité naturelle des différents cépages afin que chaque vigneron puisse disposer de matériel végétal répondant à ses attentes et à ses besoins. La préservation de la biodiversité et du patrimoine génétique des cépages, à travers l'installation de nombreux conservatoires régionaux est également un axe majeur de ses activités. En 2016, on recense près de 180 conservatoires régionaux rassemblant plus de 20 000 clones.

La sélection clonale

La sélection clonale est à la fois sanitaire et agronomique.

- Sanitaire, car il s'agit de vérifier que le matériel végétal est indemne de viroses graves (les viroses sont incurables) et néfastes à la pérennité des souches et à la qualité du raisin. Le court-noué (2 virus responsables, GFLV et ArMV) et l'enroulement (GLRaV) sont à ce jour les viroses les plus graves avec des vecteurs connus (respectivement nématodes et cochenilles).
- Agronomique et technologique car les clones présélectionnés doivent être évalués pour leurs performances viticoles et la qualité des vins.

La sélection se réalise en plusieurs étapes, effectuées à la fois à l'IFV et dans la région d'origine de l'accession, en collaboration avec les 35 partenaires de la sélection vigne (CTNSP).

- ***Prospections dans des vieilles parcelles de vigne ou dans des conservatoires de clones***

Cette toute première étape consiste en la sélection et la description ampélographique de souches choisies pour leurs caractéristiques. Durant l'hiver, les sarments des souches marquées sont prélevés et sont ensuite introduits au Pôle National Matériel Végétal. Après un premier tri sanitaire effectué par tests ELISA et/ou PCR, chaque clone candidat sain est cultivé dans un conteneur individualisé. Les greffons sont utilisés pour la réalisation de la sélection sanitaire.

- ***Sélection sanitaire***

L'absence de virus dans le matériel de multiplication est essentielle pour la filière viti-vinicole, ces agents pathogènes étant souvent transmis lors du greffage. Dans la mesure où aucun traitement curatif au vignoble n'est possible, seule l'élimination des plants atteints, couplée à la lutte contre les vecteurs est réalisable. La méthode la plus efficace demeure donc de les dépister lors des travaux de sélection sanitaire. Le cas échéant, il est possible d'assainir du matériel végétal par micro greffage de méristème apical, mais dans ce cas, on repart, à l'issue, d'un seul et unique plant assaini.

Le court-noué et la maladie de l'enroulement sont présents dans toutes les régions viticoles du monde. Actuellement, huit virus liés à l'enroulement ont été identifiés et caractérisés. Cette maladie est en recrudescence du fait d'un nombre important de vecteurs. Le complexe du bois strié est, quant à lui, un syndrome complexe

caractérisé par le développement de symptômes spécifiques mais à impacts agronomique et économique limités.
La sélection sanitaire répond à des exigences réglementaires en termes de viroses dépistées et de méthodes utilisées. Si le test sérologique ELISA et le test moléculaire RT-PCR sont utilisés, la méthode de référence est l'indexage qui consiste à greffer un clone candidat sur une variété dite indicatrice qui extériorise les symptômes de la virose recherchée.

- ***Profil agronomique et technologique des clones candidats***

Dans des parcelles expérimentales dites collections d'étude, l'objectif est le suivi viticole et œnologique des clones issus de prospections ou de conservatoires en vue de leur éventuel agrément. Sur la base d'un protocole très précis, ces parcelles accueillent uniquement des clones ayant satisfait aux tests sanitaires vis-à-vis du court-noué et de l'enroulement. Les conditions définies par un règlement technique de la section vigne du CTPS sont les suivantes :
• terroir traditionnel et homogène pour la variété à étudier, présence d'un (ou plusieurs) clone(s) agréé(s) en guise de témoin,
• suivi viticole de 5 années pour définir le profil viticole du clone candidat,
• vinifications et dégustations d'au moins 3 millésimes pour évaluer le potentiel technologique et organoleptique du vin issu clone candidat.

- ***Analyse des résultats et demande d'agrément***

Après analyse et synthèse des données viticoles et œnologiques et de l'état sanitaire des clones candidats et après consultation de ses partenaires, l'IFV demande l'agrément des clones jugés intéressants pour la filière à la section vigne du CTPS. Cette dernière rend un avis que le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt entérine. Le clone se voit attribuer un numéro d'agrément officiel par FranceAgriMer.

La Conservation du matériel végétal au PNMV

Depuis 54 ans, près de 20 000 clones ont été introduits et analysés par l'Etablissement National Technique pour l'Amélioration de la Viticulture (ENTAV), devenu en 2007, le Pôle National Matériel Végétal de l'IFV. Actuellement, 5 486 clones représentant 617 variétés (variétés françaises, inscrites ou non au Catalogue Officiel, variétés étrangères et obtentions de l'INRA) sont conservés au Pôle National Matériel Végétal de l'IFV.
Parmi ce matériel conservé, les clones agréés sont au nombre de 1158.

Les sols du domaine de l'Espiguette sont constitués de sables purs du littoral méditerranéen qui ne contiennent, ni phylloxera, ni nématodes vecteurs du court-noué. Chaque clone est conservé sous forme de dix souches pour les variétés à fruits et de cinq souches pour les porte-greffes. Ce conservatoire isolé, unique en France, fait l'objet d'un suivi sanitaire exhaustif et régulier. Afin de sécuriser encore davantage la conservation du matériel sélectionné, l'installation en culture hors-sol et sous serre insect-proof de l'ensemble des clones agréés de cépages de cuve a été réalisée.

Diffusion du matériel végétal

Pour être valorisé de façon efficace, le travail de sélection et de conservation doit être suivi d'une mise à disposition rapide et en toute sécurité sanitaire du matériel végétal sélectionné auprès de la filière. Le Pôle National Matériel Végétal produit ainsi :
• du matériel initial sous forme de plants pour les pré-multiplicateurs (14),
• du matériel de base sous forme de boutures pour les pré-multiplicateurs et de plants pour les multiplicateurs.

Glossaire

CTNSP : Commission Technique Nationale de Sélection et de Participation (depuis 2001)
CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection
- Court-noué (ou dégénérescence infectieuse) :
GFLV : Grapevine Fanleaf Virus
ArMV : Arabis Mosaic Virus
- Enroulement :
GLRaV : Grapevine LeafRoll associated Virus

Fiche 10 : Cadre réglementaire relatif à l'inscription et au classement des variétés de vigne de cuve

Rédaction : **Rémy Cailliate**, INRA, département Biologie et Amélioration des Plantes, en charge des dossiers « innovation variétale ».

Le déploiement des variétés issues des travaux de création variétale des unités de l'INRA en collaboration avec l'IFV s'inscrit dans un contexte réglementaire en évolution relatif à la maîtrise du potentiel viti-vinicole qui sont sanctionnées par le régime d'autorisation de plantation. Le régime d'autorisation de plantation succède à celui des droits à la plantation pour permettre 2 évolutions principales :

- La séparation des procédures de classement des variétés et d'inscription au catalogue. Jusqu'à présent, les variétés inscrites au catalogue Français sur la liste se retrouvaient automatiquement classées et pouvaient faire l'objet d'une demande de droit de plantation. Avec l'entrée en vigueur programmée du Catalogue européen, une telle mesure aurait conduit le classement direct des variétés inscrites au Catalogue UE.
- Le nouveau dispositif met en œuvre un régime dérogatoire aux autorisations de plantation, le classement temporaire, à des fins d'expérimentation pour l'évaluation de cépages dans un objectif de classement définitif. Ce dispositif permet la production et la commercialisation de vin à partir de cépages en cours d'évaluation en vue du classement définitif et dans les faits en vue de l'inscription, une sorte d'autorisation provisoire de vente du vin, en vin sans indication géographique. Les Domaines se servent de cette disposition pour tester dans leurs conditions de culture et de commercialisation, les cépages inscrits sur le catalogue UE et qui ne sont pas encore classés en France.

2016 marque l'entrée en vigueur de ce nouveau dispositif qui s'impose à toutes les productions, qu'elles soient commerciales ou expérimentales dès lors qu'elles sont destinées à la commercialisation de vin. Chaque parcelle de vigne concernée doit être recensée et déclarée au registre viticole des douanes.

Les dispositions réglementaires qui s'appliquent aux expérimentations conduites par l'Inra

Pour pouvoir produire et commercialiser du vin à partir d'un cépage il faut que ce dernier réponde à deux conditions cumulatives :

- Inscription au catalogue officiel[4] : doit répondre aux critères de DHS et de VATE et faire l'objet d'une proposition de la section « vigne » du CTPS. L'inscription est prononcée par arrêté ministériel et permet la commercialisation des bois et plants de vigne sur le territoire UE ;
- Classement[5] en tant que variétés de vigne à raisins de cuve. Seules les cépages classés peuvent faire l'objet d'autorisation de plantations. Ce classement est établi par arrêté du MAAF après avis du conseil spécialisé de la filière viticole de FAM et de la section « vigne » du CTPS. Ce classement est établi sur la base de critères qui permettent de classer les variétés qui présentent un intérêt agronomique, technologique ou environnemental. Ils peuvent tenir compte des stratégies de lutte contre les maladies afin de ralentir les contournements des gènes de résistance aux maladies.

[4] La réglementation « Catalogue » a pour objectif de protéger les utilisateurs de semences et de plants en garantissant la loyauté des transactions à travers la qualification de l'innovation génétique, de l'identité variétale et de la qualité sanitaire, physiologique et physique des semences et des plants.

[5] Il existe 4 catégories dans ce classement : les porte-greffes, les variétés de vigne à raisins de cuves, les variétés de vigne à raisins de table et les variétés de vigne d'agrément (créée pour les premiers hybrides de l'INRA).

Une fois ces 2 conditions remplies, les cépages doivent rentrer dans les cahiers des charges des AOP et IGP à moins qu'ils ne soient commercialisés en vin sans indications géographiques. Il convient de noter que les règles de l'INAO concernant les AOP, définies au niveau UE, interdisent la prise en compte de cépages issus de croisements interspécifiques, règle que le comité AOC de l'INAO conteste dorénavant.
Enfin, chaque exploitant viti-vinicoles doit disposer d'une autorisation de plantation, dispositif nouvellement en vigueur depuis le 30 décembre 2015 et qui se substitue au droit de plantation. La délivrance de ces autorisations de plantation est assurée par FAM. Comme indiqué plus haut, les autorisations de plantation ne sont délivrées que pour des cépages classés.

Dans le cas **les plantations de vignes réalisées dans le cadre d'une expérimentation**, **la commercialisation des raisins et/ou produits obtenus à partir des raisins produits sur ces superficies expérimentales est autorisée pendant la période durant laquelle la variété est classée temporairement**. Ce classement temporaire est accessible pour les seules variétés en cours d'évaluation en vue de leur classement définitif. Pour être classée définitivement une variété doit notamment être DHS au sens de l'inscription et présenter un intérêt agronomique, technologique ou environnemental potentiel selon les critères de classement définis dans l'annexe de l'arrêté du 9 mai 2016. Ces critères, même s'ils reprennent ceux de la VATE pour l'inscription s'appuient sur des données issues de la bibliographie. Le déposant doit faire la preuve de ces intérêts sur la base d'une documentation qu'il fournit à FAM. Il est possible de distinguer deux modalités d'utilisation du classement temporaire pour encadrer des expérimentations :

- Pour des variétés déjà inscrites dans d'autres Etats membres de l'UE, et qui disposent d'une DHS, il permet de tester le potentiel agronomique, technologique et environnemental dans le contexte français. Le dispositif prévoit que l'expérimentation peut être composée de plusieurs sites de 1 ha maximum chacun à concurrence de 20ha maximum par bassin viticole et 20 ha maximum hors bassins viticoles.
- Pour de nouveau hybrides qui ne disposent pas encore de DHS, la limite est fixée à 3 ha par variété sur l'ensemble du territoire national.

La mise en œuvre de ces dispositions par l'Inra

Dans le cas des variétés du programme ResDur, des variétés sont en cours d'évaluation pour leur inscription au Catalogue qui sera proposée en Décembre 2017 par le CTPS pour les cépages IJ134, IJ 58, Col2007G et Col2011G. A l'issue de cette procédure, les bois et plants de vigne pourront être commercialisés sur le territoire UE. Néanmoins, pour que des viticulteurs français puissent disposer d'une autorisation de plantation de ces cépages, il convient qu'ils soient classés.
Pour acquérir des références sur le comportement de ces cépages dans différents contextes de production et alimenter l'observatoire de suivi des résistances aux bioagresseurs (*Voir Fiche Observatoire du déploiement des cépages résistants*), l'Inra mène des expérimentations dans des domaines partenaires en 2016 et 2017 chez différents établissements collaborateurs de l'INRA. Pour réaliser ces expérimentations une demande de classement temporaire a été faite pour ces quatre cépages. Il en sera de même pour les variétés à venir du programme ResDur. Ces expérimentations sont par ailleurs encadrées par des conventions établies entre le partenaire, Agri Obtentions et l'Inra pour définir les droits et devoir de chacun. Lorsque l'inscription et le classement définitifs seront prononcés par le CTPS et FAM respectivement, les limites de surface associées à ces expérimentations seront levées (la seule limite ne sera plus que la disponibilité en plants).

Dans le cas des cépages Bouquet, nous explorons à ce stade les différentes options permettant à l'Inra de satisfaire à la nouvelle réglementation. L'acquisition de références dans le cadre de l'Observatoire est également une priorité.