

## Le mildiou et l'oïdium font de la résistance... mais...

Comme chaque année, un point sur la résistance de l'oïdium et du mildiou de la vigne est fait en parallèle de la sortie de la note technique commune, publiée dans ce numéro. Rappelons que pour les viticulteurs l'utilisation des fongicides n'est pas toujours évidente. Il est parfois difficile de savoir que, derrière des noms de produits commerciaux différents, se cachent parfois les mêmes matières actives ou des produits possédant le même mode d'action. De manière similaire, des produits à large spectre peuvent être utilisés sur différents agents pathogènes au cours d'une même saison, sans que nous ayons conscience que, lorsqu'on traite une maladie, on peut parfois préparer de manière concomitante la résistance d'un autre agent pathogène (ex : QoI)

En absence des connaissances concernant les résistances à ces produits (émergence résistance, dispersion, mécanismes d'évolution, stratégies de gestion des résistances...), il est compliqué de s'y retrouver. Par ailleurs, pour les chercheurs, il n'est pas toujours aisé d'obtenir une vision réaliste du terrain (problèmes émergents, questions pratiques que se posent les viticulteurs). Ainsi, la détection d'une souche résistante au vignoble n'est-elle pas systématiquement synonyme de perte d'efficacité, mais dans le cas de la présence de souches ou de populations résistantes, il est légitime de se préparer à limiter le maintien et surtout à, si possible, contrecarrer l'expansion de la résistance ou, au moins, la limiter. Cet article a pour objectif de donner très succinctement un état des lieux de la résistance avec quelques résultats obtenus à l'Inra de Bordeaux en collaboration avec l'Anses de Lyon.

Le nombre de matières actives disponibles pour contrôler les " champignons " a diminué ces dernières années suite à la réglementation européenne et à la volonté de réduire l'usage des fongicides (Plan Écophyto). Cependant, quelques nouvelles matières actives sont homologuées, mais ayant des modes d'action mal connus ou proches de matières actives déjà utilisées. Dans tous les cas, il faut donc mettre en place des stratégies d'utilisation qui limitent les risques de résistance.

Bien connaître sa parcelle, son " comportement épidémique " et son état de résistance est un préalable à une meilleure gestion de la résistance et à une économie de l'utilisation de produits phytosanitaires. Toujours d'actualité, pour une bonne efficacité d'application des fongicides en vigne, la qualité de la pulvérisation est primordiale, et la mise en place de toutes les mesures prophylactiques possibles ne peut qu'améliorer l'efficacité et le contrôle des maladies. Le réseau d'épidémiologie-surveillance nationale (Dgal/Anses/Inra/IFV/CA) permet d'obtenir une vision globale de l'état de résistance du vignoble français et d'alerter les viticulteurs lorsque les situations se dégradent via la note technique commune de gestion de la résistance des maladies de la vigne[1] (P.43-47).

### Rappel sur la résistance : comment éviter de sélectionner les individus résistants et comment éliminer ceux qui sont présents ?

Rappelons, que le fongicide ne fabrique pas l'état de résistance de l'agent pathogène, mais en l'appliquant, nous sélectionnons des individus,

ou des populations, qui possèdent déjà la capacité à résister à un fongicide donné. Dans une population " équilibrée ", ces individus résistants sont présents à une fréquence extrêmement réduite. C'est l'utilisation régulière de produits ayant le même mode d'action qui favorisera la présence de ces individus et augmentera leur fréquence, jusqu'à aboutir, dans les pires cas, à des pertes d'efficacité.

#### Si la résistance est quasi inéluctable, il est possible de ralentir son évolution.

Suite au réexamen de produits anciens qui sont retirés du marché pour des raisons de toxicité sur la santé et l'environnement, il est à craindre que les fongicides multi-sites, parfois bien utiles pour gérer la résistance vis-à-vis des molécules uni-sites voient leur nombre fortement restreint. En outre, peu de nouvelles substances ayant de nouveaux modes d'action seront commercialisées. L'ensemble tend à réduire les modes d'action disponibles pour lutter contre les agents pathogènes.

#### Comment faire ?

Plusieurs stratégies d'emploi des fongicides sont décrites pour réduire les risques de sélection de résistance qui peuvent se résumer aujourd'hui en deux mots : **diversité et efficacité** (figure 1).

Stratégie	Comment cela fonctionne ?	Conditions pour que cela soit efficace
Mélange	Mélanger plusieurs modes d'action différents	- appliquer un mélange de fongicides efficaces - qui possèdent des modes d'actions différents - à une dose efficace - le plus souvent en association avec des produits multi-sites
Alternance	Alterner dans le temps l'emploi des produits différents	- appliquer des produits efficaces - qui possèdent des modes d'actions différents - à une pleine dose efficace

Figure 1 : Stratégies décrites à ce jour pour limiter la résistance aux fongicides au vignoble.

Généralement, les viticulteurs sont conscients du risque de résistance, mais peu d'approches préventives sont réalisées, peut-être par manque d'information, ou par les contraintes engendrées (prélèvements pour évaluer l'état d'une parcelle en début ou fin de saison, analyses). Il est important de comprendre qu'il n'existe pas " une méthode universelle de gestion de la résistance " : il faudra le plus souvent mettre en place des solutions adaptées à la parcelle et au pathogène concerné.

Un point important à souligner est la qualité du traitement (la pulvérisation, la dose, le choix du produit) et le choix de la période d'application (alerte (BSV\*), bonne période, bon stade, en préventif), si l'on veut éviter les courses poursuites, pour lesquelles nous ne sommes pas toujours gagnants. Autre point, quelle nuisibilité est-on prêt à accepter et sur quel organe, sans que cela entraîne des pertes qualitatives et quantitatives ? En clair, est-on capable de déterminer des seuils de résistance au-delà desquels les pertes sont inévitables ?

De nombreuses questions restent en suspens au niveau recherche et c'est dans ce cadre, que le réseau R4P (Réseau de Réflexion et de Recherches sur les Résistances aux Produits de protection des plantes) qui regroupe une dizaine de membres, travaille afin de décloisonner la recherche, de prédire et de gérer durablement la résistance, les produits phytosanitaires, de répondre aux sollicitations des professionnels, de partager les méthodes et de favoriser les transferts (2).

## Qu'en est-il de la résistance de *Plasmopara viticola* et d'*Erysiphe necator* en 2013

### Le mildiou de la vigne en 2013... résistant ?

Le plan de surveillance a été réalisé essentiellement vis-à-vis des fongicides anti-mildiou de type CAA (Carboxylic Acid Amide) agissant sur la biosynthèse de la paroi de *Plasmopara viticola* regroupant des molécules comme le diméthomorphe, le benthiavalicarbe, l'iprovalicarbe, le mandiproamid, le valifénalate, et vis-à-vis de molécules possédant un nouveau mode d'action (inhibiteurs de la respiration mitochondriale), les Qil avec des matières actives comme l'amétoctradine ou la cyazofamide.

Concernant les CAA, la résistance est bien implantée en France, en particulier dans les vignobles du Nord-Est. En 2014, le réseau d'épidémiologie continuera de suivre la résistance à ces produits par région, à l'aide de tests biologiques.

Pour les Qil, si des souches résistantes ont été détectées depuis 2010

sur quelques parcelles, le phénomène de résistance suspecté faisant probablement appel à une résistance liée à une voie de respiration alterne, ne conduit pas systématiquement à un fort niveau de résistance, et l'incidence dans le vignoble nécessite d'être démontrée. Toutefois la surveillance continue (1).

Actuellement, les produits contenant de la zoxamide n'ont conduit à aucune détection de résistance, et pour des familles comme les QoI et les anilides, les résistances sont toujours avérées et très variables selon les parcelles.

De ces faits, il ressort qu'il est important de suivre les préconisations de la note technique commune (1) qui donnent des détails concernant l'ensemble des matières actives et des différents modes d'action des produits.

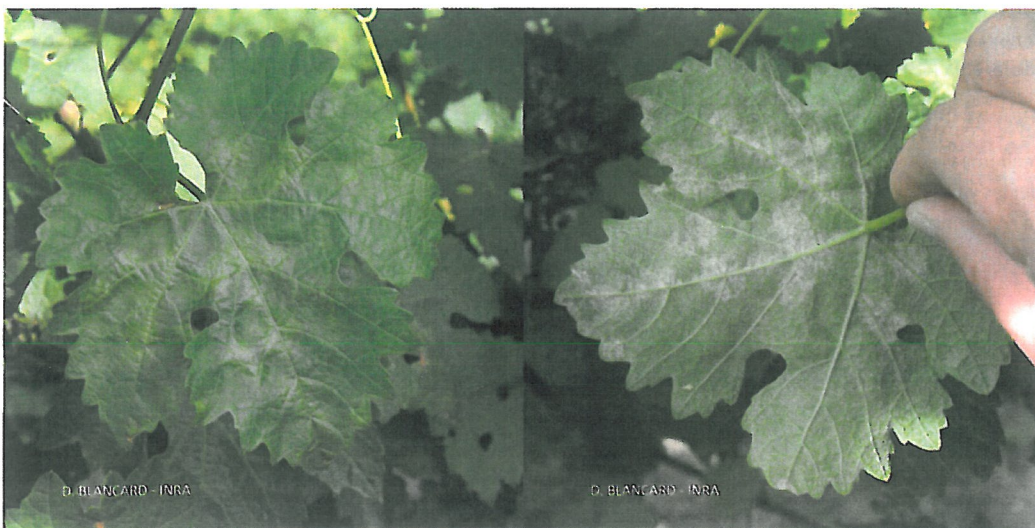
### L'oïdium de la vigne en 2013... résistant ?



La résistance de l'oïdium de la vigne (*E. necator*) est suivie actuellement, soit à l'aide de marqueurs moléculaires (spécifiques d'allèle\*\* de résistance) mis au point dans notre laboratoire [3], soit avec des tests biologiques de sensibilité (dose discriminante). Ainsi, pour la résistance aux fongicides inhibiteurs de la biosynthèse des stérols de type DMI (inhibiteurs de la C14-déméthylase) utilise-t-on la détection d'une " mutation " en position 136 du gène qui est liée systématiquement à des facteurs de résistance supérieure à 8, en présence de triadiménol. Ainsi, toutes les souches possédant cet allèle nécessitent-elles une dose de fongicide au minimum 8 fois plus importante que les souches sensibles, voire jusqu'à plus de 30 ou 100 fois la dose.

**Le marqueur de résistance aux DMI peu présent en 2013... mais très variable selon les régions**

La **figure 2** montre les fréquences de détection de cet allèle de résistance (un changement d'une base nucléique dans la séquence de l'ADN du gène *CYP51*) dans les différentes régions viticoles françaises. Nous notons globalement une faible présence de cet allèle à l'exception de deux



régions, Champagne-Ardenne et Poitou-Charentes. En Aquitaine, sur les 4 parcelles analysées, la moyenne de fréquence de cet allèle est faible, de l'ordre de 2.3%. Les résultats sont similaires à ceux trouvés dans d'autres régions comme la Bourgogne, la Franche-Comté, le Languedoc-Roussillon, la région PACA et la région Rhône-Alpes. À l'inverse, cet allèle est plus présent (compris entre 20 et 30%) en Champagne Ardenne et en Poitou-Charentes, où des cas de pertes d'efficacité ont été identifiés dans quelques localités.

L'examen global de la distribution moyenne de cet allèle 136 sur l'ensemble du vignoble français montre une forte diminution en 2013 (figure 3) et retrouve une fréquence proche de celles trouvée en 2008 et 2009 (3,4). Ce point semble plutôt positif... Affaire à suivre dans le futur ! Cependant, comme cet allèle n'est pas le seul à être impliqué dans l'acquisition de la résistance, la recherche d'autres allèles liés à d'autres mutations dans le gène cible est en cours au laboratoire, afin d'évaluer si la sélection a évolué vers d'autres allèles de résistance.

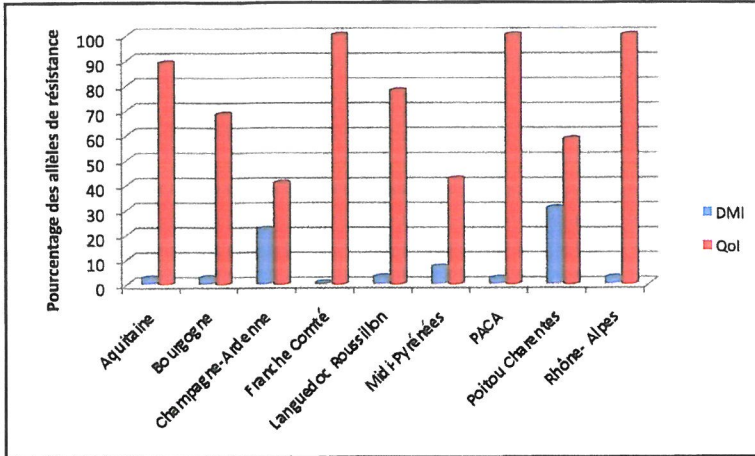
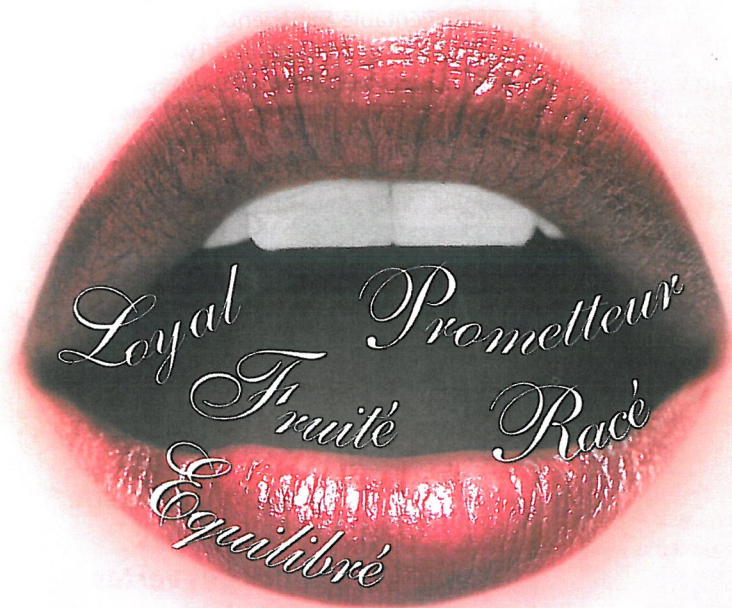


Figure 2 : Détection des allèles de résistance aux fongicides DMI (en bleu) et aux fongicides QoI (en rouge) dans les populations d'oïdium de la vigne en 2013. N= nombre de populations analysées par région (de 2 à 14).

## La résistance aux fongicide QoI est fortement implantée !

Si l'analyse de la résistance aux fongicides de type DMI était plutôt favorable cette année à une maîtrise de la résistance dans la plupart des régions, pour les fongicides inhibiteurs de la respiration mitochondriale, en particulier les QoI (Quinone outside Inhibitors), la situation est bien différente. En effet, quelle que soit la région considérée, la fréquence de l'allèle 143 de résistance aux fongicides QoI varie de 40 à 100% selon les régions (figure 2) avec une moyenne nationale de l'ordre de 75% (figure 3). À noter que des régions comme la Champagne-Ardenne est moins touchée par la résistance. En Aquitaine, la situation s'est fortement dégradée avec 89% de fréquence de résistance aux fongicides QoI chez *Erysiphe necator* en 2013.

Cantus®, il y a tant d'émotions à préserver !



Anti-botrytis souple des stades A ou B, pourvoyeur de la qualité de votre récolte dès le stade A.

[www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr)

**BASF**  
The Chemical Company

AGENCE DUFRESNE CORRIGAN SCARLETT Cantus® : marque déposée BASF. Autorisation de vente N°2050076. Composition : 50% de boscalid. Classement : H411. Usages, doses, conditions et restrictions d'emploi : consulter [www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr). BASF Agro SAS - 21, Chemin de la Sauvegarde - 69134 Ecully Cedex. Avril 2014. Crédit photo : Getty Images.

**PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION. AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.**

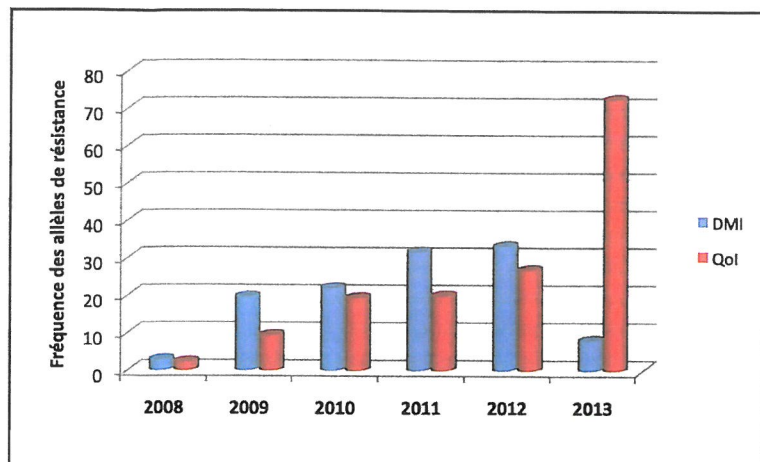


Figure 3 : Evolution des fréquences des allèles de résistance aux fongicides DMI (en bleu) et aux fongicides QoI (en rouge) dans les populations d'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) entre 2008 et 2013. N= nombre de populations analysées qui varie de 33 à 78.

L'examen interannuel de la fréquence moyenne de la résistance aux fongicides QoI au niveau national révèle une augmentation fortement significative entre 2012 et 2013, suggérant que les fongicides contenant des QoI sont encore utilisés contre l'oïdium et continuent de sélectionner l'allèle de résistance qui, dans ce cas, confère un facteur de résistance de plus de 1000. C'est-à-dire qu'il faut, pour limiter la croissance des souches résistantes, une dose 1000 plus forte que celle nécessaire pour inhiber la croissance des souches sensibles. En clair, les viticulteurs ont fortement sélectionné les populations résistantes d'*E. necator* cette année, soit directement en utilisant des produits avec des QoI, soit indirectement en utilisant des produits contenant des QoI vis-à-vis d'autres maladies. Attention, les programmes de traitement contre une maladie ne sont pas forcément sans effet (positif ou négatif) sur une autre maladie. Une gestion attentive des produits anti-oïdium et anti-mildiou est nécessaire pour une gestion durable et pour limiter l'extension de certains allèles de résistances comme ceux de la résistance aux QoI.

## Les autres résistances de l'oïdium de la vigne ?

Des recherches de cas de résistance ont été effectuées en 2013 et montrent qu'*E. necator* n'est pas résistant au boscalid (inhibiteur de la succinate deshydrogénase, respiration) actuellement, et que des cas de résistance faible au quinoxyfène sont apparus en Aquitaine. Malgré un niveau de résistance faible, il conviendra de surveiller l'évolution de cette résistance en 2014.

Concernant les fongicides uni-sites tels que la spiroxamine (inhibiteur des isomérase et réductase de la biosynthèse des stérols), de la métrafénone (inhibiteur d'actine), ou des fongicides multi sites de contact comme le soufre ou le meptyldinocap, aucun cas avéré de résistance entraînant une perte d'efficacité au vignoble n'a été détecté. Remarquons cependant que pour des matières actives telles que la métrafénone, le boscalid ou la spiroxamine, des cas de résistance ont été décrits, soit chez d'autres oïdiums (métrafénone et spiroxamine) ou chez botrytis en vigne (boscalid).

## Ce qu'il faut en retenir

La résistance aux fongicides de type QoI était déjà bien installée en 2012 [3,4], mais en 2013, une forte augmentation de la résistance est observée avec 98% des populations concernées alors que les notes techniques communes oïdium conseillent, depuis plusieurs années, d'en limiter l'usage. Le bilan est une perte d'efficacité avérée des matières actives de

type QoI. En effet, l'acquisition dans ce cas de l'allèle de résistance confère d'emblée une forte résistance et, selon la fréquence, conduit rapidement à une perte d'efficacité au vignoble, et à l'inutilité de ces produits pourtant très intéressants.

À l'inverse la résistance aux fongicides de type DMI, semble avoir régressée en 2013, à l'exception de deux régions. Nous rappelons que, dans le cas de la détection de l'allèle de résistance 136, celle-ci n'entraîne pas systématiquement de perte d'efficacité et dépend de la fréquence rencontrée dans les parcelles. De plus, la résistance croisée entre les différentes molécules inhibant la C14-déméthylase n'est pas systématique, il est donc toujours conseillé de ne pas utiliser le même DMI en cours de saison et de limiter le nombre d'applications, comme préconisé dans la note technique commune [1].

Des cas de résistance au quinoxyfène sont apparus en Aquitaine en 2013. Il conviendra de suivre l'évolution de la résistance à cette matière active, laquelle pourrait conduire à de la résistance croisée positive avec le proquinazid.

Une bonne lecture des étiquettes (identifier la matière active) et un recoupement avec l'index phytosanitaire suffisent pour éviter de mauvais choix dans les programmes de traitements. Avant toute chose, un traitement efficace est un traitement bien appliqué avec du matériel bien réglé et à la bonne dose. N'omettez pas les bonnes pratiques prophylactiques, qui peuvent, à elles seules, participer à la diminution de la pression épidémique des agents pathogènes. Il est important de gérer les épidémies et d'utiliser, par exemple, des outils de prévisions de risques et les OAD (outil d'aide à la décision), et surtout d'éviter de courir derrière l'épidémie. Il est primordial de juguler l'épidémie dès son apparition pour en limiter l'extension et les effets néfastes sur la culture.

## PSTT VITI

Forte d'une équipe solide de permanents bénéficiant d'une véritable expérience professionnelle, l'Entreprise PSTT VITI ( Prestations de Services Tous Travaux Viticoles) propose une large gamme de prestations de services viticoles :



**Taille, séchage, pliage**  
**Complantation**  
**Palissage**  
**Traçage, plantation**  
**Epamprage, relevage**  
**Effeuilages**  
**Vendanges vertes**  
**Vendanges**

Miguel Martinho Afonso  
 13, route du Port de Lamarque - 33460 LAMARQUE  
 Tél. / Fax 05 56 58 95 81 - Port. 06 20 39 00 24  
 www.psttviti.fr - contact@psttviti.com

## Recherche viticulteurs pour constituer un réseau de surveillance

Afin de mieux comprendre l'évolution de ces résistances, un programme Inra, intitulé " FONDU ", vise à construire une base de données sur la résistance de l'oïdium et du mildiou de la vigne, qui devrait permettre d'analyser les données et de construire des modèles de gestion des risques. Pour alimenter correctement cette base, nous recherchons des viticulteurs, en viticulture conventionnelle et/ou biologique qui seraient intéressés par la constitution d'un réseau en Aquitaine sur trois ans et qui nous aideraient en nous envoyant des échantillons de feuilles et/ou de grappes oïdiées en début et/ou en fin de saison. En retour, nous fournirons gracieusement l'état de la résistance aux Qol et aux DMI de leur parcelle, voire à d'autres fongicides, selon le développement des outils moléculaires. Nous développons aussi un outil smartphone de saisie en direct des données des parcelles et les participants pourront avoir accès à leurs données, mais aussi aux données régionales et nationales de l'état de résistance (données restant anonymes). Si certains viticulteurs sont intéressés, ils peuvent nous contacter à coriocos@bordeaux.inra.fr

■ Marie-France Corio-Costet <sup>1</sup>, Marie-Cécile Dufour <sup>1</sup>,  
Séverine Fontaine <sup>2</sup>, et Annie Micoud <sup>2</sup>.

(1) Inra, UMR Santé et Agroécologie du vignoble,  
1065, ISVV, CS 20032, 33882 Villenave d'Ornon.

(2) Anses, Laboratoire de Lyon, Résistance aux  
produits phytosanitaires, 69364 Lyon cedex

## Remerciements

Nous remercions particulièrement J. Grosman (Dgal) et le groupe de la note technique nationale, l'ensemble des CA, Sral, Fredon qui ont participé à l'envoi des échantillons à l'Anses. Un grand merci à Dominique Blancard pour les photographies.

## Références bibliographiques

[1]-Note technique commune gestion de la résistance 2014, maladie de la vigne : mildiou, oïdium, pourriture grise. <http://www.vignevin-sudouest.com/cartes/bulletins/documents/notetechniquecommuneVigne2014.pdf>. (p.43-47)

[2]-R4P (2014) Une première à Avignon, les JER, journées d'échanges sur les résistances. Autour des résistances aux produits de protection des plantes, un dialogue entre recherche et " terrain ". Phytoma, N°670, janvier 2014, 7-9.

[3]-Corio-Costet M-F., Dufour M-C. Fontaine S., Micoud A. (2012) Oïdium de la vigne, évolution de la résistance aux fongicides de 2008 à 2011. *Phytoma*, 655 : 11-14.

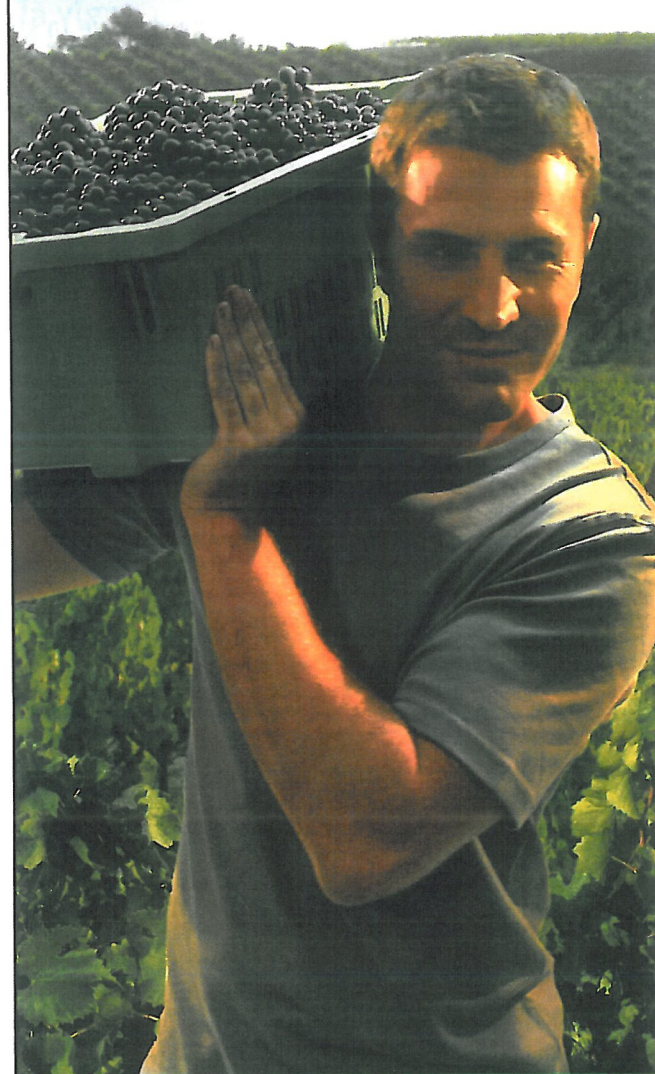
[4]-Corio-Costet M-F., Dufour M-C. (2013) Le point sur la résistance aux fongicides : mildiou vs oïdium. *Union girondine des vins de Bordeaux*, mai, 53-57.

## Notes

\* BSV : bulletin de santé du végétal

\*\* **Allèle de résistance** : modification d'une base nucléique dans l'ADN codant pour un gène, qui modifie la composition finale de la protéine cible du champignon (souvent une enzyme) et qui est responsable totalement, ou pour partie de la résistance observée à une molécule ou à un mode d'action donné.

## Vivando®, l'alternance incontournable de votre programme anti-oïdium.



L'efficacité  
préventive  
de 14 jours.

[www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr)

**BASF**

The Chemical Company

AGENCE D'IMPRESSE: GRIFFON SCARLETT. © Vivando® marque déposée BASF. Autorisation de vente N°2065/191. Contre-indication: 600 g/l minimum. Classement: H411. Usage: usage agricole. Conditions d'emploi: voir le [www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr). BASF Agri SAS - 21, Chemin de la Souffrède - 69134 Ecully Cedex. BSV/F/ET/08. Avril 2014. Crédit photo: Didier Micoud.

**PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION. AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.**