



NOTE TECHNIQUE COMMUNE GESTION DE LA RESISTANCE 2013

MALADIES DE LA VIGNE

MILDIU, OÏDIUM, POURRITURE GRISE

date de diffusion : 26 mars 2013

Cette note a été rédigée par un groupe de travail réunissant des représentants de la Direction Générale de l'Alimentation – Sous-Direction de la Qualité et de la Protection des Végétaux (DGAI-SDQPV), de l'Agence nationale de sécurité sanitaire-Unité résistance aux produits phytosanitaires (Anses-RPP), de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), du Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne (CIVC), de l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) et des Chambres d'Agriculture.

La présente note a pour objectif de décrire la situation de la résistance vis-à-vis du mildiou, de l'oïdium et de la pourriture grise dans le vignoble français et de donner des recommandations d'utilisation des fongicides concernés par ce phénomène. Elle doit aider les viticulteurs et leurs conseillers à gérer les situations de résistance générées par l'utilisation répétée de certaines substances actives et permettre ainsi de maintenir une efficacité de la protection dans un objectif de réduction des traitements.

Depuis 2012, le plan de surveillance de la résistance aux produits phytosanitaires fait partie du suivi des effets non intentionnels des pratiques agricoles (avec le suivi de la biodiversité) inclus dans l'axe 5 (surveillance biologique du territoire) du plan ECOPHYTO. Les analyses sont réalisées par le laboratoire de l'Unité de Résistance aux produits phytosanitaires de l'Anses de Lyon en collaboration avec l'INRA. Des données de terrain, notamment issues d'essais d'efficacité en situation de résistance, complètent le dispositif.

Avvertissement: toutes les substances actives rentrant dans la composition des préparations autorisées pour protéger la vigne contre ces trois maladies sont listées dans cette note. Les recommandations concernent uniquement la gestion des phénomènes de résistance, sans se prononcer sur les efficacités intrinsèques des différentes substances actives considérées.

MALADIES DE LA VIGNE

Prophylaxie et qualité de pulvérisation : des mesures préventives indispensables pour améliorer la stratégie de protection en limitant les risques de résistance.

Les conditions de réussite de la protection du vignoble vis-à-vis des maladies sont d'autant plus favorables que sa mise en œuvre est accompagnée :

- d'une qualité de pulvérisation irréprochable,
- de mesures prophylactiques qui viennent limiter le développement des champignons.

Ces mesures participent à la diminution de la pression de sélection sur les champignons, et, de ce fait, **contribuent à la limitation du risque de résistance.**

Pour l'ensemble des maladies, les mesures prophylactiques passent par :

- **la limitation de la vigueur de la vigne** par un raisonnement, dès la mise en place de la vigne, du choix d'un porte-greffe adapté, et éventuellement du cépage et du clone. Sur une vigne en production, la vigueur peut se maîtriser par la diminution des apports (notamment azotés) et par l'enherbement permanent (spontané ou maîtrisé) : en fonction des possibilités techniques et de la diminution de vigueur recherchée, la largeur de la bande enherbée pourra être modulée.
- **des rognages raisonnés** pour éliminer la jeune végétation (très sensible au mildiou) et permettre une meilleure pénétration de la pulvérisation, améliorant l'efficacité de la protection.

En ce qui concerne plus spécifiquement **le mildiou**, il convient en outre :

- **d'éviter la formation de mouillères** en réalisant un drainage du sol,
- **d'éliminer tous les rejets** (pampres à la base des souches, plantules issues de la germination de pépins,...) qui favorisent l'installation des foyers primaires de mildiou et participent au démarrage précoce de l'épidémie.

En ce qui concerne plus spécifiquement **la pourriture grise**,

la prophylaxie doit s'appliquer, quel que soit le risque parcellaire.

En cas de risque faible, la prophylaxie suffit et dans ce cadre, il convient de :

- **bien aérer les grappes** par une taille et un mode de palissage qui assurent une répartition homogène des grappes. L'ébourgeonnage, le rognage, l'effeuillage, et éventuellement l'éclaircissage permettent d'éviter l'entassement de la végétation,
- **limiter les blessures des baies** par une **maîtrise correcte des vers de la grappe et de l'oïdium** lors de fortes pressions afin de diminuer les portes d'entrée du champignon dans les baies,
- **limiter les blessures engendrées lors des opérations d'effeuillage** en effectuant les réglages adéquats du matériel utilisé.



MILDIOU

En 2012, le plan de surveillance de la résistance a concerné deux groupes d'anti-mildiou : les **CAA** (regroupant *diméthomorphe*, *iprovalicarbe*, *benthiavalicarbe*, *mandipropamid* et *valifénalate*), et les **Qil** (*cyazofamide*). L'*ametoctradine*, utilisée pour la première fois en 2011, est considérée comme faisant partie de ce dernier groupe.

La recherche de la résistance est réalisée à l'aide de tests biologiques. Les spores de mildiou sont mises en présence de différentes concentrations de fongicides. L'analyse met en évidence la présence plus ou moins importante de phénotypes résistants.

Durant la campagne 2009, la situation de la résistance aux **CAA** s'était assez fortement dégradée et les sites résistants étaient devenus majoritaires dans la plupart des vignobles. En 2010, la pression de la maladie a été plus faible, et quasi inexistante en 2011 dans la plupart des vignobles sauf localement. En 2012, le plan de surveillance a concerné exclusivement les régions Bourgogne, Rhône Alpes et Champagne pour lesquelles le nombre de populations testées était suffisant pour juger d'une évolution. Malgré la baisse d'utilisation de ces fongicides, constatée ces 3 dernières années (moins de 1 traitement en moyenne), la résistance est toujours fortement installée (80 à 90 % de sites présentent des souches résistantes).

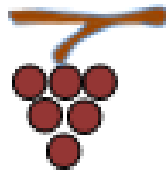
Dans ce contexte, la surveillance de cette résistance reste une priorité.

En ce qui concerne les **Qil**, des souches résistantes avaient été identifiées en 2010 et 2011 dans 6 populations sur 128 testées, provenant de 7 vignobles différents. En 2012, 4 populations contenant quelques souches résistantes ont été détectées sur 95 testées. Même si cette résistance ne semble pas progresser actuellement, la vigilance doit être maintenue.

Autres substances actives :

- pour rappel, après plusieurs années de suivi, aucune résistance à la **zoxamide** (33 populations testées) n'a été décelée en 2010 dans le vignoble français.
- le **fluopicolide** appartient à une nouvelle famille chimique (les acylpicolides) pour laquelle aucune résistance spécifique n'est connue à ce jour. Il est associé au *fosétyl-Al*.
- en ce qui concerne le **cymoxanil**, dans le cadre de l'approbation de cette substance active, les préparations qui la contiennent sont en réexamen. De nouvelles conditions d'applications sont à attendre.
- **Qol et anilides** : pour toutes ces familles, affectées par la résistance, il sera nécessaire de s'assurer, par des essais de terrain, que les substances actives concernées participent encore à l'efficacité des préparations qui les contiennent.

*Dans le tableau ci-après, les fongicides **anti-mildiou** sont classés en 9 groupes chimiques ne présentant pas de résistance croisée entre eux. Dans ces conditions, la pratique de l'alternance des fongicides à modes d'action différents reste une règle facile à appliquer.*





MILDIOU de la VIGNE

Groupes chimiques Substances actives		Observations - Recommandations
Préparations à base de cyanooximes		
1	cymoxanil + fongicide(s) de surface	<p>Une dérive de la sensibilité du mildiou au <i>cymoxanil</i> existe dans les vignobles français depuis plusieurs années et il est probable que l'efficacité des préparations à base de <i>cymoxanil</i> soit conditionnée par la nature et la dose de la/des substance(s) active(s) associée(s).</p> <p>Par précaution, veiller à ne pas construire un programme anti-mildiou s'appuyant uniquement sur des produits contenant du <i>cymoxanil</i>.</p>
Préparations à base de benzamides		
2	zoxamide + fongicide de surface	Aucune dérive de sensibilité décelée à ce jour. Les autorisations de mise sur le marché fixent à 3 le nombre maximal d'applications par an.
Préparations à base de CAA		
3	diméthomorphe, iprovalicarbe, bentiavalicarbe, mandipropamid, valifénalate +fongicide de surface (+ fosétyl-AI)	Les sites résistants restent majoritaires dans le vignoble français ; des souches résistantes sont présentes dans 80 % des situations. Dans les parcelles où la résistance est fortement installée, la substance active associée au CAA joue un rôle important pour sécuriser l'efficacité de la préparation. Il est recommandé de se limiter à une seule application, éventuellement deux non consécutives. Il convient de ne pas utiliser les produits à base de CAA sur attaque déclarée.
Préparations à base de Qol		
4	azoxystrobine, famoxadone, pyraclostrobine + fongicide de surface (+ <i>cymoxanil</i>) fénamidone + fosétyl AI	La présence généralisée de la résistance rend sans intérêt l'emploi des substances actives de cette famille dans la lutte contre le mildiou. Dans ce contexte, l'efficacité anti-mildiou des préparations à base de Qol est souvent exclusivement liée à la nature et à la dose de la/des substance(s) active(s) associée(s).
Préparations à base de Qil		
5	cyazofamide + di-sodium phosphonate amétoctradine (1) + métirame	<p>Comme en 2010 et 2011, quelques souches résistantes aux Qil ont été détectées en 2012. Les mécanismes de résistance sont à l'étude.</p> <p>Par précaution et dans l'attente de résultats complémentaires, il est recommandé de ne pas dépasser 2 applications par an avec des préparations contenant l'une ou l'autre des substances actives <i>cyazofamide</i> ou <i>amétoctradine</i>.</p>
Préparations à base d'anilides		
6	bénalaxyl, bénalaxyl-M, méfénoxam + fongicide de surface	La résistance aux anilides limite l'intérêt de cette famille dans la lutte anti-mildiou. L'efficacité des préparations à base d'anilides est souvent directement liée à la nature et à la dose de la substance active associée. L'utilisation de ces associations doit être restreinte (1 à 2 traitements maximum par an). Leur emploi en curatif, sur mildiou déclaré ou en pépinières est à proscrire.
Préparations à base d'acylpicolides		
7	fluopicolide + fosétyl AI	Pas de résistance connue à ce jour. Les autorisations de mise sur le marché mentionnent "au plus une application par an".
Préparations à base de phosphonates		
8	fosétyl AI + fongicide de surface (+ <i>cymoxanil</i>) phosphonate de potassium	<p>Aucune dérive de sensibilité identifiée à ce jour.</p> <p>Leur valorisation est optimale si leur emploi intervient durant la période de croissance active de la vigne.</p>
Préparations à base de fongicides de surface (ou de contact)		
9	folpel, mancozèbe, manèbe, métirame, propinèbe, composés du cuivre, huile essentielle d'orange douce	Ces matières actives à mode d'action "multi-sites" ne sont pas concernées par les phénomènes de résistance.

(1) substance active classée dans le groupe des Qil dans l'attente de précisions sur son mode d'action



OÏDIUM

En 2012, le plan de surveillance portait essentiellement sur la famille des QoI (strobilurines = *azoxystrobine*, *krésoxim-méthyl*, *pyraclostrobine*, *trifloxystrobine*). Des tests complémentaires ont été réalisés pour les IDM et le quinoxyfène.

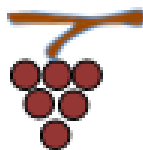
La recherche de la résistance aux QoI et aux IDM est réalisée à l'aide de tests biomoléculaires. Ces tests consistent, après identification du mécanisme de la résistance (ex: substitution d'un acide aminé dans une protéine), à rechercher la mutation responsable de ce mécanisme. La relation entre la fréquence d'une mutation et le risque de résistance en pratique est liée à plusieurs facteurs dont l'existence d'autres mécanismes et le facteur de résistance (rapport entre dose d'inhibition des individus résistants et dose d'inhibition des individus sensibles).

Pour les **QoI** le test biomoléculaire vise à la détection de la mutation responsable de la substitution d'un acide aminé en position G143A de la protéine cible du fongicide. Il s'agit du principal mécanisme en jeu et celui-ci confère un facteur de résistance élevé. **L'efficacité des substances actives de cette famille est donc directement liée à la fréquence de la mutation.** La résistance aux **QoI**, détectée pour la première fois en France en 2008 dans le vignoble d'Armagnac, avait progressé en 2009 mais était restée cantonnée à cette zone viticole. En 2010, la situation s'est détériorée puisque des populations contenant des souches résistantes ont été détectées dans sept autres régions viticoles. En 2011 et 2012, cette résistance a encore progressé et concerne désormais pratiquement tous les vignobles. La mutation est présente dans **68 %** des populations analysées (contre 22 % en 2010 et 52 % en 2011) La fréquence moyenne de la mutation dans les populations analysées est passée de **31 %** à **44,6 %** entre 2011 et 2012. Par ailleurs, des essais réalisés sous pression de sélection ou en programme, ainsi que des suivis de terrain montrent que l'efficacité des substances actives du groupe des QoI peut être affectée en situation de résistance.

La résistance aux **IDM** est recherchée par détection de la mutation responsable de la substitution d'un acide aminé en position Y136F de la protéine cible du fongicide laquelle confère un facteur de résistance modéré. D'autres mécanismes peuvent être impliqués dans la résistance mais la substitution Y136F reste un bon marqueur de perte de sensibilité aux fongicides du groupe des IDM. **L'augmentation de la fréquence de cette mutation dans une population n'entraîne cependant pas systématiquement une perte d'efficacité.** En 2010 (54 échantillons provenant de 10 régions), 30 à 40 % des populations analysées contenaient la mutation. En 2012, le plan de surveillance a ciblé des parcelles où une résistance aux IDM était suspectée. Elle a été détectée dans 17 parcelles sur les 19 analysées. Pour 15 populations, la fréquence est supérieure à **50 %**. Pour la région Languedoc Roussillon, l'allèle de résistance est présent dans 8 populations sur les 10 analysées et le plus souvent à une fréquence supérieure à **75 %**. Néanmoins, les essais d'efficacité en situation de résistance, ne montrent pas de baisse significative d'efficacité au terrain.

Les tests réalisés sur **quinoxyfène** (tests biologiques) confirment la présence de populations résistantes dans quelques échantillons. Cette surveillance sera poursuivie dans les années à venir.

*Dans le tableau ci-après, les fongicides **anti-oïdium** sont classés en 8 groupes chimiques ne présentant pas de résistance croisée entre eux. Dans ces conditions, la pratique de l'alternance des fongicides à modes d'action différents est une règle facile à appliquer. En plus des restrictions propres à chaque famille chimique, l'utilisation de ces produits ne devrait pas dépasser, pour un groupe chimique et par saison, 50 % du nombre total d'applications anti-oïdium.*





OÏDIUM de la VIGNE		
Groupes chimiques substances actives		Observations - Recommandations
Préparations à base d'IDM (IBS du groupe 1)		
1	<i>cyproconazole, difénoconazole, flusilazole, fenbuconazole, myclobutanil, penconazole, tébuconazole, tétraconazole, triadiméno</i>	La résistance est présente au sein de cette famille avec un impact variable sur l'efficacité en fonction des substances actives. Ne pas utiliser le même IDM sur la saison. Limiter à 3 applications, et de préférence à 2, non consécutives.
Préparations à base d'amines (IBS du groupe 2)		
2	<i>spiroxamine</i>	Résistance observée chez d'autres oïdiums. Limiter à 3 applications, de préférence 2.
Préparations à base de QoI (strobilurines)		
3	<i>azoxystrobine, krésoxim - méthyl, pyraclostrobine, trifloxystrobine</i>	La situation de la résistance de l'oïdium de la vigne aux QoI qui s'était fortement dégradée entre 2009 et 2011 a poursuivi sa progression en 2012. Dans la pratique, on a pu observer une baisse significative d'efficacité à partir d'une seule application. Dans les situations où la résistance est présente, l'utilisation d'une préparation à base de QoI seul peut fragiliser le programme de protection. Il est donc recommandé de ne pas dépasser 1 application par an, de préférence en association avec des produits à mode d'action différent.
Préparations à base de phénoxyquinoléines et de quinazolinones		
4	<i>proquinazid (quinazolinones)</i> <i>quinoxifène (phénoxyquinoléines)</i>	La résistance au <i>quinoxifène</i> a été décelée très ponctuellement en France. La limitation à 2 applications maximum, de préférence non consécutives, est à respecter strictement, en prenant également en compte l'utilisation de <i>proquinazid</i> .
Préparations à base de SDHI (carboxamides)		
5	<i>boscalid</i>	Résistance non observée chez l'oïdium de la vigne mais détectée chez d'autres champignons dont <i>Botrytis cinerea</i> . Les autorisations de mise sur le marché limitent à 2 le nombre maximum d'applications.
Préparations à base de benzophénones		
6	<i>métrafénone</i>	Depuis 2009, la résistance est observée sur oïdium du blé. Les autorisations de mise sur le marché limitent à 2 le nombre maximum d'applications.
Préparations à base de dérivés du phénol		
7	<i>meptyldinocap</i>	Pas de résistance pour cette famille.
Préparations à base de minéraux		
8	<i>soufre</i>	Pas de résistance pour cette famille.
Préparations à base d'extraits végétaux		
Non chimique	<i>fenugrec, huile essentielle d'orange douce, bicarbonate de potassium</i>	Utilisable en agriculture biologique. Déconseillée en situation de "drapeaux" ou en cas de forte pression de la maladie.



POURRITURE GRISE

Le plan de surveillance de la résistance de la pourriture grise vise les 7 groupes chimiques concernés par ce phénomène. Parmi ceux-ci, 5 sont concernés par la résistance spécifique (résistance à un seul groupe chimique, voir tableau).

La recherche de la résistance est réalisée à l'aide de tests biologiques. Les spores de *Botrytis cinerea* sont mises en présence de doses discriminantes des fongicides. L'analyse met en évidence des phénotypes sensibles ou résistants.

En 2012, la pression de la maladie a été faible dans la plupart des vignobles. De fait, il n'y a pas eu de surveillance en Champagne. La maladie a essentiellement évolué avec les pluies de fin septembre dans les secteurs non encore vendangés.

L'utilisation des fongicides à base de **dicarboximides** devient anecdotique et la fréquence de parcelles présentant une résistance à cette famille a diminué de façon progressive et importante. Néanmoins, cette résistance reste toujours présente avec des fréquences de souches résistantes allant de 4 à 30% en fonction des vignobles.

Avec l'interdiction du carbendazime en 2006, les **benzimidazoles** ne sont pratiquement plus utilisés. Néanmoins, la résistance reste encore très présente. En 2011, plus de 90 % des parcelles étaient concernées en Champagne, 50 % sur les autres vignobles en 2012, avec une fréquence de souches résistantes qui ne dépasse pas 20 %.

Le pourcentage de parcelles présentant une résistance aux **anilino-pyrimidines** est assez variable suivant les vignobles et les années. Pour les 2 régions les plus impactées (Aquitaine et Bourgogne) les taux respectivement de 17% et 6% étaient les plus faibles depuis 2004. Les chiffres sont de nouveau à la hausse en 2012, le pourcentage de souches résistantes dans les parcelles concernées progresse globalement avec une moyenne de plus de 20 %. En Champagne, après une phase de progression, cette résistance s'est stabilisée suite à une limitation de l'utilisation des fongicides de ce groupe. 70% des parcelles sont concernées par la résistance, et, en moyenne 8 % des souches collectées en 2011 sont résistantes.

Depuis 2004 (date de sa première détection en Champagne), la résistance au **fenhexamid** n'a cessé de

progresser jusqu'en 2010 avec 2/3 de parcelles concernées, essentiellement dans les vignobles du Nord-Est (jusqu'à 90 % en Bourgogne et 80 % en Champagne), associée à une fréquence de souches résistantes de l'ordre de 30 % (15 % en Champagne). Cette résistance semble se stabiliser dans un contexte de faible pression de la maladie en 2011 et 2012 et d'une moindre utilisation des antibotrytis.

La résistance aux **carboxamides** (= SDHI) a été détectée pour la première fois en Champagne en 2007, un an après le début de son utilisation. En 2012, cette résistance est présente dans de nombreux vignobles, mais à une fréquence encore faible (15 % des parcelles et 7 % de souches résistantes). En Champagne, la progression significative de la résistance (30 % des parcelles étaient concernées en 2011) a été stabilisée grâce à une restriction de l'utilisation des fongicides. La fréquence de souches résistantes reste faible (5%).

La **résistance multiple** (MultiDrug Resistance ou MDR) induit une résistance croisée positive entre tous les anti-Botrytis spécifiques. Elle est décelée dans de nombreux vignobles à des fréquences variables. Elle concerne environ 50 % des parcelles, et jusqu' à 100 % en Champagne avec des fréquences élevées, héritage d'une utilisation plus importante d'anti-botrytis dans le passé. Cependant, les facteurs de résistance sont faibles à moyens, et ne semblent pas induire de baisse significative d'efficacité de la protection en pratique.

À ce jour, et pour l'ensemble des groupes chimiques, les expérimentations n'ont pas mis en évidence de baisse d'efficacité sur le terrain, que ce soit pour la résistance spécifique ou pour la résistance multiple.

Jusqu'à présent, les recommandations d'emploi des fongicides anti-botrytis, basées sur la limitation d'utilisation de chaque famille chimique ont fait leurs preuves. Quelle que soit la stratégie, l'emploi d'un seul produit par famille chimique et par an est impératif. De plus, l'alternance pluriannuelle pour toute famille chimique concernée par la résistance spécifique est fortement recommandée. Cette mesure s'impose tout particulièrement en cas d'intervention unique..

Groupes ou familles chimiques	Substances actives	Détection en France, en 2010, de souches résistantes ou à sensibilité réduite	
		Résistance spécifique	Résistance multiple (MDR)
Anilino-pyrimidines	pyriméthanol, mépanipyrim, cyprodinil	oui	oui
Benzimidazoles	thiophanate-méthyl	oui	oui
SDHI (Carboxamides)	boscalid	oui	oui
Hydroxylanilides	fenhexamid	oui	oui
Dicarboximides	iprodione	oui	oui
Phénylpyrroles	fludioxonil	non	oui
Pyridinamines	fluazinam	non	oui

LUTTE BIOLOGIQUE

En complément des mesures prophylactiques mais avec une efficacité variable et limitée, il est possible d'utiliser des produits à base de *Bacillus subtilis*, d'*Aureobasidium*

pullulans, et de bicarbonate de potassium notamment en complément de la lutte chimique. Ces produits ne sont actuellement pas concernés par les phénomènes de résistance.