



NOTE TECHNIQUE COMMUNE GESTION DE LA RESISTANCE 2018 MALADIES DE LA VIGNE : MILDIOU, OÏDIUM, POURRITURE GRISE

date de diffusion : 14 février 2018 (version corrigée suite ajouts de substances dans le tableau botrytis)

Cette note a été rédigée par l'Institut français de la vigne et du vin (IFV) sur la base d'éléments recueillis dans le cadre d'un groupe de travail réunissant des experts de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail -unité Résistance aux produits phytosanitaires (Anses-RPP), de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), du Comité interprofessionnel du vin de Champagne (Comité Champagne - CIVC), des Chambres d'agriculture et de la Direction générale de l'alimentation –Sous-Direction de la qualité, de la santé et de la protection des Végétaux (DGAL-SDQSPV).

La présente note a pour objectifs :

- 1) de présenter les éléments de stratégie préventive en matière d'apparition de résistances,
- 2) de décrire la situation générale en 2017 de la résistance du mildiou, de l'oïdium et de la pourriture grise de la vigne vis-à-vis des principales familles de substances actives visées par le plan de surveillance,
- 3) d'établir des recommandations générales vis à vis de ces résistances dans un objectif de réduction des traitements.

Les recommandations de cette note se basent d'une part sur la connaissance du statut des résistances dans les populations (Occurrences des résistances, vignobles concernés, pertes d'efficacité éventuelles observées dans les essais) et d'autre part sur la connaissance des mécanismes de résistance et les caractéristiques des souches résistantes (niveau de résistance, spectre de résistance croisée notamment). Ces différentes informations sont issues :

- des résultats du plan de surveillance national de la résistance aux produits phytopharmaceutiques. Ce plan de surveillance, piloté par la DGAL-SDQSPV, participe au suivi des effets non intentionnels des pratiques agricoles de l'axe 1 (surveillance biologique du territoire) du plan ECOPHYTO II. Les analyses sont réalisées, en collaboration, par le laboratoire de l'Unité Résistance aux produits phytosanitaires de l'Anses de Lyon et les laboratoires de l'INRA,
- des résultats d'autres plans de surveillance, comme celui du Comité interprofessionnel du vin de Champagne,
- des données de terrain, notamment issues d'essais d'efficacité en situation de résistance,
- des communications de professionnels et des sociétés phytopharmaceutiques auprès des experts du groupe de travail,
- de la littérature scientifique.

Avertissement : toutes les substances actives rentrant dans la composition des produits autorisés au moment de la rédaction de cette note pour protéger la vigne contre ces trois maladies sont listées dans cette note. **Le choix des substances à utiliser doit bien entendu prendre en compte leur dangerosité.** Les recommandations indiquées dans les tableaux visent à prévenir et gérer spécifiquement les phénomènes de résistance. Selon les situations, il s'agit soit de limiter, voire stopper la progression d'une résistance récemment détectée, soit d'optimiser l'efficacité au terrain des modes d'action pour les résistances établies. Il s'agit de limiter ainsi l'impact négatif d'applications répétées de fongicides rendues moins efficaces, voire inutiles, à cause des phénomènes de résistance.

Prophylaxie et qualité de pulvérisation: une nécessité 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 maladies.

Ces mesures participent à limiter les tailles des populations (diminuer l'intensité des épidémies) de champignons pathogènes et, de ce fait, **contribuent à la limitation du risque de résistance(s).**

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

- **la limitation de la vigueur** par le raisonnement, dès l'implantation 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 bouillie lors de la pulvérisation, améliorant ainsi l'efficacité de la protection.

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

- **d'éviter la formation de mouillères** en favorisant l'élimination des excès d'eau,
- **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 rend souvent inutile l'application de traitements. 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.

Généralités sur les stratégies de gestion de la résistance.

De manière générale, la prévention et la gestion des résistances reposent sur la diversification de l'usage des modes d'action qui s'appuie sur différentes stratégies : limitation des traitements, association de modes d'actions différents, alternance des modes d'action, mosaïque territoriale et modulation de la dose (peu utilisée en viticulture pour gérer la résistance). Les stratégies anti-résistance visent à maximiser l'hétérogénéité de la sélection par les fongicides et ainsi à réduire l'adaptation des populations.

Limitation des traitements : l'efficacité de cette stratégie repose sur une réduction quantitative de la pression de sélection. De manière plus générale, toute mesure (par exemple la prophylaxie – voir plus haut) se substituant à un traitement fongicide et contribuant à diminuer les épidémies fongiques participe à limiter le risque de résistance et doit donc être utilisée prioritairement.

Association des modes d'action : cette stratégie consiste à associer deux substances de modes d'action différents (ne présentant pas de résistance croisée positive) se protégeant mutuellement du risque de résistance. Cette stratégie peut être mise en défaut si l'un des partenaires présente déjà une résistance. Les associations d'un mode d'action concerné par la résistance et d'un multisite (non concerné par la résistance) visent principalement à gérer l'efficacité de la spécialité.

Alternance des modes d'action au sein d'un programme et/ou au fil des saisons : cette stratégie consiste à introduire, entre 2 applications d'un même mode d'action, une ou plusieurs applications avec des modes d'actions différents, dénommées *breakers*. Elle permet d'exercer des pressions de sélection diversifiées dans le temps, pour diminuer la fréquence des individus résistants dans les populations à chaque mode d'action. Cette stratégie ne peut être effective que si les descendants des individus résistants sélectionnés par un mode d'action sont tués par un mode d'action différent. Cette stratégie est d'autant plus efficace que les individus résistants présentent une fitness réduite (moindre compétitivité par rapport aux individus sensibles). Il faut dès lors qu'il y ait concomitance entre changement de génération et changement de substance active. Pour limiter la résistance, le nombre de *breakers* à introduire entre deux applications du même mode d'action est donc à raisonner, en théorie, d'une part selon la durée des générations (dépendante des conditions climatiques) et d'autre part selon la rémanence des substances utilisées. Des travaux récents, réalisés avec des substances rémanentes, montrent que deux applications consécutives gèrent plus efficacement la résistance qu'une alternance avec un seul *breaker*.

Mosaïque territoriale : cette stratégie correspond à l'utilisation de plusieurs modes d'action au même moment, mais dans des parcelles différentes, pour limiter les « effets de masse » et créer une hétérogénéité spatiale de la sélection. L'efficacité de la *mosaïque* est réputée varier selon les distances de migration des bioagresseurs.

L'efficacité de l'alternance et de la mosaïque, destinées à éteindre des foyers de résistance en émergence, varie donc en fonction des modes d'action et de la biologie des agents pathogènes. Il est ainsi difficile, en l'état actuel des connaissances, de faire des recommandations précises (en particulier concernant un nombre de *breakers*) permettant de couvrir toutes les situations.

MILDIOU

Les modes d'actions et groupes chimiques particulièrement concernés par la résistance sont les cyanooximes, les CAA, les QoI-P et les anilides.

Des premiers cas de détections de résistance ont été rencontrés récemment sur des modes d'actions non encore concernés : QoI-D, Qil et acylpicolides. Dans ce contexte, le respect des recommandations est indispensable.

Groupes chimiques et/ou modes d'action <i>substances actives</i>	Type de résistance <i>Mécanisme de résistance</i>	Occurrence ¹ de la résistance <i>Evolution</i>	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base de cyanooximes				
<i>cymoxanil</i>	Spécifique <i>Mécanisme inconnu</i>	Elevée <i>Stabilisation</i>	Efficacité souvent insuffisante.	2 applications au maximum Association obligatoire avec un autre mode d'action.
Produits à base de benzamides				
<i>zoxamide</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance sur vigne	-	-	Pas de recommandations particulières.
Produits à base de CAA				
<i>diméthomorphe</i> <i>iprovalicarbe</i> <i>benthiavalarbe</i> <i>mandipropamide</i> <i>valifénalate</i>	Spécifique <i>Modification de la cible (PvCesA3 G11405S/V/Y)</i>	Elevée <i>Stabilisation</i>	Baisse d'efficacité constatée.	2 applications au maximum. Association obligatoire avec un autre mode d'action.

MILDIU (suite)

Groupes chimiques et/ou modes d'action substances actives	Type de résistance Mécanisme de résistance	Occurrence ¹ de la résistance Evolution	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base de QoI (QoI-P)				
<i>azoxystrobine</i> <i>pyraclostrobine</i>	Spécifique Modification de la cible (Cytb G143A)	Elevée Stabilisation	Efficacité souvent insuffisante.	De préférence 1 application + 1 supplémentaire si risque black rot après fermeture de la grappe, soit 2 applications au maximum, en association, toutes cibles confondues.
Produits à base de QoI-D (QoSI)				
La mutation associée à la résistance à l'amétoctradine suggère que cette molécule se fixe à la fois sur les sites Qo et Qi du cytochrome b et pourrait amener à revoir la nomenclature de ce fongicide (QioI).				
<i>amétoctradine</i>	Spécifique Modification de la cible (Cytb S34L)	Faible à moyenne En progression (Sud-Ouest principalement, ponctuellement dans le Nord-Est)	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	2 applications au maximum : de préférence 1 QoI-D + 1 QioI.
	Non spécifique Respiration alternative (AOX)	Moyenne à forte En progression		
Produits à base de Qil				
<i>cyazofamide</i> <i>amisulbrom</i>	Spécifique Modification de la cible (Cytb E203ins.DE ou mutation ponctuelle)	Faible à moyenne En progression (Quart Sud-Ouest principalement concerné)	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	2 applications au maximum : de préférence 1 QoI-D + 1 QioI.
	Non spécifique Respiration alternative (AOX)	Moyenne à forte. En progression		
Produits à base d'anilides				
<i>bénalaxyl</i> <i>bénalaxyl-M</i> <i>métalaxyl-M</i>	Spécifique Modification de la cible (ARN PolI mutation inconnue)	Elevée Stabilisation	Efficacité souvent insuffisante.	2 applications au maximum. Association obligatoire avec un autre mode d'action.
Produits à base d'acylpicolides				
<i>fluopicolide</i>	Spécifique Mécanisme inconnu	Faible Détection ponctuelle (Sud, Sud-Ouest, Nord-Est)	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	1 application au maximum.

MILDIOU (suite)

Groupes chimiques et/ou modes d'action substances actives	Type de résistance Mécanisme de résistance	Occurrence ¹ de la résistance Evolution	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base de phosphonates				
<i>fosétyl Al</i> <i>phosphonate de potassium</i> ² <i>disodium phosphonate</i> ²	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Produits à base de substances multi-sites				
<i>composés du cuivre</i> <i>dithianon</i> <i>folpel</i> <i>mancozèbe</i> <i>métirame</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Stimulateurs des défenses des plantes				
<i>cerevisane</i> ² <i>COS-OGA</i> ²	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Produits au mode d'action inconnu				
<i>huile essentielle d'orange douce</i> ²	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-

¹ Occurrence = pourcentage de parcelles avec détection de résistance.

² Substances contenues dans les produits figurant sur la liste des produits de biocontrôle (voir Note de service DGAL/SDQSPV/2018-54 du 22/01/2018).

OÏDIUM de la VIGNE

En l'état actuel des connaissances, 3 modes d'action ou groupes chimiques sont particulièrement concernés par la résistance : les IDM, les QoI-P, et les azanaphtalènes. Leur utilisation (plus particulièrement celle des QoI-P) est susceptible de fragiliser les programmes de protection et de reporter la pression de sélection sur les autres modes d'action. Il est nécessaire d'alterner les traitements contenant ces modes d'action avec des produits à modes d'action non concernés par la résistance et suffisamment efficaces, et de ne pas les utiliser en succession (ex : IDM suivi de QoI-P ou azanaphtalènes). **Des recommandations particulières, prenant en compte ces éléments, ou le contrôle d'autres cibles, comme le black rot, pourront être proposées pour s'adapter aux spécificités régionales.**

Les mesures de prophylaxie et la qualité de la pulvérisation contribuent à la limitation du risque de résistance (voir p.1).

Groupes chimiques et/ou <u>modes d'action</u> <i>substances actives</i>	Type de résistance <i>Mécanisme de résistance</i>	Occurrence ¹ de la résistance <i>Evolution</i>	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base d'IDM (IBS du groupe I)				
<i>difénoconazole</i> <i>fenbuconazole</i> <i>myclobutanil</i> <i>penconazole</i> <i>tébuconazole</i> <i>tétraconazole</i> <i>triadimérol</i>	Spécifique <i>Modification de la cible (Cyp51 Y136F + autres ?)</i>	Elevée <i>Stabilisation</i>	Les efficacités peuvent varier selon les substances IDM et les situations.	2 applications au maximum. En cas de risque Black-rot, 1 application supplémentaire possible après fermeture de la grappe. De préférence 1 application au maximum par substance IDM.
Produits à base d'amines (IBS du groupe II)				
<i>spiroxamine</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance sur vigne	-	-	De préférence 2 applications au maximum.
Produits à base de QoI (QoI-P)				
<i>azoxystrobine</i> <i>krésoxim-méthyle</i> <i>pyraclostrobine</i> <i>trifloxystrobine</i>	Spécifique <i>Modification de la cible (Cytb G143A)</i>	Elevée <i>Stabilisation (diminution observée localement (NE))</i>	Baisse d'efficacité constatée.	De préférence 1 application + 1 supplémentaire si risque black rot après fermeture de la grappe, soit 2 applications au maximum, en association, toutes cibles confondues.
Produits à base d'azanaphtalènes				
<i>proquinazide</i> (quinazolinones) <i>quinoxifène</i> (phénoxyquinoléines)	Spécifique <i>Mécanisme inconnu</i>	Faible à moyenne <i>Stabilisation</i>	Baisse d'efficacité constatée mais non généralisée.	2 applications au maximum. De préférence 1 application pour limiter le risque d'extension.
Produits à base de SDHI				
<i>boscalid</i> (pyridines-carboxamides) <i>fluopyram</i> (pyridinyles-éthyl-benzamides) <i>fluxapyroxad</i> (pyrazoles-carboxamides)	Spécifique <i>Modification de la cible (SdhB H242R/Y ; SdhC G169D)</i>	Faible <i>Détections ponctuelles (Sud-Est)</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	2 applications au maximum. De préférence 1 application au maximum par groupe chimique.
Produits à base d'aryl-phényl-kétones				
<i>métrafénone</i> (benzophénones) <i>pyriofénone</i> (benzoylpyridines)	Spécifique <i>Mécanisme inconnu</i>	Faible <i>En progression localement (Bourgogne)</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	2 applications au maximum. De préférence 1 application pour limiter le risque d'extension.

Oïdium (suite)

Groupes chimiques et/ou modes d'action substances actives	Type de résistance Mécanisme de résistance	Occurrence ¹ de la résistance Evolution	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base d'amidoximes				
<i>cyflufenamide</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance sur vigne mais résistance identifiée sur d'autres cultures	-	-	Pas de recommandations particulières.
Produits à base de substances multi-sites				
<i>meptyldinocap soufre²</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Stimulateurs des défenses naturelles des plantes				
<i>cerevisane²</i> <i>COS-OGA²</i> <i>extrait de fenugrec²</i> <i>laminarine²</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Produits de mode d'action inconnu				
<i>huile essentielle d'orange douce²</i> <i>hydrogénocarbonate de potassium (bicarbonate de potassium)²</i>	Non concerné par les phénomènes de résistance			-

¹ Occurrence = pourcentage de parcelles avec détection de résistance.

² Substances contenues dans les produits figurant sur la liste des produits de biocontrôle (voir Note de service DGAL/SDQSPV/2018-54 du 22/01/2018).

POURRITURE GRISE

RECOMMANDATIONS GENERALES

Les recommandations d'emploi des fongicides anti-botrytis (basées sur la limitation d'utilisation de chaque famille chimique) et de respect des mesures de prophylaxie (p.1) ont fait leurs preuves. Quelle que soit la stratégie, l'emploi d'un seul produit par famille chimique et par an est impératif. L'alternance pluriannuelle pour toute famille chimique concernée par la résistance spécifique est fortement recommandée.

Remarque : pour les groupes chimiques ou modes d'action concernés par une résistance spécifique ou non spécifique (résistance multidrogues), les occurrences (% de parcelles avec résistance détectée) sont en général moyennes à élevées. Ainsi, à la différence du mildiou et de l'oïdium, la fréquence de résistance indiquée correspond à la proportion moyenne d'individus résistants dans les populations. Les éléments du tableau sont basés principalement sur les données du plan de surveillance du Comité Champagne. Elles ont donc une valeur indicative.

Groupes chimiques et/ou <u>modes d'action</u> <i>substances actives</i>	Type de résistance <i>Mécanisme de résistance</i>	Fréquence d'individus résistants <i>Evolution</i>	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base d'anilinopyrimidines				
<i>pyriméthanil</i> <i>mépanipirim</i> <i>cyprodinil</i>	Spécifique <i>8 mutations portées par deux gènes</i>	Faible à moyenne <i>Stabilisation</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	1 application au maximum.
	Non spécifique <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée <i>En progression</i>		
Produits à base de benzimidazoles				
<i>thiophanate-méthyl</i>	Spécifique <i>Modification de la cible (tub2 E198A, F200Y)</i>	Faible à moyenne <i>En régression</i>	Restauration de l'efficacité.	1 application au maximum.
	Non spécifique <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée <i>En progression</i>		
Produits à base de <u>SDHI</u>				
<i>boscalid</i> (pyridine-carboxamides)	Spécifique <i>Modification de la cible (SdhB H272Y/R/L/V, N230I, P225F/T/L ; SdhD H132R)</i>	Faible	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	1 application au maximum, en ne dépassant pas 2 applications au total en tenant compte de l'oïdium.
	Non spécifique <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée <i>En progression</i>		
Produits à base d'inhibiteurs de la C4-déméthylation des stérols (IBS du groupe III)				
<i>fenhexamid</i> (hydroxylanilides) <i>fenpyrazamine</i> (aminopyrazolinones)	Spécifique <i>Modification de la cible (erg27, principalement F412S/I/V)</i>	Faible à moyenne <i>Stabilisation</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	1 application au maximum.
	Non spécifique <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée <i>En progression</i>		

Groupes chimiques et/ou <u>modes d'action</u> <i>substances actives</i>	Type de résistance <i>Mécanisme de résistance</i>	Fréquence d'individus résistants <i>Evolution</i>	Impact de la résistance sur l'efficacité au terrain du mode d'action	RECOMMANDATIONS (gestion de la résistance)
Produits à base de phénylpyrroles				
<i>fludioxonil</i>	Spécifique	Non concernée par la résistance spécifique	-	1 application au maximum.
	Non spécifique <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée <i>En progression</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	
Produits à base de dicarboximides				
<i>iprodione</i> (retrait de l'approbation de la substance : 5/12/2017)	Spécifique <i>Modification de la cible (bos1, principalement I365G/S/N)</i>	Faible <i>En régression</i>	Restauration de l'efficacité.	1 application au maximum.
	Non spécifique <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée <i>En progression</i>		
Produits à base de microorganismes				
<i>Aureobasidium pullulans</i> ¹ <i>Bacillus subtilis</i> ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Stimulateurs des défenses naturelles des plantes				
<i>cerevisane</i> ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-
Produits de mode d'action inconnu				
<i>hydrogénocarbonate de potassium (bicarbonate de potassium)</i> ¹ <i>eugéno</i> ¹ , <i>géraniol</i> ¹ , <i>thymol</i> ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance	-	-	-

¹ Substances contenues dans les produits figurant sur la liste des produits de biocontrôle (voir Note de service DGAL/SDQSPV/2018-54 du 22/01/2018).