



NOTE TECHNIQUE COMMUNE *RESISTANCES* 2020

MALADIES DE LA VIGNE : MILDIOU, OÏDIUM, POURRITURE GRISE, BLACK-ROT

date de diffusion : 6 janvier 2020

Comité de rédaction

Il est constitué d'experts des structures suivantes :

- **IFV** : Institut français de la vigne et du vin
- **Anses-CASPER** : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail - Unité Caractérisation et suivi des phénomènes d'évolution des résistances aux produits de protection des plantes
- **INRAE** : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- **CIVC** : Comité interprofessionnel du vin de Champagne (Comité Champagne),
- **Chambres d'agriculture**,
- **DGAL-DEVP** : Direction générale de l'alimentation –Département de l'expertise vétérinaire et phytosanitaire

Objectifs de la note technique commune « Maladies de la vigne »

Ce document vise à :

- 1) présenter les éléments de stratégie préventive en matière de sélections des résistances,
- 2) décrire le statut des résistances en 2019 vis-à-vis des principales familles de substances actives homologuées, dans les populations de *Plasmopara viticola* (agent du mildiou), *Erysiphe necator* (agent de l'oïdium de la vigne), *Botrytis cinerea* (agent de la pourriture grise) et de *Guignardia bidwellii* (agent du black-rot)
- 3) établir des recommandations générales vis à vis de ces résistances dans un objectif de réduction et d'optimisation des traitements fongicides.

Sources d'information

Les recommandations rédigées ci-dessous se basent d'une part sur la connaissance du statut des résistances dans les populations (occurrence et/ou fréquence 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 CASPER 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 comité de rédaction,
- de la littérature scientifique.

NB : pour la pourriture grise, en raison d'une faible présence de la maladie et d'absence d'analyses en 2019, la note rapporte les éléments déjà présentés en 2018.

Substances, modes d'action et classification

Cette note liste toutes les substances actives rentrant dans la composition des produits autorisés au moment de sa rédaction pour protéger la vigne contre le mildiou, l'oïdium, la pourriture grise et le black rot. Les recommandations indiquées dans les tableaux visent prioritairement à prévenir et gérer spécifiquement les phénomènes de résistance. Selon les situations, il s'agit soit de limiter, voire de stopper la progression d'une résistance récemment détectée, soit d'optimiser l'efficacité au terrain des modes d'action pour les résistances largement 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.

Chaque mode d'action est associé aux codes proposés (1) dans la classification unifiée du **réseau R4P** (www.inra-r4p.fr; DOI [10.17605/OSF.IO/UBH5/](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UBH5/)), et (2) dans la classification du **FRAC** (codes mode d'action et code cible séparés par « / » ; <http://www.frac.info/>).

Dans chaque classification, des codes distincts indiquent des modes d'action distincts, pouvant être combinés dans les stratégies de gestion des résistances.

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**, et de la mise en œuvre 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 de la vigne** par le raisonnement, dès l'implantation, 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 effet, 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 au fil des générations. Cette stratégie ne peut être effective que si les descendants des individus résistants sélectionnés par un mode d'action sont éliminés 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.

Enfin, ces stratégies anti-résistance ne peuvent avoir un intérêt pour limiter l'évolution des résistances que lorsque ces dernières ne sont pas généralisées dans les populations, *i.e.* lorsqu'il existe encore une marge de progression des résistances (phase d'émergence ou de sélection). Il s'agit alors de ralentir, stabiliser, voire de faire régresser, la résistance dans les populations. On parle alors de « **gestion de la résistance** ». Dans les situations où la fréquence des individus résistants est importante et stabilisée dans les populations, et où la gestion de la résistance n'est plus possible, les applications de fongicides visent essentiellement à compenser la perte d'efficacité totale ou partielle causée par la résistance pour maintenir un contrôle acceptable de la maladie en situation de résistance. On parle alors de « **gestion de l'efficacité** ». Dans la colonne « Recommandations » des tableaux qui suivent, la finalité a été précisée en utilisant les mentions « *gestion de la résistance* » ou « *gestion de l'efficacité* » pour chaque mode d'action et pathogène.

MILDIOU

Les cyanooximes, les anilides, les Qol-P et les CAA, sont des groupes chimiques ou des modes d'actions concernés depuis plusieurs années par la résistance.

En l'état actuel des connaissances, les Qol-P ne sont plus recommandés pour lutter contre le mildiou.

Le dernier monitoring 2019 met en évidence une progression de la résistance aux acylpicolides. Le statut de la résistance aux Qil reste inquiétant. Dans ce contexte, le respect des recommandations est indispensable.

Recommandation générale : En cas de résistance émergente ou avérée à une substance associée à un partenaire considéré peu efficace (fosétyl-AI, phosphonates, CAA), ne pas appliquer en situation de forte pression de la maladie. Cette recommandation s'applique dans les régions où l'occurrence de la résistance est moyenne à forte.

Substances actives	Type de résistance et mécanisme de résistance	Occurrence de la résistance* et évolution en 2019	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action, au vignoble	RECOMMANDATIONS
Produits à base de Qil (code R4P : U-A3a ; codes FRAC : C4/21)				
amisulbrom cyazofamide	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (Cytb insertion E203-DE-V204 la plus fréquente, E203-VE-V204 et L201S moins fréquents).</i>	Faible à forte. <i>Maintien à une occurrence élevée dans le grand Sud-Ouest, en progression en Champagne. Des détections en Val de Loire et Bourgogne-Beaujolais.</i>	Baisse d'efficacité suspectée.	<i>Gestion de la résistance et de l'efficacité :</i> 1 application au maximum. Dans les vignobles concernés par une occurrence moyenne à forte de la résistance, privilégier l'association avec un mode d'action suffisamment efficace sinon éviter l'utilisation en situation de risque élevé.
	Résistance non spécifique. <i>Surexpression de l'alternative oxydase (AOX) impliquée dans la respiration alternative.</i>	Faible à forte. <i>En stabilisation.</i>	Baisse d'efficacité rapportée en essai.	
Produits à base de Qol (Qol-P) (code R4P : U-A5 ; codes FRAC : C3/11)				
azoxystrobine pyraclostrobine	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (Cytb G143A).</i>	Elevée. <i>Stabilisation.</i>	Efficacité souvent insuffisante.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> Non recommandé sur mildiou.
Produits à base de Qiol (code R4P : U-A6 ; codes FRAC : C8/45)				
amétoctradine	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (Cytb S34L).</i>	Faible en Champagne et forte dans le Sud-Ouest. <i>En stabilisation.</i>	Baisse d'efficacité suspectée.	<i>Gestion de la résistance et de l'efficacité :</i> 1 application au maximum. Dans les vignobles concernés par une occurrence moyenne à forte de la résistance, privilégier l'association avec un mode d'action suffisamment efficace sinon éviter l'utilisation en situation de risque élevé.
	Résistance non spécifique. <i>Surexpression de l'alternative oxydase (AOX) impliquée dans la respiration alternative.</i>	Faible à forte. <i>En stabilisation.</i>	Baisse d'efficacité rapportée en essai.	
Produits à base de CAA (code R4P : U-C1a ; codes FRAC : H5-40)				
benthiavalicarbe diméthomorphe iprovalicarbe mandipropamide valifénalate	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (PvCesA3 G11405S/V/Y).</i>	Elevée. <i>Stabilisation.</i>	Baisse d'efficacité constatée.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> 2 applications au maximum. Privilégier l'association avec un partenaire suffisamment efficace sinon ne pas utiliser en situation de risque élevé.
Produits à base d'OSBPI (code R4P : U-E5 ; codes FRAC : F9/49)				
oxathiapiproline	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (OSBP codons 770, 837 ou 863).</i>	Pas de détection en France.	-	<i>Gestion de la résistance :</i> 2 applications maximum (AMM). Utiliser impérativement avec un partenaire efficace, non affecté par des résistances.

MILDIU (suite)

Substances actives	Type de résistance et mécanisme de résistance	Occurrence de la résistance* et évolution en 2019.	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action, au vignoble	RECOMMANDATIONS
Produits à base de cyanooximes				(code R4P : U-F5b ; code FRAC : 27)
cymoxanil	Résistance spécifique. <i>Mécanisme inconnu.</i>	Elevée. <i>Stabilisation.</i>	Efficacité souvent insuffisante.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> 2 applications au maximum. Privilégier l'association avec un partenaire suffisamment efficace sinon ne pas utiliser en situation de risque élevé.
Produits à base d'anilides				(code R4P : U-G3 ; codes FRAC : A1/4)
bénalaxyl bénalaxyl-M métalaxyl-M	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (ARN Pol / mutation inconnue).</i>	Elevée. <i>Stabilisation.</i>	Efficacité souvent insuffisante.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> 2 applications au maximum. Privilégier l'association avec un partenaire suffisamment efficace sinon ne pas utiliser en situation de risque élevé.
Produits à base de benzamides				(code R4P : U-K2a ; codes FRAC : B3/22)
zoxamide	Unisite à risque de résistance spécifique.	Pas de détection.	-	<i>Gestion de la résistance :</i> De préférence 3 applications au maximum.
Produits à base d'acylpicolides				(code R4P : U-K5 ; codes FRAC : B5/43)
fluopicolide	Résistance spécifique. <i>Mécanisme inconnu.</i>	Faible à moyenne. <i>En progression ; détection dans de nouveaux vignobles.</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	<i>Gestion de la résistance :</i> 1 application au maximum (AMM) Eviter l'utilisation en situation de risque élevé.
Produits affectant l'intégrité des membranes cellulaires				(code R4P : U-O5b ; code FRAC : NC)
huile essentielle d'orange douce ¹	Non concernée par les phénomènes de résistance.			
Produits à base de phosphonates				(code R4P : U-S2 ; codes FRAC : U/33)
disodium phosphonate ¹ fosétyl aluminium phosphonate de potassium ¹	Non concernés par les phénomènes de résistance.			
Stimulateurs des défenses des plantes				(code R4P : U-S6 ; code FRAC : NC)
cerevisane ¹ COS OGA ¹	Non concernée par les phénomènes de résistance.			
Produits à base de substances multisites				(code R4P : U-W ; code FRAC : M)
composés du cuivre dithianon folpel mancozèbe métiram	Non concernés par les phénomènes de résistance.			
Produits à base de microorganismes				(codes R4P : U-YB ; codes FRAC : NC)
<i>Bacillus amyloliquefasciens</i> (souche FZB24) ¹ ,	Non concerné par les phénomènes de résistance.			

*L'occurrence correspond à la proportion de parcelles, dans l'échantillonnage global, où la résistance est détectée, quelle que soit la fréquence des individus résistants dans la parcelle concernée.

¹ Substances contenues dans les produits figurant sur la liste des produits de biocontrôle :

Produits à usages vigne : <https://www.vignevin.com/>

Tous produits : <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-le-biocontrole>

OÏDIUM

En l'état actuel des connaissances, les QoI-P ne sont plus recommandés pour lutter contre l'oïdium. L'utilisation des IDM et azanaphtalènes 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 d'azanaphtalènes).

Substances actives (classes chimiques)	Type de résistance et mécanisme de résistance	Occurrence* de la résistance et évolution	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action, au vignoble	RECOMMANDATIONS
Produits à base de SDHI (code R4P : U-A2a ; codes FRAC : C2/7)				
boscalide (pyridines-carboxamides) fluopyram (pyridinyles-éthyl-benzamides) fluxapyroxade (pyrazoles-carboxamides)	Résistance spécifique. <i>Spectres de résistance croisée incomplets entre classes chimiques. Modification de la cible (SdhB H242R, allèle majoritaire affectant principalement le boscalide; autres allèles : SdhB H242Y et SdhC G169D).</i>	Faible. <i>Détections ponctuelles (Bourgogne, Languedoc).</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	<i>Gestion de la résistance :</i> 2 applications au maximum de SDHI, 1 application maximum par classe chimique. Ne pas choisir le boscalide s'il est déjà utilisé comme anti-botrytis.
Produits à base de QoI (QoI-P) (code R4P : U-A5 ; codes FRAC : C3/11)				
azoxystrobine krésoxime-méthyle pyraclostrobine trifloxystrobine	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (Cytb G143A).</i>	Elevée. <i>Stabilisation.</i>	Efficacité souvent insuffisante.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> Non recommandé sur oïdium.
Produits à base de découplant protonophore (OPUC) (code R4P : U-O3 ; codes FRAC : C5/29)				
meptyl-dinocap	Non concerné par les phénomènes de résistance			
Produits à base d'IDM (IBS du groupe I) (code R4P : U-E2 ; codes FRAC : G1/3)				
difénoconazole fenbuconazole myclobutanil penconazole tébuconazole tétraconazole triadimérol	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (Cyp51 Y136F + autres ?).</i>	Elevée. <i>Stabilisation.</i>	Les efficacités peuvent varier selon les substances actives et les situations.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> 2 applications au maximum d'IDM comme anti-oïdium, 1 application au maximum par substance active.
Produits à base d'amines (IBS du groupe II) (code R4P : U-E3 ; codes FRAC : G2/5)				
spiroxamine	Faible risque de résistance en vigne	-	-	<i>Gestion de la résistance :</i> De préférence 2 applications au maximum.
Produits à base d'aryl-phényl-kétones (code R4P : U-K6 ; code FRAC : U8)				
métrafénone (benzophénones) pyriofénone (benzoylpyridines)	Résistance spécifique. <i>Mécanisme inconnu.</i>	Faible. <i>Détections ponctuelles en Sud-Est, Val de Loire et Beaujolais.</i>	Aucune baisse d'efficacité rapportée.	<i>Gestion de la résistance :</i> 2 applications au maximum, de préférence 1 application pour limiter la pression de sélection.

Oïdium (suite)

Substances actives (classes chimiques)	Type de résistance et mécanisme de résistance	Occurrence* de la résistance et évolution	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action, au vignoble	RECOMMANDATIONS
Produits à base d'azanaphtalènes (AZN) (code R4P : U-M4 ; codes FRAC : E1/13)				
proquinazide (quinazolinones)	Résistance spécifique. <i>Mécanisme inconnu.</i>	Faible à moyenne. <i>Stabilisation.</i>	Baisse d'efficacité rapportée en essai.	<i>Gestion de la résistance :</i> 2 applications au maximum, de préférence 1 application pour limiter la pression de sélection.
Produits affectant l'intégrité des membranes cellulaires (code R4P : U-O5b ; code FRAC : NC)				
huile essentielle d'orange douce ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance.			
Stimulateurs des défenses naturelles des plantes (code R4P : U-S6 ; code FRAC : NC)				
cerevisane ¹ laminarine ¹ COS-OGA ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance.			
Produits à base de substances multi-sites (code R4P : U-W4 ; code FRAC : M2)				
soufre ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance.			
Produits à base d'amidoximes (code R4P : U-XF8 ; code FRAC : U6)				
cyflufénamide	Unisite à risque de résistance spécifique.	Pas de résistance détectée sur oïdium de la vigne mais résistance connue sur oïdium des cucurbitacées.	-	<i>Gestion de la résistance :</i> 2 applications (AMM).
Produits de mode d'action inconnu (code R4P : U-XF ; code FRAC : NC)				
hydrogénocarbonate de potassium (bicarbonate de potassium) ¹ extrait de fenugrec ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance.			
Produits à base de microorganismes (codes R4P : U-YB ; codes FRAC : NC)				
<i>Bacillus amyloliquefasciens</i> (souche FZB24) ¹ , <i>Bacillus pumilus</i> (souche QST2808) ¹	Non concernés par les phénomènes de résistance.			

*L'occurrence correspond à la proportion de parcelles, dans l'échantillonnage global, où la résistance est détectée, quelle que soit la fréquence des individus résistants dans la parcelle concernée.

¹ Substances contenues dans les produits figurant sur la liste des produits de biocontrôle :

Produits à usages vigne : <https://www.vignevin.com/>

Tous produits : <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-le-biocontrole>

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.2) ont fait leurs preuves. Quelle que soit la stratégie, l'emploi d'un seul produit par famille chimique et par an est impératif et réaliste. 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.

Attention : La faible pression de maladie n'a pas permis de prélèvements depuis 2018. Les informations de la note technique de 2018 ont été reprises.

Substances actives (classe chimique)	Type de résistance et mécanisme de résistance	Fréquence d'individus résistants dans les populations	RECOMMANDATIONS	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action, au vignoble
Produits à base de SDHI (code R4P : U-A2a ; codes FRAC : C2/7)				
boscalide (pyridine-carboxamide) isofétamide (phényl-oxo-éthyl- thiophène amide)	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (SdhB H272Y/R/L/V, N230I, P225F/T/L ; SdhD H132R).</i>	Faible.	<i>Gestion de la résistance :</i> 1 application au maximum ; ne pas choisir le boscalide s'il est déjà utilisé sur oïdium.	Aucune baisse d'efficacité rapportée.
	Résistance non spécifique. <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée.		
Produits à base d'inhibiteurs de la C4-déméthylation des stérols (IBS du groupe III) (code R4P : U-E4 ; codes FRAC : G3/17)				
fenhexamide (hydroxylanilide) fenpyrazamine (aminopyrazolinone)	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (erg27, principalement F412S/I/V).</i>	Faible à moyenne.	<i>Gestion de la résistance :</i> 1 application au maximum.	Aucune baisse d'efficacité rapportée.
	Résistance non spécifique. <i>Efflux accru (MDR).</i>	Elevée.		
Produits à base de benzimidazoles (code R4P : U-K2b ; codes FRAC : B1/1)				
thiophanate-méthyl	Résistance spécifique. <i>Modification de la cible (tub2 E198A, F200Y).</i>	Faible à moyenne.	<i>Gestion de la résistance :</i> 1 application au maximum.	Restauration de l'efficacité.
	Non spécifique. <i>Efflux accru (MDR).</i>	Elevée.		
Produits à base de phénylpyrroles (code R4P : U-M1c ; codes FRAC : E2/12)				
fludioxonil	Non concerné par la résistance spécifique.	-	<i>Gestion de la résistance :</i> 1 application au maximum.	Aucune baisse d'efficacité rapportée.
	Résistance non spécifique. <i>Efflux accru (MDR)</i>	Elevée.		

POURRITURE GRISE (suite)

Substances actives (classe chimique)	Type de résistance et mécanisme de résistance	Fréquence d'individus résistants dans les populations	RECOMMANDATIONS	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action, au vignoble
Produits à base d'anilinopyrimidines (code R4P : U-M2 ; codes FRAC : D1/9)				
cyprodinil mépanipirim pyriméthanol	Résistance spécifique. <i>8 mutations portées par deux gènes</i>	Faible à moyenne.	<i>Gestion de la résistance :</i> 1 application au maximum.	Aucune baisse d'efficacité rapportée.
	Résistance non spécifique. <i>Efflux accru (MDR).</i>	Elevée.		
Produits affectant l'intégrité des membranes cellulaires (code R4P : U-O5d ; code FRAC : NC)				
eugénol ¹ géraniol ¹ thymol ¹	Non concernés par les phénomènes de résistance.			
Produits à base de microorganismes (codes R4P : U-YB ; codes FRAC : NC)				
<i>Aureobasidium pullulans</i> (souches DSM 14940 et 14941) ¹ , <i>Bacillus subtilis</i> (souche QST 713) ¹ , <i>Bacillus amyloliquefasciens</i> (souche MBI600) ¹ , <i>Bacillus amyloliquefasciens ssp. plantarum</i> (souche D747) ¹ , <i>Bacillus amyloliquefasciens</i> (souche FZB24) ¹ , <i>Metschnikowia fructicola</i> (souche NRRL Y-27328) ¹ , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (souche LAS02) ¹ , <i>Trichoderma atroviride</i> (souche SC1) ¹	Non concernés par les phénomènes de résistance.			
Stimulateurs des défenses naturelles des plantes (code R4P : U-S6c ; code FRAC : NC)				
cerevisane ¹	Non concernée par les phénomènes de résistance.			
Produits au mode d'action inconnu (code R4P : U-XF ; code FRAC : NC)				
hydrogénocarbonate de potassium (bicarbonate de potassium) ¹	Non concerné par les phénomènes de résistance.			

¹ Substances contenues dans les produits figurant sur la liste des produits de biocontrôle :

Produits à usages vigne : <https://www.vignevin.com>

Tous produits : <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-le-biocontrole>

BLACK ROT

En absence de monitoring black rot vis-à-vis des résistances, il n'est pas possible d'apporter des recommandations pour limiter les risques de résistance. Toutefois, certaines préparations disposant d'une AMM pour l'usage black rot peuvent être autorisés sur mildiou et/ou oïdium.

Les recommandations ci-dessous ont pour objectif de proposer des règles d'emploi des substances actives utilisables sur le black-rot en tenant compte des résistances sur mildiou et oïdium.

Substances actives	Etat des résistances sur d'autres usages	RECOMMANDATIONS
Produits à base d'IDM (IBS du groupe I)		(code R4P : U-E2 ; codes FRAC : G1/3)
difénoconazole fenbuconazole myclobutanil penconazole tébuconazole tétraconazole	Résistance sur oïdium.	Applications spécifiques black rot possibles en période de moindre sensibilité à l'oïdium (donc à privilégier après fermeture de la grappe).
Produits à base de QoI-P		(code R4P : U-A5 ; codes FRAC C3/11)
azoxystrobine kréoxime-méthyle pyraclostrobine trifloxystrobine	Résistances sur oïdium et mildiou.	Applications spécifiques black rot possibles associées à une substance efficace sur oïdium si risque oïdium. En cas de période à risque mildiou, privilégier les produits associant un anti-mildiou de contact.
Produits à base de substances multi-sites		(code R4P : U-W ; code FRAC : M)
composés du cuivre folpel mancozèbe métirame	Aucune résistance sur mildiou et oïdium	Applications spécifiques black rot possibles.