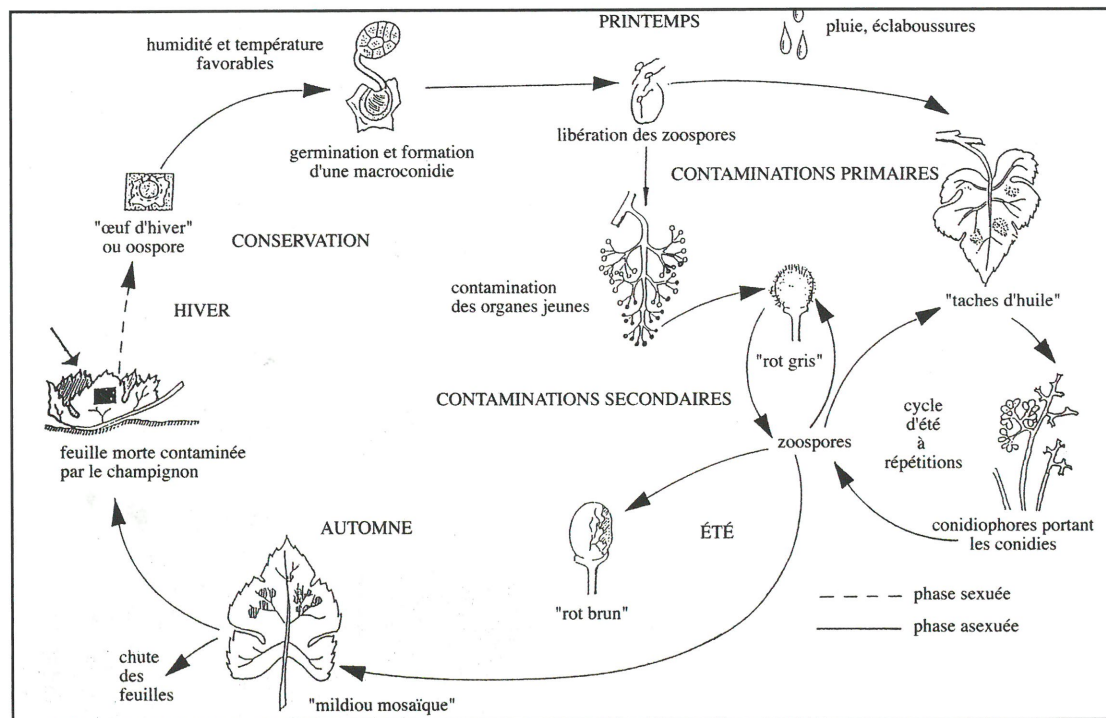


Mildiou (*Plasmopara viticola*)

Le mildiou(1) est une maladie originaire d'Amérique du Nord qui fut importée en Europe au 19ème siècle et identifiée pour la première fois en France en 1878. Aujourd'hui présente dans le monde entier, elle est souvent responsable de la majorité des traitements, particulièrement dans les régions viticoles abondamment arrosées.



Cycle biologique du mildiou
Source : Maladies cryptogamiques de la vigne.
Source : B. Dubos

La conservation hivernale du mildiou (phase sexuée) s'effectue sous formes d'oospores (usuellement appelés "œufs d'hiver") présents dans les feuilles mortes contaminées et tombées au sol. Leur formation a lieu à la fin du cycle végétatif et correspond généralement à l'apparition du faciès "mildiou mosaïque". Après une phase de maturation et lors de conditions climatiques favorables (températures plus élevées notamment), ces oospores germent pour former une macroconidie qui libère les zoospores responsables des premières contaminations, appelées "foyers primaires".

Plusieurs études ont montré que les contaminations primaires pouvaient avoir lieu durant toute la période végétative. Les températures froides permettraient de prolonger la durée de germination et la disponibilité en eau du sol augmenterait le taux de germination. Par ailleurs, les oospores ont la capacité de se conserver plusieurs années dans le sol et de produire un inoculum viable.

Si les conditions climatiques le permettent, ces premières contaminations vont à leur tour conduire à la production de sporanges contenant des zoospores qui seront responsables des contaminations secondaires, c'est la phase asexuée.

En présence d'eau liquide, les sporanges vont libérer les zoospores. Ces derniers vont germer au niveau des stomates et contaminer les organes végétatifs. Le mycélium se développe à l'intérieur des organes (endoparasite), entre les cellules et émettra des suçoirs permettant de puiser les nutriments dans les cellules.

Plasmopara viticola est un parasite obligatoire de la vigne et ne peut se développer que sur son hôte. Tous les organes végétatifs peuvent

être attaqués par le mildiou : feuilles, rafles, baies, rameaux, vrilles. Les jeunes feuilles sont très sensibles au mildiou (symptômes "tache d'huile"). Sur les feuilles âgées (souvent en fin de saison) le mildiou se manifeste par des ponctuations plus ou moins importantes ressemblant à des points de tapisserie (symptômes "mosaïque"). Les grappes sont très sensibles dès leur formation et lorsqu'elles sont touchées, présentent des symptômes "rot gris" (brunissement des organes et sporulation du mildiou). Après la nouaison les grappes restent sensibles mais le mildiou s'exprime par une décoloration violacée des baies qui aboutit à leur dessèchement, c'est le "rot brun". Il a été montré que la période de réceptivité des grappes pouvait être variable en fonction des cépages et des conditions climatiques. Après le stade fermeture, les grappes sont moins sensibles aux contaminations.

Les facteurs climatiques influençant le développement du mildiou sont principalement la **pluie** et la température. Les contaminations de mildiou ne sont possibles qu'en présence d'eau sous forme liquide, et avec une température suffisante (estimée au vignoble à environ 10-11°C, durant la période d'humectation du végétal). La durée d'incubation (délai entre la contamination et l'apparition des symptômes) dépend également de la température. Elle peut ainsi varier de 5 jours (optimum de température se situant entre 20 et 25 °C) à environ 15 jours pour des températures plus faibles.

Le développement épidémique du mildiou au vignoble est donc essentiellement rythmé par les pluies. Il a été montré que la progression de la maladie est due à une succession de contaminations oosporiques associée à une multiplication asexuée de l'agent pathogène.

Symptômes et nuisibilité

Les vignobles soumis à des pluviométries importantes sont rarement épargnés par le mildiou comme on peut le voir sur la figure qui présente les niveaux moyens de destruction dus au mildiou sur des témoins non traités situés en Gironde au cours des vingt dernières années. (Cf. Figure 1)



Photo 1 : Tache d'huile

Les symptômes de mildiou sur le feuillage peuvent présenter deux faciès différents au cours de la saison :

- les **taches d'huile**, majoritairement observées en début/milieu de saison sont la plupart du temps de forme circulaire. D'aspect huileux, elles présentent une couleur jaunâtre décolorée avant que les tissus ne se nécrosent (photo 1).

- le **mildiou mosaïque** apparaît généralement en fin de cycle végétatif. Il se reconnaît par le développement de taches jaunes/rouges limitées par les nervures (photo 2).

Lorsqu'elles sont présentes, les sporulations sur la face inférieure de la feuille font penser à un duvet blanc (photo 3) caractéristique du mildiou.

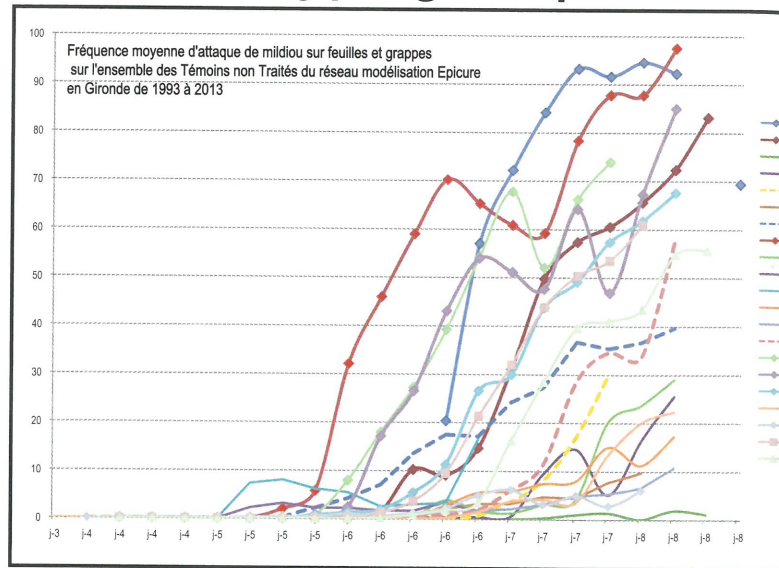


Figure 1. Evolution des dégâts de mildiou au cours des dernières décennies sur un réseau de témoins non traités. Source : IFV

Photo 2 : Mildiou mosaïque

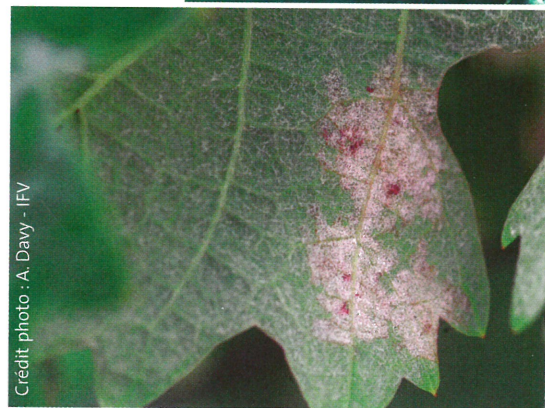


Photo 3 : Fructifications sur la face intérieure de la feuille de vigne

A terme, les feuilles colonisées par le mildiou vont se nécroser et tomber, ce qui peut conduire à une défoliation précoce des vignes mal protégées les années où les conditions climatiques sont favorables à son développement, 2014 étant un bon exemple (photo 4). Cette défoliation précoce peut, si elle est importante, avoir un effet sur la maturation des raisins (notamment sur des cépages tardifs) ainsi que sur la mise en réserve (vignes jeunes ou chétives en particulier).

Les attaques de mildiou sur les inflorescences et les grappes sont autrement plus préjudiciables puisqu'elles peuvent très rapidement conduire à une destruction totale de la récolte. Les attaques de mildiou sur inflorescences sont observées mais demeurent relativement rares. Le faciès " rot gris " est observé sur les jeunes grappes jusqu'au stade grains de plomb (photo 5). Il se caractérise par l'apparition d'un feutrage blanc constitué de sporanges. Les baies présentant ce faciès vont rapidement se dessécher puis tomber.

Passé le stade grains de pois, les baies attaquées prennent une couleur brun/violacée et présentent souvent un renflement rappelant un " coup de pouce " : c'est le faciès " rot brun " (photo 6). Les grappes présentant ce faciès vont se dessécher mais seront toujours présentes au moment de la récolte.

Fongicide anti-mildiou de la vigne

Façonnons ensemble une vigne à votre image.

LA SOLUTION SUR-MESURE CONTRE LE MILDIOU DE LA VIGNE

- **Souplesse d'utilisation**
association possible avec de nombreuses spécialités jusqu'à 5 applications / ha / an
- **Protection des organes néoformés**
grâce à une puissante systémie ascendante et descendante
- **Pas de résistance connue**
grâce à une action multisites sur toutes les souches de mildiou

La protection est dans notre nature

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



Photo 4 : Feuilles colonisées par le mildiou (fin août 2014)



Photo 5 : Faciès " rot gris "

Une étude visant à évaluer l'impact qualitatif du mildiou en faciès rot brun a été réalisée par la chambre d'agriculture de la Gironde. Des lots contenant des proportions croissantes (de 0% à 20%) de baies atteintes par le mildiou ont été vinifiées puis dégustés. Les résultats sont présentés sur les figures 2 et 3 page 20.

Cette étude montre très nettement l'impact qualitatif très préjudiciable du mildiou dès le seuil de 5%. Les attaques tardives de mildiou entraînant un faciès Rot Brun modifient à la fois l'arôme et le goût du vin. Sur le plan aromatique, des notes végétales apparaissent et le fruit



Photo 6 : Faciès " rot brun "

est fortement diminué. De nombreux dégustateurs s'accordent sur une perception de type " feuille de lierre ". Ce " goût du mildiou " a été caractérisé par la Faculté d'œnologie de Bordeaux (ISVV) dans le cadre d'un projet financé par le CIVB.

Mesures prophylactiques

A la plantation :

Facteurs favorisant : sols conservant l'humidité, mouillères, fertilisation excessive, porte-greffe conférant une vigueur importante

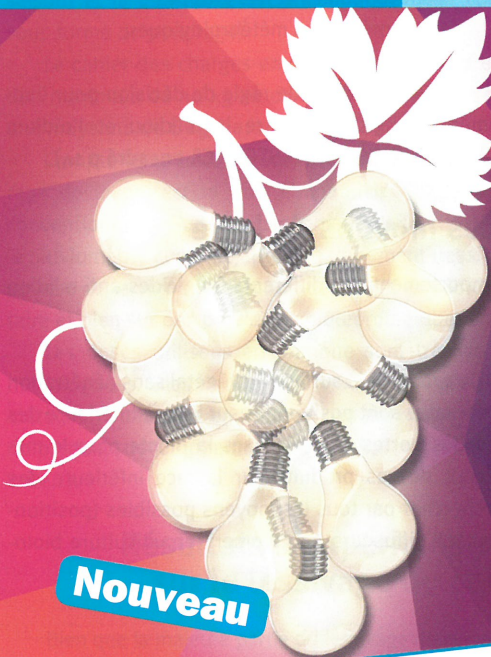
Sur vigne en place :

Epamprage pour limiter les foyers primaires.

Toutes les mesures permettant de limiter l'entassement du feuillage et favorisant la pénétration des fongicides au cœur de la végétation (taille, ébourgeonnage, effeuillage, fertilisation adaptée).

FONGICIDE

Mildiou



Nouveau

idaho®

Pour une lutte éclairée contre le mildiou

Adapté à tous les stades de la vigne : avant, pendant, après la floraison

Contient du zoaximide : rupteur de résistance

S'emploie seul ou associé : pour une haute efficacité

PHILAGRO France - SAS au capital de 9 912 500 € - RCS Lyon B 389 150 582 - Parc d'Affaires de Crécy - 2, rue Claude Chappe - 69771 Saint-Didier-au-Mont-d'Or Cedex
Tél. 04 78 64 32 64 - Fax 04 72 53 04 58 - PHILAGRO France est agréé par le Ministère de l'Agriculture sous la référence RH02089 pour la distribution de produits phytopharmaceutiques à destination des utilisateurs professionnels. - IDAHO® marque déposée Philagro France - AMM. n° 2140127 - (WG) - 330.0 g/kg Cymoxanil, 330.0 g/kg Zoaximide - ATTENTION - SGH07, SGH09 - EUH401, H302, H317, H400, H410. Pour les usages autorisés, doses, conditions, restrictions d'emploi et mises en garde, se référer impérativement à l'étiquette, au site www.phytodata.com et au site www.philagro.fr. Annule et remplace tout document antérieur de même nature. 03/2015, Création agence Bosphore.

PLUS D'INFOS ?
www.philagro.fr



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

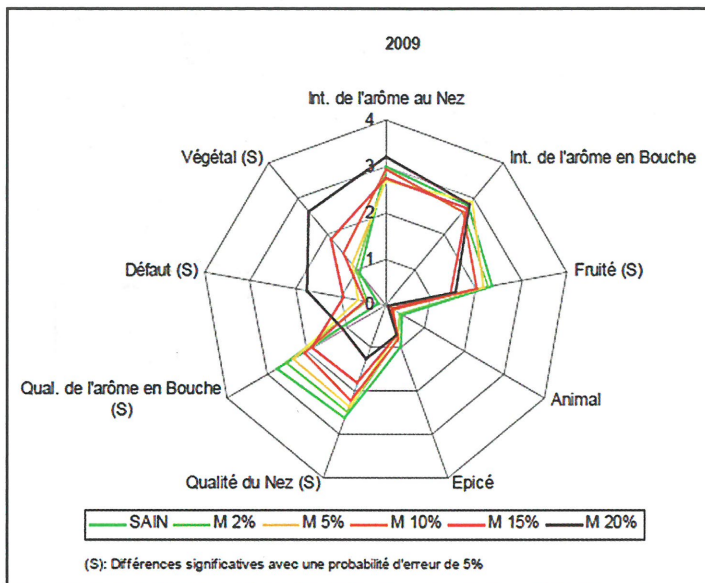


Figure 2 : Perception aromatique des différentes modalités vinifiées

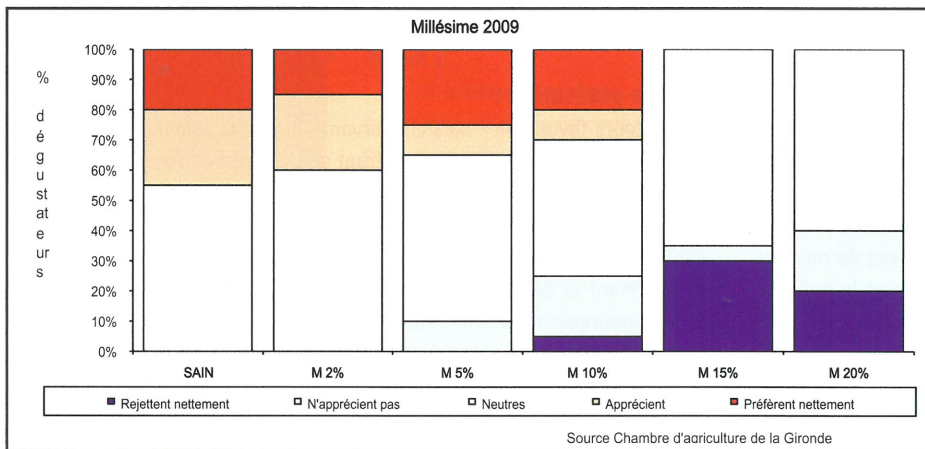


Figure 3 : Perception gustative des différentes modalités vinifiées

Les outils d'aide à la décision

Les éléments à prendre en compte pour le raisonnement de la protection mildiou :

- les données météorologiques avérées et prévisionnelles (surtout pluie et température dans une moindre mesure)
- le stade phénologique
- les informations issues des modèles de prévision des risques
- l'état sanitaire réalisé sur les parcelles traitées et sur des témoins non traités
- l'état du végétal (vitesse de croissance)
- l'état de maturation de l'inoculum primaire (suivi Fredon)
- les contraintes réglementaires

Les OAD sont en partie basés sur les éléments ci-dessus et donnent des informations plus ou moins intégrées sur l'état du risque et la stratégie de traitement à adopter. Les différents modèles de prévision des risques développés (Potentiel systèmes, Milvit, Vitimeteo-plasmopara...) utilisent des variables d'entrée différentes. Les indicateurs de sortie des modèles sont également spécifiques à chacun d'eux et nécessitent la plupart du temps une expertise afin de pouvoir correctement les interpréter.

La plateforme Epicure regroupe plusieurs modèles et est accessible sur le site www.vignevin-epicure.com

L'OAD Optidose® est également accessible sur cette plateforme et permet d'adapter la dose de fongicide aux conditions rencontrées au moment du traitement (stade phénologique, surface foliaire, pression parasitaire).

Les règles de décision

D'une manière générale, la décision de traitement relève d'une combinaison de l'ensemble des OAD précédemment cités, de l'utilisation des informations disponibles (données météorologiques, état sanitaire, maturation des œufs d'hiver...) auxquelles viennent s'ajouter des contraintes réglementaires (délai de réentrée...) et organisationnelles propres à chaque exploitation.

La stratégie de protection peut être découpée en trois phases : démarrage, renouvellement et arrêt.

Les éléments à prendre en compte pour chacune d'elles sont listés ci-dessous :

Démarrage de la protection en fonction de :

- l'apparition des organes sensibles (1ères feuilles étalées) ;
- les indicateurs délivrés par les modèles de prévision des risques ;
- la maturation des oospores ;
- la climatologie (précipitations et température moyenne journalière > 11°C).

Renouvellement en fonction de :

- climatologie (précipitations et température moyenne journalière > 11°C) ;
- les indicateurs délivrés par les modèles de prévision des risques ;
- fin de rémanence du dernier traitement (pluie, vitesse de croissance de la vigne) ;
- état sanitaire.

Arrêt en fonction de :

- état sanitaire de la parcelle et du vignoble en général ;
- atteinte du stade de fin/moindre sensibilité des feuilles et des grappes ;
- prévisions météorologiques.

Un prototype de règle de décision pour l'application des traitements fongicides contre le mildiou et l'oïdium (Mildium®) a été élaboré par l'INRA et l'IRSTEA. (Cf. encadré p 14).

Les moyens de lutte

Rappel sur le comportement des différents fongicides anti-mildiou vis-à-vis de la plante :

Contact : dépôt du produit à la surface du végétal sans pénétration ni fixation forte. Les stomates sont positionnés sur la face inférieure des feuilles et constituent des portes d'entrée dans la plante pour le mildiou. Le positionnement de ces produits sur la face inférieure des feuilles est donc à rechercher par tous les moyens possibles (positionnement et orientation des diffuseurs), notamment en viticulture biologique.

Pénétrant :

- fixation cuticulaire (ex : zoxamide, cyazofamide, amétoctradine) : résistant au lessivage mais ne traverse pas la feuille (non efficace si positionné face supérieure de la feuille) ;
- translaminaire (famille des CAA) : pénétration et diffusion locale.

Systémique : pénètre dans la plante et est véhiculé par la sève brute (systémie ascendante). Assure une protection (au moins partielle) des organes néoformés.

La majorité des fongicides anti-mildiou associent plusieurs matières actives ayant des caractéristiques différentes vis à vis du végétal.

Les fongicides anti-mildiou peuvent présenter trois types d'effet :

- **Effet préventif** : destruction du champignon au moment de la contamination avant pénétration dans la plante. Le produit doit donc être positionné avant la contamination. L'immense majorité des produits présente cet effet qui demeure (de loin) le plus efficace.

- **Effet curatif** : destruction du champignon dans la plante juste après la contamination. Le positionnement du produit doit intervenir le plus tôt possible après une contamination. Le délai théorique maximum d'intervention se situe au tiers du temps d'incubation du champignon. Ce délai est variable selon les conditions climatiques (température, hygrométrie). En pratique, on considère souvent que le traitement doit intervenir au maximum dans les 24 (voire 48) heures suivant la contamination. Compte tenu de la présence importante de souches résistantes d'une part et de la réactivité d'intervention d'autre part, l'efficacité obtenue est aléatoire et liée à l'intensité de la contamination.

- **Effet anti-sporulant** : limitation des fructifications. L'effet constaté sur le terrain est aléatoire.

En viticulture conventionnelle :

La pharmacopée pour lutter contre le mildiou compte onze familles chimiques (voir **Tableau page 22**)

A ce jour, il n'existe pas de produit classé " biocontrôle " homologué pour lutter contre le mildiou. De nombreuses recherches et expérimentations sont toutefois en cours sur ce type de produits.

En viticulture biologique :

Les solutions efficaces pour lutter contre le mildiou en BIO sont limitées au cuivre et strictement préventives. On le retrouve principalement sous quatre formes : sulfate de cuivre, hydroxyde de cuivre, oxyde cuivreux et oxychlorure de cuivre. Les deux premières formes sont les plus utilisées. La troisième est peu utilisée (parfois utilisée en fin de saison) et la quatrième est anecdotique (tout comme son utilisation sous forme de poudrage).

Le cahier des charges en viticulture biologique impose une utilisation maximale de 30 kg de cuivre métal/ha/an lissée sur cinq ans soit une moyenne de 6 kg/ha/an.

Compte-tenu du caractère strictement préventif du cuivre, le démarrage de la protection doit être anticipé par rapport à la viticulture conventionnelle. Son renouvellement s'effectue ensuite en fonction de la pluviométrie cumulée après un traitement (lessivage du cuivre), de la pousse de la vigne (protection des organes néoformés), de l'état sanitaire et bien sûr des prévisions météorologiques.

Les doses utilisées en pratique sont très en dessous des doses homologuées. Elles oscillent généralement entre 150 et 600 g de cuivre métal/ha/traitement en fonction des différents paramètres (stade phénologique, développement végétatif, état sanitaire, risque parasitaire...).

Résultats d'expérimentations sur le lessivage du cuivre

Bien que la majeure partie du lessivage du cuivre intervienne lors des premiers mm de pluie, on considère que la protection demeure jusqu'à ce qu'un cumul de pluie de 20 mm soit atteint.


Les **figures 4 a et b page 22** représentent l'évolution de la quantité de cuivre présente sur le feuillage après une application cuprique à base de BB RSR Dispers. Quatre prélèvements ont été réalisés après des cumuls de pluies de 0, 24, 42 et 107 mm. Le dernier prélèvement (107 mm) a été doublé. Un lot a été dosé directement, l'autre a été mis à tremper 24 heures dans de l'eau avant d'être rincé puis envoyé au laboratoire avec les eaux de rinçage.



MILDICUT®

L'anti-mildiou systémique

Protège infiniment vos grappes



Mildicut® (AV2090126) 25 g/l de cyazofamide et 250 g/l de di sodium phosphonate, formulation SC, H412. * Marque déposée d'Ishihara Sangyo Kaisha (ISK) Ltd, Japon. Détenteur d'homologation : ISK Biosciences Europe SA - Pour les usages autorisés, doses, conditions et restrictions d'emploi, se référer à l'étiquette du produit ou www.phytodata.com. Distribué par Belchim Crop Protection France SA - Parc Tertre de Bois Dieu - 3 allée des Chevreuils - 69380 Lissieu - T. 04 78 83 40 66 - www.belchim.fr - Agrément N000838 Distribution de produits phytopharmaceutiques à des utilisateurs professionnels - Annule et remplace toutes versions précédentes - BCP oct. 2014

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

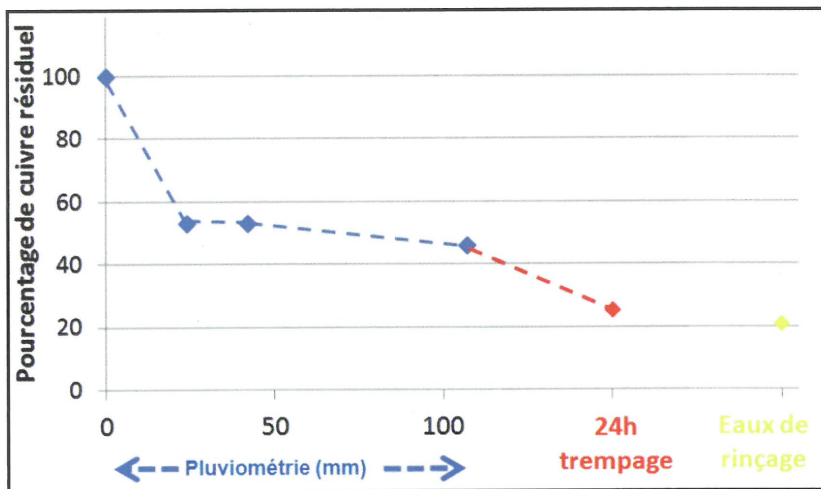


Figure 4 a : Evolution du % de cuivre résiduel sur le feuillage en fonction de la pluviométrie.

Source : A. Davy - IFV

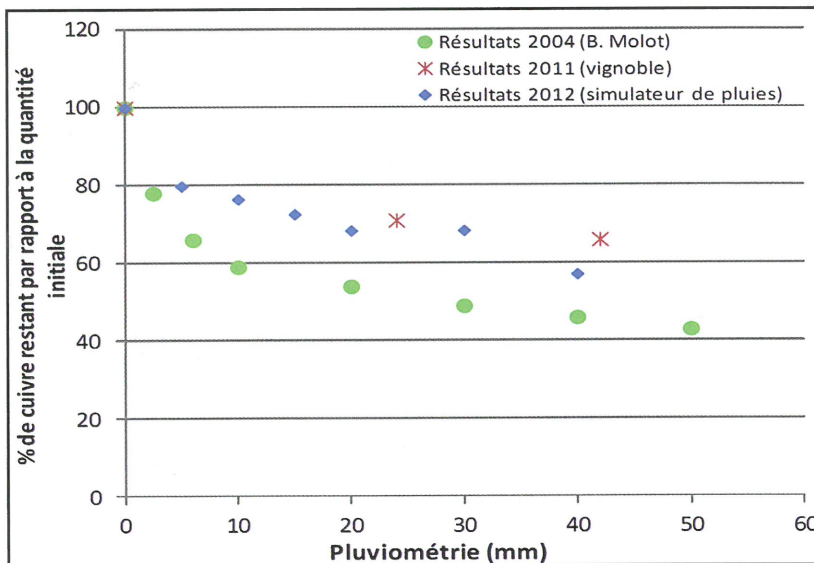


Figure 4 b : Evolution du pourcentage de cuivre restant sur les feuilles en fonction de la pluviométrie (toutes modalités confondues) - Synthèse de trois années d'étude. Source : A. Davy - IFV

Une grande partie du cuivre est lessivé rapidement et les pluies suivantes n'entraînent qu'un lessivage modéré, **une bonne partie du cuivre présent sur le feuillage n'étant lessivé qu'extrêmement lentement**. On peut en revanche s'interroger sur sa disponibilité pour lutter contre le mildiou. Ces essais viennent conforter les stratégies de traitement pratiquées chez les bios : des apports de cuivre faibles mais répétés avant chaque épisode pluvieux.

La gestion de la résistance

Les matières actives dites " multi-sites ", c'est-à-dire ayant plusieurs cibles ne sont à ce jour pas concernées par les phénomènes de résistance et la probabilité d'en voir se développer est extrêmement faible. A ce jour, tous les produits de contact présentent ces caractéristiques.

Bien que n'étant pas des produits de contact, les phosphonates (produits systémiques ayant un effet fongicide partiel) ne sont à ce jour pas concernés par les phénomènes de résistance.

Les autres molécules sont confrontées (ou susceptibles de l'être) à la présence de souches résistantes (ou moins sensibles) au vignoble entraînant des pertes d'efficacité variables (nulles à totales) selon le type de résistance, le pourcentage de souches présentes, le positionnement du produit...

■ A. Davy*, M. Raynal*, L. Davidou** et L. Delière***

* IFV-Vinopôle Bordeaux Aquitaine
 **CA33-Vinopôle Bordeaux Aquitaine
 *** INRA Bordeaux

(1) Classification : Chromista, Oomycota, Incertae sedis, Peronosporae, Peronosporidae, Peronosporales, Peronosporaceae.

| n° | Fongicides à base de | Exemple de molécules | Présence de résistance avérée sur vigne | Remarques |
|----|---|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Cyano-oximes | cymoxanil | Oui | |
| 2 | Benzamides | zoxamide | Non | |
| 3 | CAA (Carboxamid Acid Amines) | dimetomorphe, mandipropamid, benthiavalicarb, iprovalicarbe, valifenalate | Oui | |
| 4 | Qoi | azoxystrobine, famoxadone, pyraclostrobine | Oui | Usage à proscrire |
| 5 | Qil | cyazofamide | Oui | Détection dans de faibles proportions |
| 6 | QoSI | amétoctradine | Oui | Détection dans de faibles proportions |
| 7 | Anilides | benalaxyl, benalaxyl-m, mefenoxam | Oui | |
| 8 | Phosphonates | fosetyl al, phosphonate de potassium | non | |
| 9 | Fongicides Organiques de Synthèse (fos) | dithianon, folpel, mancozebe, metirame | non | |
| 10 | Acylicolides | fluopicolide | non | |
| 11 | Cuivre | Sulfate de cuivre, hydroxyde de cuivre, oxychlorure de cuivre, oxyde cuivreux | non | |
| 12 | Extraits de citrus | Huile essentielle d'orange douce | non | Efficacité variable et limitée |