



Ph. Doumergue

## dossier

# Mildiou et oïdium de la vigne pour des décisions coordonnées

Conception et évaluation de *Mildium*, un processus opérationnel de décision pour une gestion fongicide coordonnée à apport réduit

Laurent Delière\*, Philippe Cartolaro\*, O. Naud\*\*, B. Léger\*,\*\*, J.-P. Goutouly\*\*\*, L. Davidou\*\*\*\*, E. Brosse\*\*\*\* et M. Guisset\*\*\*\*

Parmi les bio-agresseurs de la vigne, le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*) sont les deux agents pathogènes engendrant le plus grand nombre de traitements. Comment diminuer les apports de pesticides sans faire courir de risques pour les vendanges ? Il existe déjà des OAD (outils d'aide à la décision) pour raisonner les traitements anti-mildiou ou anti-oïdium, mais certains viticulteurs pourraient réduire encore plus les traitements si on leur proposait des règles de décision sans risque pour la récolte et sans trop compliquer le travail : nombre d'observations limitées et pour les deux maladies combinées. L'outil *Mildium* (comme mildiou + oïdium) a été conçu pour répondre à ces deux objectifs. Nous publions ici de larges extraits de sa présentation au colloque Mondiaiviti le 3 décembre 2008.

Les viticulteurs ont aujourd'hui divers outils à leur disposition afin d'évaluer l'opportunité d'intervenir contre le mildiou et l'oïdium : modèles bioclimatiques de prévision des risques, données issues de réseaux d'observation, etc. Ces « OAD » (outils d'aide à la décision) ont permis de réduire le nombre de traitements fongicides. Mais la variabilité interannuelle du nombre d'applications est plus faible que la variabilité entre exploitations. Ceci suggère que certains viticulteurs pratiquent encore des traitements relativement systématiques. En effet, les viticulteurs peuvent avoir des contraintes d'organisation du travail, sans compter l'aversion aux risques. Or le contexte actuel, notamment suite au Grenelle de l'environnement, exige de repenser les pratiques de protection en fournissant aux opérateurs des méthodes et outils innovants.

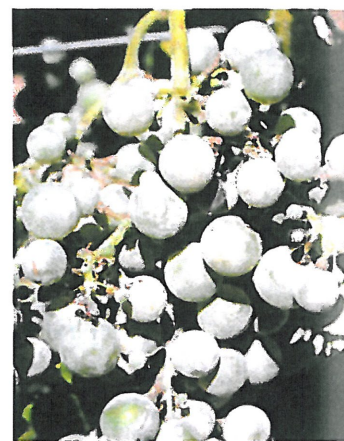
Notre objectif est d'accompagner le conseil au plus près du viticulteur, en définissant de nouveaux indicateurs accompagnés de procédures de décision explicites, opérationnelles sur toute la saison et validées avec la profession.

Dans le cadre d'un projet financé par l'Agence nationale pour la recherche (ANR), nous avons conçu, formalisé et mis à l'épreuve au vignoble une procédure de décision pour la lutte combinée contre mildiou et oïdium. Son objectif est de réduire significativement la charge d'intrants en réduisant le nombre de passages, tout en apportant un bon niveau de garantie sur la maîtrise des risques.

## Conception de la procédure de décision

L'objet de ce travail est de concevoir une procédure qui adapte le nombre et le positionnement des traitements contre le mildiou et l'oïdium au développement des maladies observées à l'échelle parcellaire. Sa conception utilise les connaissances acquises sur la biologie, l'épidémiologie et les méthodes de lutte contre

Oïdium. Plus ses attaques sont précoces, plus les dégâts risquent d'être sévères.



ces deux bio-agresseurs, ainsi que sur diverses hypothèses simplifiant la compréhension du système hôte/parasite/environnement. Il s'agit de prendre en compte, non pas tous les paramètres régissant ce système, mais ceux jugés prépondérants pour la maîtrise du risque.

### Ce qu'on sait des épidémies

Les épidémies d'oïdium et de mildiou sont de type polycyclique : elles s'amplifient par épisodes successifs durant deux à trois mois. Il existe un lien très fort entre la précocité des épidémies et la sévérité des dégâts occasionnés bien plus tard sur les grappes (Calonnet *et al.*, 2006, 2008).

En général issue des infections primaires de début de saison résultant de la conservation hivernale des agents pathogènes, l'initiation des épidémies conditionne leur développement à venir. Ces processus, encore mal élucidés, restent peu prévisibles par la modélisation. L'évaluation des niveaux de maladie précoces est donc un indicateur capital pour apprécier les risques locaux sur la récolte.

Tous les organes herbacés sont sensibles aux deux maladies, d'autant plus que les tissus sont jeunes et en croissance active. Ainsi, la phase de croissance printanière de la vigne est un fort accélérateur des épidémies. Elle favorise la constitution d'un stock important d'inoculum lors de la formation des baies.

\* INRA UMR Santé végétale, Villenave-d'Ornon.

\*\* Cemagref UMR UMR ITAP, Montpellier.

\*\*\* INRA UMR EGFV, Villenave-d'Ornon.

\*\*\*\* Chambre d'Agriculture de la Gironde.

\*\*\*\*\* Chambre d'Agriculture de l'Aude,

Carcassonne. \*\*\*\* Chambre d'Agriculture des

Pyrénées-Orientales, Tresseres.

La sensibilité des grappes est très forte de leur sortie jusqu'au stade grain de pois pour le mildiou, maximale aux stades floraison-nouaison pour l'oïdium. Cette sensibilité diminue fortement après le stade grain de pois (Ficke *et al.*, 2002, 2004, Gadoury *et al.*, 2003), de façon variable selon les effets du climat sur la durée de floraison (Kenelly *et al.*, 2005). La présence d'inoculum, même en faible quantité, au stade floraison-nouaison, peut avoir un impact important sur la sévérité des maladies sur grappes.

Les pluies sont les événements climatiques majeurs engendrant les contaminations par le mildiou. Leur mesure et leur prévision sont les indicateurs clés pour évaluer les risques et gérer la protection. En revanche, les prévisions de pluies et de températures ne permettent pas d'évaluer le risque de contamination par l'oïdium. On ne les utilise donc pas comme indicateurs.

### Dégâts et nuisibilité

L'impact du mildiou sur grappes est surtout quantitatif et peut conduire à de fortes pertes de récolte. Sur feuilles, l'effet peut être qualitatif sur la maturité de la récolte si les défoliations sont précoces et importantes. Les ceps ne s'affaiblissent qu'en cas de fortes attaques sur plusieurs années.

Concernant l'oïdium, seuls les forts dégâts résultant d'attaques précoces sur jeunes baies sont préjudiciables en quantité et en qualité sur la vendange et donc à proscrire. Les faibles dégâts plus tardifs et superficiels n'altèrent pas la croissance et la maturité des baies et ne sont guère nuisibles (Darriet *et al.*, 2001; Calonnec *et al.*, 2004; Rousseau *et al.*, 2008). Un seuil de 5 % de sévérité moyenne d'oïdium sur grappes peut être considéré comme la limite maximale acceptable à la vendange. La présence d'oïdium sur feuilles ne perturbe pas significativement l'activité photosynthétique et, en fin de saison ne semble pas aggraver le risque de contamination de l'année suivante.

## Présentation de Mildium

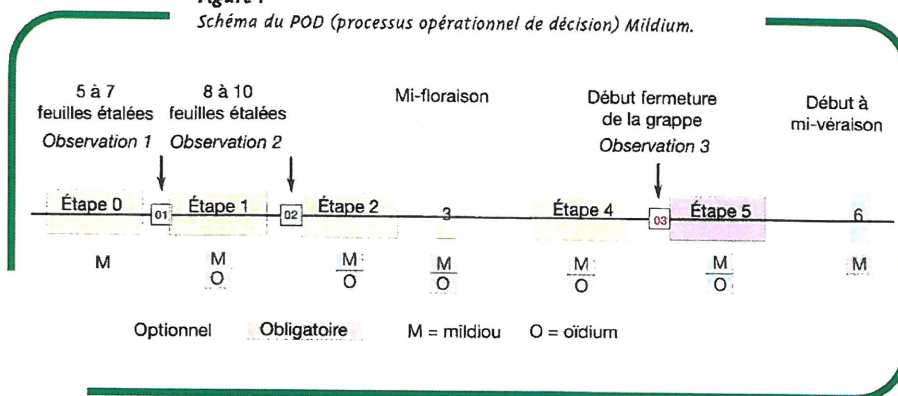
### Contrainte : limiter le nombre de passages d'observation et de traitement

Pour rendre la procédure de décision la plus opérationnelle possible, nous avons intégré dans sa conception des contraintes liées à la mise en œuvre par les opérateurs.

— Les pratiques actuelles reposent sur de nombreuses observations, coûteuses et se limitant à évaluer les résultats de la protection. Dans le cas du mildiou et de l'oïdium, très peu d'observations aident aux décisions, sauf en situation de crise. Notre stratégie est de réaliser un petit nombre d'observations précises à des stades clés du développement des maladies, et d'intégrer leurs résultats à la procédure de décision.

Figure 1 -

Schéma du POD (processus opérationnel de décision) Mildium.



— Lorsqu'elles sont nécessaires, les applications contre le mildiou et l'oïdium doivent être couplées au maximum afin de réduire le nombre de passages. Ainsi, à chaque étape de décision, on donne la priorité à l'un des deux agents pathogènes, et la protection contre l'autre est facultative selon le risque parcellaire évalué.

### Le principe de ce « POD » (processus opérationnel de décision)

Le POD surnommé *Mildium* est basé sur un nombre restreint de traitements « obligatoires » complétés, selon les conditions, par des traitements dits « optionnels ».

Les traitements « obligatoires » — 2 pour le mildiou et 2 pour l'oïdium — permettent de maîtriser les épidémies « faibles », difficiles à détecter par l'observation. Ils sont appliqués à des stades précis de la culture pour lesquels les conséquences d'une mauvaise estimation des risques seraient les plus dommageables pour la quantité ou la qualité de la récolte.

Les indicateurs utilisés par le POD permettent d'identifier les situations nécessitant, pour maîtriser les risques, des traitements optionnels — 5 pour le mildiou et 3 pour l'oïdium.

Les principaux indicateurs utilisés sont basés sur l'observation à la parcelle des symptômes sur les feuilles ou les grappes. Le niveau de maladie affecté à la parcelle est une variable discrète à 2 ou 3 niveaux selon le bioagresseur et la date d'observation : (-) niveau nul à modéré (+) niveau préoccupant ; (++) niveau très préoccupant.

Les valeurs seuils de ces différents niveaux évoluent en fonction du stade de développement de la vigne, ceci afin d'actualiser la prise en compte du risque en fonction des effets de la maladie sur le développement de la vigne et les pertes de récolte potentielles.

Pour l'oïdium, c'est le seul type d'indicateur utilisé.

Pour le mildiou, deux indicateurs complémentaires sont pris en compte.

— Le niveau de risque local qui appréhende, sur une échelle géographique plus large que la parcelle, le risque de développement de la maladie. Il est évalué grâce à un réseau

d'observations et à des modèles climatiques de risque, avec deux niveaux : (-) risque faible et (+) risque moyen à élevé.

— Les événements pluvieux annoncés par Météo-France.

### Description de l'outil

La saison culturale est décomposée en 7 étapes (Figure 1).

L'entrée dans chaque étape est définie par un événement : stade phénologique, observation, délai depuis le traitement précédent. À chaque étape, les différents indicateurs sont combinés afin de décider de l'opportunité d'appliquer un traitement contre l'un ou l'autre des deux bioagresseurs.

La majorité des observations à la parcelle a lieu avant la floraison. Les observations 1 et 2 ont pour but de détecter les épidémies sévères en quantifiant les manifestations précoces des maladies sur le feuillage avant la période de forte sensibilité des grappes, et de permettre de réaliser des traitements limitant la constitution d'un stock d'inoculum sur le feuillage.

La première observation à la parcelle est réalisée au stade 5 à 7 feuilles étalées. Avant cela, on peut réaliser une détection des symptômes de mildiou si des taches de mildiou ont été découvertes dans la région. La deuxième observation, environ 2 semaines après la première, permet d'évaluer l'incidence des maladies sur le feuillage avant la floraison. Schéma du POD figure 1.

Les étapes 3 et 4 visent à protéger les grappes lors de leur grande sensibilité au mildiou et à l'oïdium. La période est couverte par un traitement obligatoire (mildiou et oïdium) au stade floraison puis par un traitement optionnel dépendant des observations précoces, du risque local et des prévisions de pluie.

Lorsque la sensibilité des grappes a fortement diminué, la troisième observation permet de faire un bilan sanitaire de la parcelle et de juger de l'opportunité d'un traitement supplémentaire (étape 5). Le nombre de traitements réalisés alors est restreint car le développement des maladies à ce stade a un très faible impact sur la récolte.

Afin de limiter l'éventuelle progression des maladies sur feuilles en fin de saison et d'assurer ainsi une quantité de feuillage suffisante à la maturation des raisins quelles que soient les conditions climatiques, un traitement systématique avec un produit cuprique est réalisé début véraison (étape 6).

## Réalisation de ce POD

### Formalisation du processus

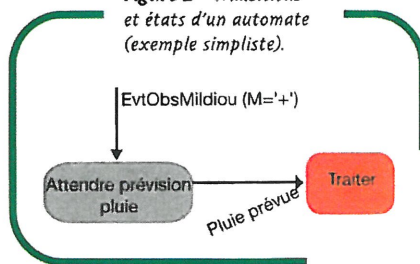
La modélisation, c'est-à-dire l'élaboration d'une expression mathématiquement rigoureuse, du POD a été une étape essentielle. Expérimenter dans de multiples lieux un processus de décision exige en effet de rendre chaque étape de la décision intelligible sans ambiguïté par les expérimentateurs impliqués. Codifiée, chaque décision est ainsi enregistrée comme on le fait pour toute donnée expérimentale.

Le POD est une méthode de contrôle de phénomènes évoluant dans le temps (croissance du végétal, évolution des maladies, climat). On peut représenter cet aspect temporel de la décision en référence à des événements passés ou prévus : pluies, changement de stade phénologique, dates d'observation, etc. Ce constat nous a amenés à choisir pour la modélisation un formalisme à base d'automates à événements. Chaque étape du raisonnement est représentée par un état du système décisionnel. Ces états sont séparés par des transitions (flèches dans l'exemple figure 2) liées aux événements pertinents pour la décision : réception des informations climatiques ou phénologiques, collecte des valeurs d'indicateurs résultant des observations, échéance de fin de rémanence, etc.

Pour que le modélisateur et les concepteurs du POD puissent travailler sur une représentation commune, nous avons opté pour les Statecharts, qui représentent les automates sous forme graphique. Ainsi la procédure de décision a été recueillie par interviews en modifiant un schéma, avec calque et crayon. Après interview de chaque concepteur, chaque nouvelle version validée du schéma a été saisie informatiquement dans le langage des Statecharts afin d'en vérifier la cohérence mathématique, puis simulée. La modélisation permet aussi aux concepteurs de déceler d'éventuels cas imprévus pour lesquels il faut imaginer une solution cohérente avec le reste de la procédure.

Le modèle obtenu a jusqu'ici été utilisé à deux fins. Il a d'abord été comparé par simulation avec les résultats des expérimentations. Notons qu'on ne simule pas la biologie de la vigne, mais seulement la décision sur la base des indicateurs et événements. Cette comparaison permet d'analyser la façon dont le POD est mis en œuvre en pratique. Elle confirme

Figure 2 - Transitions et états d'un automate (exemple simpliste).



l'influence de l'organisation du travail sur les dates d'observations et de décision.

D'autre part, le modèle a servi de référence pour établir le cahier de protocole expérimental 2008. Le cheminement de la décision et les conditions de déclenchement d'une étape (voir figure 1 page précédente) sont ainsi très précisément stipulés. Grâce à cela, l'analyse critique des décisions préconisées par le POD dans les diverses situations expérimentales rencontrées devrait fournir le matériau pour faire évoluer l'outil.

En simulant l'évolution du POD sur les différentes parcelles d'une exploitation, on pourra aussi tester comment organiser les traitements par lots de parcelles tout en respectant au mieux la date optimale de traitement de chaque parcelle.

### Mise à l'épreuve au champ

Le POD *Mildium* a été évalué au vignoble, d'abord en Aquitaine sur deux domaines expérimentaux de l'INRA en 2005 et 2006. Puis le réseau a été élargi grâce à la participation d'organismes de développement, de viticulteurs privés et de lycées agricoles : 6 domaines aquitains en 2007, 22 en 2008 dont 12 en Aquitaine et 10 en Languedoc-Roussillon.

Le processus a été appliqué sur des parcelles homogènes, en production, d'une superficie variant de 0,25 à 1 ha. Les observations nécessaires aux prises de décisions ont été réalisées sur 100 ceps par parcelle.

Les divers indicateurs (observations, prévisions météorologiques, niveau de risque régional mildiou) ont été collectés par les expérimentateurs qui ont déterminé les décisions de traitement résultant du fonctionnement du processus. Ces décisions ont été transmises aux viticulteurs. Une décision peut être une période d'intervention plus ou moins précise : stade phénologique de la culture, plage de quelques jours, événement climatique. Le viticulteur a réalisé les applications en ajustant la date d'intervention en fonction de ses contraintes (disponibilité humaine et matérielle, contraintes réglementaires).

L'objectif n'étant pas d'éviter la présence de tout symptôme de maladie mais de préserver un potentiel de récolte conforme aux objectifs du viticulteur, sa performance a été évaluée selon plusieurs critères :

- le rendement agronomique de la parcelle,
- la maturité des raisins à la récolte (titre alcoolométrique probable et acidité totale),

— la sévérité d'attaque sur grappes et, à la récolte, sur feuilles, pour les deux maladies.

L'évaluation a été faite sur un échantillonnage de 3 % des ceps par parcelle. L'objectif est de savoir si les niveaux d'attaque enregistrés ont influencé les paramètres quantitatifs et qualitatifs de la récolte.

Le dispositif ne comportait pas de témoin non traité, vu la taille des parcelles et l'influence que ce témoin aurait pu avoir sur les symptômes en zones traitées et les décisions en découlant. Les pressions parasitaires annuelles ont été évaluées à l'aide du réseau d'acquisition de références biologiques développé par l'IFV dans le cadre du projet Outils de diagnostics et d'aide à la décision.

## Résultats

### Des pressions parasitaires variées d'une année à l'autre

En Aquitaine, des niveaux de pressions parasitaires très différents ont été rencontrés durant les quatre années d'expérimentation.

2005 : très faible présence du mildiou et faible présence de l'oïdium avec certaines parcelles touchées ponctuellement.

2006 : pression moyenne du mildiou (assez forte sur feuillage en fin de saison) et de l'oïdium (quelques parcelles très touchées ponctuellement).

2007 : très forte présence du mildiou sur feuilles et grappes (quasi généralisée à toutes les parcelles), très faible pression de l'oïdium.

2008 : à nouveau très forte présence du mildiou sur feuilles et grappes et faible présence de l'oïdium.

Dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales, la pression mildiou a été faible à moyenne en 2008, avec des cas ponctuels de fortes attaques sur grappes notamment autour de la floraison. Concernant l'oïdium, une forte présence de symptômes précoces sur drapeaux a généré une pression moyenne à élevée sur Carignan. Sur les autres cépages, la maladie a été peu présente.

Ce millésime a par ailleurs été marqué dans ces deux régions par des accidents climatiques et physiologiques aux impacts négatifs sur le rendement dans certains cas (gel de printemps sur certains secteurs, forte coulure sur certains cépages, stress hydrique en Languedoc-Roussillon).

### Pratiques résultant du POD comparées à celles habituelles

Contre l'oïdium, un maximum de 4 traitements a été appliqué, la plupart des situations ne recevant que 2 traitements. En Languedoc-Roussillon en 2008, les parcelles d'essai de cépage Carignan ont toutes reçu 4 traitements vu la présence d'inoculum précoce sous forme de drapeaux. Un bon contrôle de la maladie sur grappes a été observé dans tous les cas.

Figure 3 - Performance agronomique du processus Mildium : écart par rapport à l'objectif de rendement en fonction du niveau d'attaque du mildiou et d'oïdium sur les grappes.

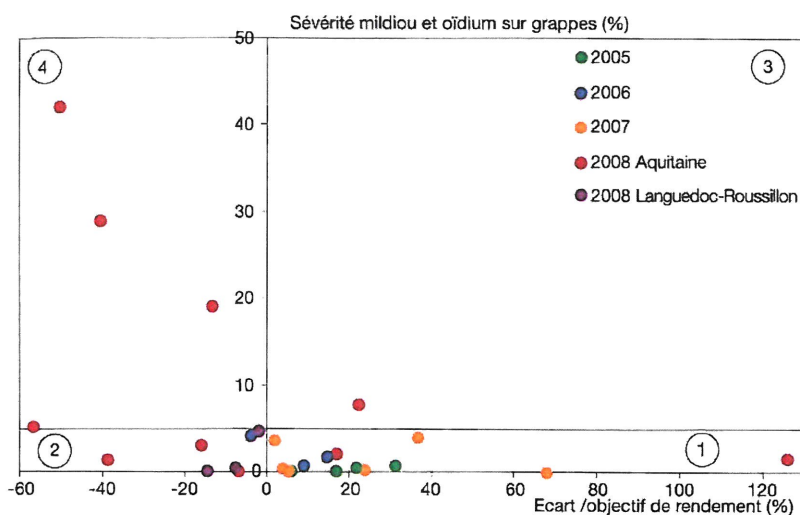
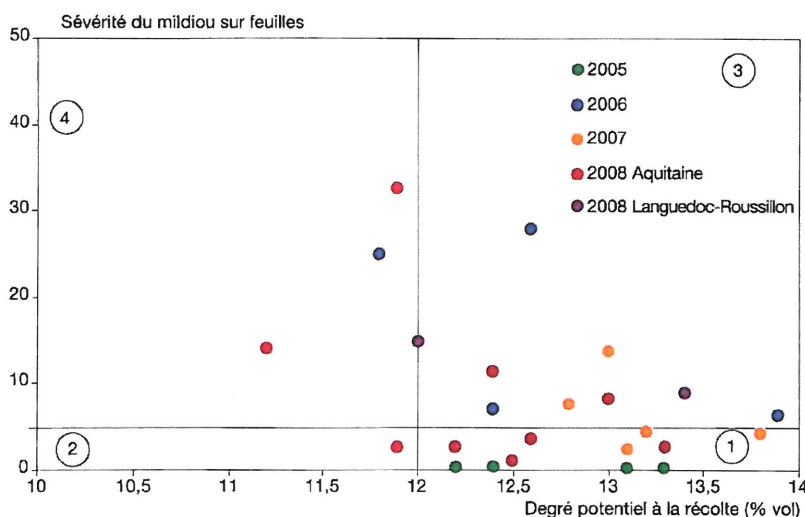


Figure 4 - Performance agronomique du processus Mildium : degré potentiel en fonction de la sévérité du mildiou sur feuilles à la récolte.



Une invasion plus importante du feuillage en fin de saison a été notée sur certaines parcelles, surtout en 2006 et 2007.

Contre le mildiou, 3 à 6 traitements ont été appliqués selon les années et les situations. Les niveaux d'attaque sur grappes ont été nuls à très faibles en 2005 et 2006, faibles en 2007 et plus variables en 2008, plusieurs parcelles subissant des destructions significatives. En 2006, 2007 et 2008, des attaques de mildiou ont été observées sur feuillage à l'approche de la récolte dans le vignoble bordelais.

### Performances agronomiques

Au-delà des niveaux de maladies, il faut évaluer les performances agronomiques du processus au regard du potentiel de récolte par rapport aux objectifs fixés par les viticulteurs. Ces résultats ont été appréciés par le rendement agronomique (Figure 3) et le degré potentiel à la récolte (Figure 4). Quatre cas peuvent être envisagés :

- 1- Les objectifs de récolte sont atteints quantitativement et qualitativement avec un niveau de maladie faible.
- 2- Les niveaux d'attaque sont faibles, mais les objectifs de récolte ne sont pas atteints. D'autres paramètres ont pesé : gel, coulure, pourriture grise...
- 3- Les niveaux d'attaque, quoique élevés, n'ont pas impacté significativement les objectifs de récolte.
- 4- Les niveaux d'attaque sont élevés et ont affecté de manière significative le potentiel de récolte.

Sur les quatre années, 55 % des parcelles ont eu un rendement supérieur ou égal à l'objectif et 85 % des parcelles un degré potentiel supérieur à 12 % vol (cas 1 et 3). Parmi ces parcelles, 28 % ont montré un niveau d'attaque sur le feuillage supérieur à 5 % (cas 3). 30 % des parcelles ont montré des rendements inférieurs aux objectifs malgré un niveau de destruction sur grappes inférieur à 5 % (cas 2). Ces cas ont été rencontrés surtout en 2008 où les dégâts de mildiou ont peu contribué aux dommages

## LE COMPTOIR DU NOUVEAU MONDE®

### DÉSHERBAGE ULTRA BAS VOLUME

### ENVIROMIST-UNDAVINA®

**Le meilleur de la pulvérisation centrifuge**

**• PERFORMANT • ECONOMIQUE • FIABLE • ECONOMIQUE**

**UNDAVINA**

- Pulvérisation centrifuge.
- 20 fois moins de volume.
- Réduction de dose.
- Cuve bouillie herbicide indépendante.
- Pas de puissance (électrique)
- Grande autonomie de travail (20 à 25 litres/ha surface traitée de bouillie).
- Dôme fermé hermétique avec crinière anti-dérive.
- Utilisation multi-produits foliaires et prélevés.
- Contrôle de débits indépendants au poste de conduite.

**HERBAFLEX**

**Pulvérisateur herbicide**

- Pulvérisation centrifuge à main
- Electrique 30 heures d'autonomie
- Bidon 10 litres (1 ha autonomie/ surface traitée dont 1 à 3 litres de produit/ha)
- Utilisation multi-produits

**TRACTEURS & QUADS**

**Présent à Vinitech**  
**Hall 3 - Allée B - Stand 02-04**

B.P. 8 - 33290 LUDON MEDOC - FRANCE  
Tél. 06 08 322 892 - Fax 05 57 880 625  
E-mail : stienj@wanadoo.fr / www.cdnm.fr

**LE COMPTOIR DU NOUVEAU MONDE®**  
**IMPORTATEUR EXCLUSIF EUROPE**

## Bibliographie

- Calonnec A., Cartolaro P., Poupot C., Dubourdieu D. et Darriet P., 2004 - Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. Plant Pathology, 53, 434-45.
- Calonnec A., Cartolaro P., Delière L. et Chadoeuf J., 2006 - Powdery mildew on grapevine: the date of primary contamination affects disease development on leaves and damage on grape. IOBC/wprs Bulletin, 29, 67-73.
- Calonnec A., Cartolaro P., Naulin J.-M., Bailey D. et Langlais M., 2008 - A host-pathogen simulation model: powdery mildew of grapevine. Plant Pathology, 57, 493-508.
- Darriet P., Pons M., Henry R. et al., 2002 - Impact odorants contributing to the fungus type aroma from grape berries contaminated by powdery mildew (*Uncinula necator*). Incidence of enzymatic activities of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 3277-82.
- Ficke A., Gadoury D. et Seem R., 2002 - Ontogenic resistance and plant disease management: A case study of grape powdery mildew. Phytopathology, 92, 671-5.
- Ficke A., Gadoury D., Seem R., Godfrey D. et Dry Ib, 2004 - Host barriers and responses to *Uncinula necator* in developing grape berries. Phytopathology, 94.
- Gadoury D., Seem R., Ficke A. et Wilcox W., 2003 - Ontogenic resistance to powdery mildew in grape berries. Phytopathology, 93, 547-55.
- Kenelly M., Gadoury D., Wilcox W., Magarey P., Seem R., 2005 - Seasonal development of ontogenic resistance to downy mildew in grape berries and rachises. Phytopathology, 95, 1445-52.
- Rousseau J., Blanc D., Jacus V., 2008 - Influence de l'oïdium sur le rendement et la qualité des raisins et des vins. Phytoma, 615, 37-41.

mais ont pu s'ajouter aux autres pertes de récolte. Enfin, pour 15 % des parcelles, toutes en 2008, les dégâts causés sur grappes par le mildiou ont très fortement contribué aux pertes de récolte (cas 4).

## Bilan

Les travaux menés depuis 2005 montrent la pertinence de la démarche et les bons résultats

au stade expérimental de la procédure POD *Mildium*.

En effet, la plupart des parcelles n'ont pas eu, suite à l'application du POD, de dommages préjudiciables à la qualité ni à la quantité de la vendange, y compris dans des cas de pression parasitaire élevée, et ceci avec un nombre de traitements toujours inférieur aux pratiques habituelles.

## Résumé

Dans le but d'aider les viticulteurs à diminuer le nombre de leurs traitements fongicides contre l'oïdium et le mildiou (réduction d'usage des pesticides) sans prendre de risque pour la quantité ni la qualité de la vendange, un nouvel outil nommé *Mildium* a été élaboré grâce au soutien de l'ANR et diverses collaborations.

*Mildium* est un processus opérationnel de décision (POD) ; il stipule comment sont ordonnées dans le temps les prises d'information et les décisions, avec deux principes :

- limiter le nombre d'observations au vignoble, coûteuses en temps, en choisissant bien le moment de les réaliser ;
- coordonner les décisions concernant le mildiou et l'oïdium pour limiter le nombre de passages.

L'article explique sa conception, ses principes et son contenu, et raconte les étapes de sa formalisation et de ses premières validations réalisées en Aquitaine de 2005 à 2008 inclus et élargies au Languedoc-Roussillon en 2008. Il évoque les résultats, très encourageants, et le travail restant à fournir.

**Mots-clés :** vigne, mildiou *Plasmopara viticola*, oïdium *Erysiphe necator* (syn.

*Uncinula necator*), fongicides, protection raisonnée, réduction des intrants, POD (processus opérationnel de décision), OAD (outil d'aide à la décision), *Mildium*.

## Summary

### TOWARDS COORDINATED DECISIONS FOR GRAPEVINE POWDERY & DOWNY MILDEW

Description and assessment of *Mildium*, an operational decision process for fungicide management

With the aim of helping French vine growers to reduce the number of fungicide treatments against powdery and downy mildew but without presenting any risks in terms of the harvest yield, a new tool known as *Mildium* (a contraction of the French names of the two diseases, mildiou and oïdium) has been designed thanks to the support of the National Research Agency and a number of different collaborations. *Mildium* is an operational decision process (ODP) which uses several decision making tools (DMT) with two main principles aimed at facilitating its adoption by vine growers:

- to reduce the number of observations required in the vineyard by choosing the optimum moment for observation;
- to coordinate decisions pertaining to downy & powdery mildew so as to reduce the number of treatments required.

The article explains how *Mildium* was designed and gives details of its main aims and contents before going on to describe the stages of formalization and validation. Details are also provided of the highly encouraging results obtained but also the work that is still to be done.

## Trois points soulevés

Néanmoins, l'expérience des années 2007 et 2008 nous amène à soulever les points suivants :

- L'application du POD *Mildium* entraîne fréquemment des symptômes de maladies sur feuilles et/ou grappes (invasion du feuillage par l'oïdium en fin de saison par exemple). Aussi, malgré une vendange conforme aux objectifs, les résultats « visuels » ne satisfont pas toujours les viticulteurs. Le développement de tels outils doit donc s'accompagner d'un changement des mentalités et d'une évolution des critères d'appréciation des résultats de protection par les praticiens.
- Dans le cas d'événements impactant la quantité ou la qualité de la récolte (gel, coulure, maladie du bois,...), des dégâts même mineurs dus au mildiou ou à l'oïdium peuvent avoir un impact économique significatif. Il faut donc préciser les objectifs de production de chaque parcelle ou groupe de parcelles afin d'ajuster l'objectif de protection et de le réviser si nécessaire en cours de saison.
- Ces deux années à très forte pression mildiou sur certaines parcelles nous ont permis d'identifier un point faible de la procédure pour la gestion du début de saison. En effet, si un fort risque mildiou est avéré très précocement dans un secteur et que les ressources humaines sont limitées, il serait envisageable de réaliser un premier traitement mildiou avant pluie contaminante, avant même l'observation de la parcelle. Cependant, en année ordinaire, il convient de donner la priorité à l'observation des parcelles afin de réduire les traitements.

## Validation à poursuivre

La validation du POD *Mildium* doit être poursuivie à plus large échelle dans un maximum de situations agroclimatiques afin d'évaluer la variabilité de ses performances et de pouvoir proposer *in fine* des processus adaptés aux différents contextes.

Un des enjeux majeurs est le passage de l'échelle parcellaire, pertinente vis-à-vis des maladies, à celle de l'exploitation, plus adaptée à la gestion économique. Il faut évaluer la faisabilité technique de la démarche ainsi que les coûts associés et les conditions d'acceptabilité par les opérateurs. Ces points seront abordés à partir de 2009 dans le cadre d'un projet financé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et regroupant une dizaine d'organismes de recherche et de développement.

**Remerciements :** Les auteurs tiennent à remercier l'Unité expérimentale viticole de l'INRA Bordeaux et l'ensemble des viticulteurs qui ont participé à cette étude, l'IFV de Bordeaux-Aquitaine pour les données de leur réseau de parcelles non traitées ainsi que la Direction inter-régionale Sud-Ouest de Météo-France pour la fourniture des prévisions en 2008. Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de l'Agence nationale pour la recherche.