

## Bilan des résultats obtenus par l'INRA- UMR SAVE- Bordeaux

### Résistance de l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*)

### Plan de surveillance 2015

#### Résumé

Ce bilan a été réalisé par l'INRA (UMR-SAVE-1065) suite à l'analyse des échantillons prélevés dans le cadre du réseau national de surveillance biologique du territoire.

Un plan de surveillance est réalisé depuis plusieurs années sur la résistance de l'oïdium aux fongicides QoI (inhibiteurs de la respiration mitochondriale cytochrome b, **Q**uinine **o**utside **I**nhibitors), DMI (inhibiteurs de la stérol-C<sub>14</sub>-déméthylase, **DeM**ethylase **I**nhibitors). Cette année, des suivis de résistance vis-à-vis d'un inhibiteur de la Succinate **d**eshydrogenase **I**nhibitor (SDHI/boscalid), d'un inhibiteur de la signalisation cellulaire (quinoxyfène) et d'un inhibiteur de la biosynthèse des filaments d'actine (métrafénone) ont été effectués.

Les analyses de la résistance aux fongicides DMI et QoI ont été réalisées en détectant et quantifiant une modification dans la séquence du gène, laquelle conduit à une protéine modifiée moins sensible ou insensible à l'action du fongicide, à l'aide de la technique de PCR quantitative (q-PCR) mise au point au laboratoire (Dufour *et al.*, 2011). Pour la résistance aux DMI, il s'agit de l'allèle Y136F (modification du codon en position du codon 136 du gène de l'éburicol-C<sub>14</sub>-déméthylase (*CYP51*)) et pour les QoI de l'allèle G143A (modification du codon en position 143 du gène du cytochrome b).

Pour les trois autres fongicides, l'évaluation de la résistance a été réalisée à l'aide de deux doses de fongicide discriminantes (20 et 40 mg/l de matière active pour le quinoxyfène, 5 et 10 mg/l de matière active pour le boscalid, et 2 et 10 mg/l pour la métrafénone).

**Mots clés :** *Erysiphe necator*, plan de surveillance, QoI, DMI, métrafénone, quinoxyfène, SDHI, q-PCR, Allèle de résistance, dose discriminante.

#### I. - CONTEXTE

*E. necator*, champignon ascomycète, est un parasite obligatoire qui peut se développer en condition de laboratoire, mais uniquement sur du matériel végétal jeune et réceptif (feuilles de vigne). Il est généralement difficile, à partir d'échantillons de terrain, de disposer de suffisamment d'inoculum pour la réalisation de test biologique et de ce fait, il est souvent nécessaire d'effectuer un repiquage, ou deux (délai de 10 à 12 jours entre chaque repiquage), avant de réaliser le test. Ce qui parfois peut entraîner un biais (tendance importante à minorer la résistance en début d'émergence, en absence de pression de

sélection). De plus, travaillant avec des populations, plus le nombre de repiquages est important et moins les résultats sont représentatifs des fréquences réelles des différents allèles de résistance (en particulier DMI). Pour ces raisons, deux tests de q-PCR ont été réalisés pour les fongicides DMI et QoI (Dufour *et al.*, 2011). Néanmoins, pour la détection de la résistance vis-à-vis de fongicides SDHI, du quinoxyfène et de la métrafénone, nous avons encore réalisé des tests biologiques, en l'absence d'outils moléculaires. C'est pourquoi au cours de cette campagne, nous nous sommes efforcées de limiter les repiquages avant le premier test biologique.

La résistance aux fongicides DMI existe depuis 1984, mais cette résistance polygénique, impliquant un gène majeur (CYP51) et conduisant à des baisses de fitness des souches résistantes, a pu être limitée suite aux préconisations de la note nationale (maximum 3 traitements par saison et jamais de manière consécutive). Cependant, la résistance a augmenté au cours de la dernière décennie, mais semble se stabiliser depuis quelques années. L'allèle Y136F est un marqueur de l'état de résistance, et les souches, qui le possèdent, présentent au minimum un facteur de résistance de l'ordre 8 à ces fongicides, comme le triadiménol (Délye *et al.*, 1998). Cependant si toutes les souches ayant cet allèle sont plus ou moins résistantes, les souches ne le possédant pas peuvent être résistantes à d'autres fongicides DMI (*e.g.* autre que triazole).

La résistance aux fongicides QoI, quant à elle, a émergé en 2008 ; cette résistance monogénique, implique une mutation majeure dans le gène du cytochrome b mitochondrial (G143A) qui conduit à des facteurs de résistance supérieurs à 100. En 2013, la quasi-totalité des parcelles échantillonnées présentaient des fréquences alléliques fortes.

Pour le boscalid, le quinoxyfène et la métrafénone, il s'agit d'un plan de détection de résistance éventuelle, sachant qu'en 2014, quelques pertes de sensibilité au quinoxyfène avaient été détectées, et deux cas pour le boscalid. Pour la métrafénone, il s'agit d'une nouvelle surveillance.

L'état des résistances a été évalué dans différentes régions selon le cadre du plan de surveillance national de la DGAL. Le plan 2015 avait pour objectif de détecter la présence de résistance dans les régions : Alsace (AL), Aquitaine (AQ) Champagne-Ardenne (CA), Bourgogne (BO), Centre (CE), Franche-Comté (FC), Languedoc-Roussillon (LR), Midi-Pyrénées (MP), Pays de Loire (PL), Poitou-Charentes (PC), Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Rhône-Alpes (RA).

## II. - MATERIEL

Le plan de surveillance de 2015 concernait à l'origine 12 régions. Au total 79 parcelles ont été échantillonnées (Cf. tableau 1). Les échantillons sont collectés entre le 26 juin et le 10 octobre 2015. L'ensemble est constitué à 78,5 % de parcelles de production (62/79). Sept parcelles sont des parcelles d'essai (8,8% - traitées ou témoin), et 10 parcelles n'ont pas été renseignées (12,7%).

Pour effectuer le tri des prélèvements, les bases de données et les tests biologiques, 3 mois de main d'œuvre occasionnelle ont été nécessaires pour un montant de 7500€, financés pour partie par les factures payées par les CRA et sur nos fonds propres, complétés par 3 mois d'équivalent temps plein de personnel INRA.

Les tests biologiques ont été réalisés sur des feuilles de *Vitis vinifera* cv. Cabernet-Sauvignon (boutures de 3 mois) produites en serre.

Résistance de l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) en 2015

Rédactrices : MF Corio-Costet et MC Dufour, relecture A Micoud

**Tableau 1** : Nombre de parcelles prévisionnelles à analyser selon les régions, en France en 2015.

Régions	DMI tébuconazole		quinoxifène/ proquinazid		SDHI (boscalid)		métrafénone	
	N prévu	N reçu	N prévu	N reçu	N prévu	N reçu	N prévu	N reçu
Aquitaine	5	15	3	8	3	8	2	9
Bourgogne	5	13	3	6	3	6	2	9
Centre	4	4	0	2	0	2	0	2
Champagne-Ardenne	5	12	0	0	9	9	0	0
Franche-Comté	4	11	0	0	0	0	0	0
Languedoc- Roussillon	5	1	0	0	0	0	0	0
Midi-Pyrénées	5	6	0	0	0	0	0	1
Pays de Loire	5	5	2	1	2	2	1	4
Poitou-Charentes	4	7	0	4	0	1	0	2
Provence-Alpes-Côte d'Azur	5	5	0	4	0	4	0	4
Rhône-Alpes	5	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>79</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>31</b>

### III. - METHODES

Les prélèvements sont constitués de 20 à 30 feuilles et/ou d'une dizaine de grappes oïdiées. Pour les prélèvements foliaires, 30 à 45 pastilles de feuilles (découpées à l'aide d'un emporte-pièce) avec de l'oïdium sont réparties dans trois tubes différents. Pour les grappes, 30 morceaux de baies oïdiées provenant de différentes grappes sont aussi répartis dans 3 tubes de collecte. L'ensemble est conservé au congélateur à -20°C avant extraction de l'ADN. L'extraction et la quantification sont réalisées comme décrit dans la publication de Dufour *et al.* 2011.

Les tests biologiques du « monitoring » sont réalisés directement sur des feuilles (ou disques de feuilles) traitées avec les différents fongicides sur lesquelles l'oïdium est inoculé par soufflage comme décrit dans Debieu *et al.* (1995) et Corio-Costet (2015), ou par frottement des baies ou parties oïdiées sur plusieurs feuilles. Si l'inoculum n'est pas suffisant pour inoculer l'ensemble des feuilles, pour les tests et le contrôle, deux feuilles sont inoculées sans fongicide et 12 jours plus tard, le test est effectué par soufflage des conidies. L'ensemble est incubé à 22°C. Les doses choisies pour les tests en 2015 sont de 20 et 40 mg/l de matière active pour le quinoxifène, de 5 et 10 mg/l de substance active pour le boscalid (SDHI), et 2 et 10 mg/l pour la métrafénone.

### IV. - RESULTATS

Résistance de l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) en 2015

Rédactrices : MF Corio-Costet et MC Dufour, relecture A Micoud

L'interprétation des résultats permet de connaître le pourcentage d'allèles portant la mutation 136, un marqueur de résistance aux fongicides DMI (tableau 2), et la mutation 143, responsable de la résistance aux fongicides QoI (non demandée dans le plan de surveillance) (tableau 3). Les données concernant le quinoxyfène, le boscalid et la métrafénone sont qualitatives et mettent en évidence une perte de sensibilité aux fongicides. Le nombre de parcelles analysées a été de 79 en 2015. Aucun échantillon provenant des régions Alsace et Rhône-Alpes n'a été reçu.

#### IV.-1. Résistance aux DMI

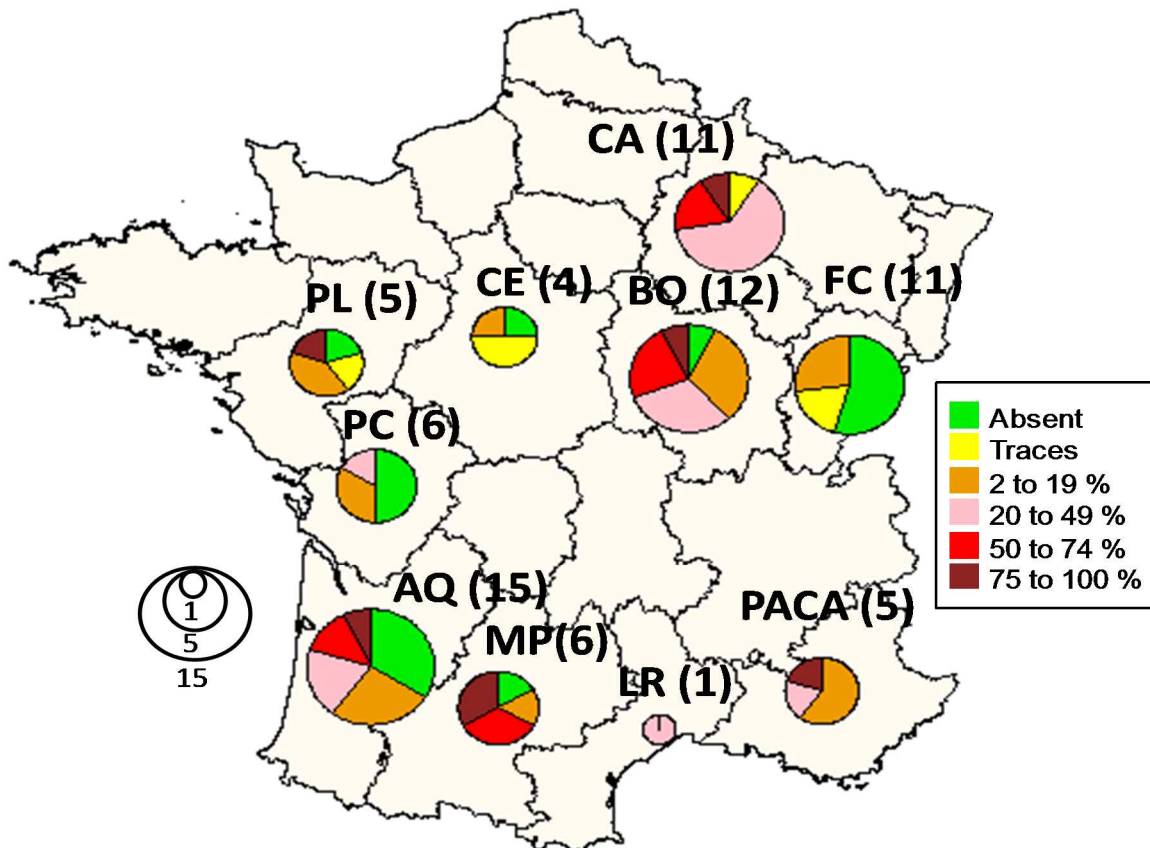
Le tableau 2 présente le nombre d'échantillons répartis dans chacune des classes de fréquence de l'allèle Y136F pour la résistance aux DMI. Ces résultats tiennent compte des résultats sur feuilles et sur grappes qui ont été combinés. La figure 1 permet de visualiser la répartition des fréquences dans chaque région viticole. 76 échantillons ont répondu sur les 79 reçus.

**Tableau 2 :** Répartition des classes de fréquences de l'allèle résistant Y136F pour les DMI dans les échantillons analysés par région. Entre parenthèses, pour mémoire, les résultats 2014.

Région	N parcelles analysées	N échantillons par classe de fréquence (%) de l'allèle 136						Fréquence moyenne de l'allèle de résistance par région
		absent	Traces	2 à 19	20 à 49	50 à 74	75 à 100	
Aquitaine	15	5	0	4	3	2	1	<b>20,93</b> (46,53)
Bourgogne	12	0	0	4	4	3	1	<b>37,81</b> (33,14)
Centre	4	1	2	1	0	0	0	<b>3,96</b> (5,72)
Champagne - Ardenne	11	0	1	0	7	2	1	<b>39,44</b> (16,93)
Franche-Comté	11	6	2	3	0	0	0	<b>2,45</b> (4,37)
Languedoc-Roussillon	1	0	0	0	1	0	0	<b>20,57</b> (37,65)
Midi-Pyrénées	6	1	0	1	0	2	2	<b>58,77</b> (12,69)
PACA	5	0	0	3	1	0	1	<b>30,80</b> (35,22)
Pays de Loire	5	1	1	2	0	0	1	<b>24,00</b> (54,55)
Poitou-Charente	6	3	0	2	1	0	0	<b>8,88</b> (17,31)
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>25,59</b> (26,41)

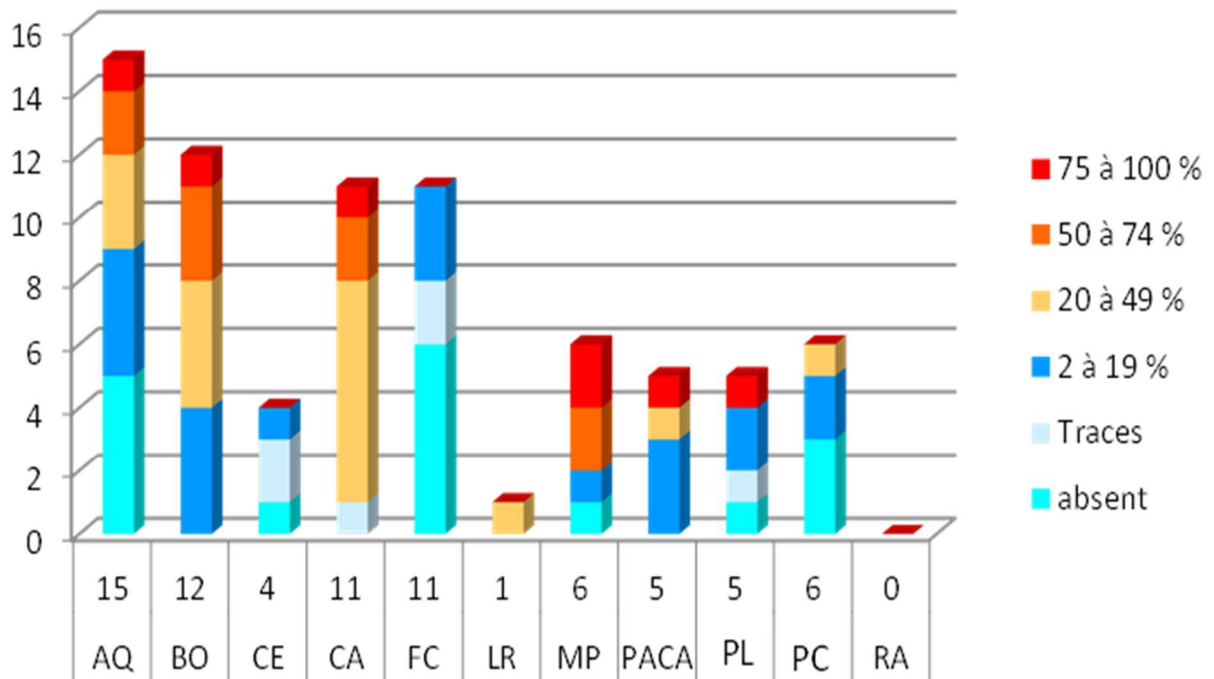
À noter que le nombre de parcelles varie de 1 à 15 par région et que la fréquence de l'allèle Y136F varie de 0 à 100%, avec une moyenne de 25,59 %. Les régions identifiées

comme présentant les plus fortes fréquences d'allèles seraient en 2015 les régions Midi-Pyrénées, Champagne-Ardenne et Bourgogne qui sont au-dessus de la fréquence moyenne nationale. La situation a changé par rapport à 2014 où 5 régions étaient au-dessus de la moyenne dont la Bourgogne. En 2015, 30,66% des parcelles sont encore détectées comme totalement sensibles (régions Aquitaine, Centre, Franche-Comté, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes). Cependant il convient d'être prudent car cet allèle n'est qu'un marqueur d'un type de résistance aux DMI et que d'autres phénomènes de résistance (d'autres mutations ou mécanismes) peuvent coexister avec cet allèle.



**Figure 1** : Répartition par région des échantillons collectés en 2015 en fonction de leur pourcentage de l'allèle Y136F. Le chiffre entre parenthèses indique le nombre de parcelles analysées pour chaque région.

Un examen plus détaillé de la répartition des classes de fréquences de cet allèle Y136F (figure 1) montre des situations très variables selon les régions et les parcelles, avec les régions Centre, Franche-Comté, Pays de Loire, Poitou-Charentes et Aquitaine comme étant les plus sensibles aux fongicides DMI. À l'inverse les régions Bourgogne, PACA, Champagne-Ardenne et Midi-Pyrénées sont celles où l'allèle de résistance est le plus présent.



**Figure 2 :** Répartition en 2015, des niveaux de résistance aux DMI observés par parcelle dans chaque région viticole analysée. Les chiffres indiquent le nombre de parcelles, et les couleurs la classe des pourcentages de l'allèle Y136.

Par comparaison avec 2014, la situation s'est nettement améliorée dans la région Aquitaine et Pays de Loire, et s'est dégradée dans les régions Champagne Ardennes et Midi-Pyrénées. Toutefois, l'effet parcelle étant prédominant, il convient d'être prudent sachant qu'en Aquitaine par exemple plusieurs parcelles d'essais non traitées ont été échantillonnées.

#### IV.-2. Résistance aux QoI

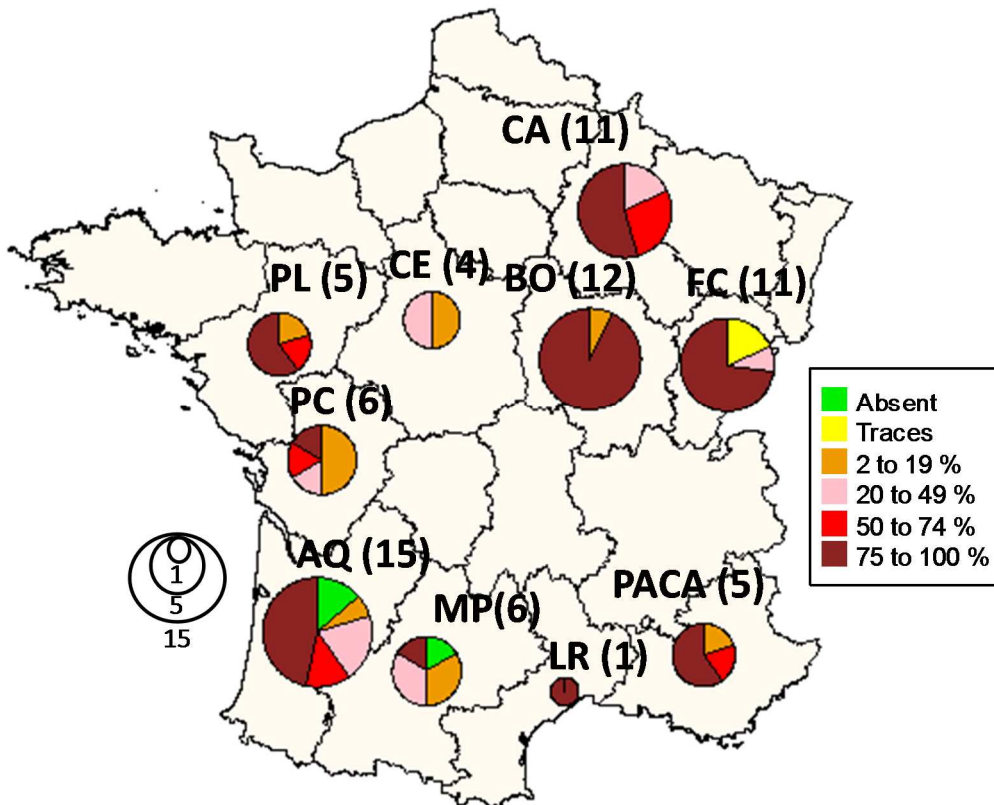
Concernant la résistance aux fongicides QoI, bien que non demandée lors de ce plan de surveillance, nous l'avons réalisée afin d'évaluer l'évolution de cette résistance sachant que, suite aux recommandations de la note nationale 2014, peu de ces fongicides devraient être utilisés pour la protection du vignoble contre l'oïdium, puisque que nous sommes en situation de résistance généralisée. Le suivi réalisé nous renseigne ainsi sur la fitness des populations résistantes aux QoI, et/ou sur la pression de sélection exercée par des anti-oïdiums contenant des QoI, ou par d'autres produits (e.g. anti-mildiou, anti-black-rot) qui pourraient être utilisés.

**Tableau 3 :** Répartition des échantillons par région en fonction de la proportion d'allèle résistant G143A pour les QoI en 2015. Le chiffre entre parenthèses indique la fréquence observée dans les régions en 2014.

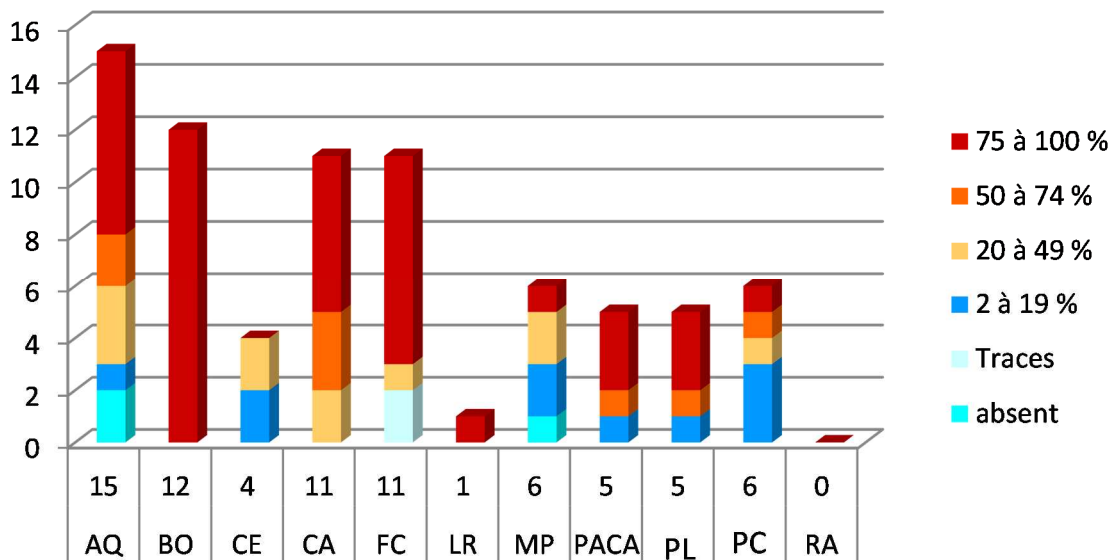
Région	N parcelles analysées	N échantillons par classe de fréquence (%) de l'allèle 143						Fréquence moyenne de l'allèle de résistance par région
		absent	Traces	2 à 19	20 à 49	50 à 74	75 à 100	
Aquitaine	15	2	0	1	3	2	7	<b>59,21</b> (46,11)
Bourgogne	12	0	0	1	0	0	11	<b>85.17</b> (70,18)
Centre	4	0	0	2	2	0	0	<b>21,04</b> (54,28)
Champagne - Ardenne	11	0	0	0	2	3	6	<b>78,10</b> (26,24)
Franche-Comté	11	0	2	0	1	0	8	<b>72,29</b> (61,29)
Languedoc-Roussillon	1	0	0	0	0	0	1	<b>100,00</b> (34,59)
Midi-Pyrénées	6	1	0	2	2	0	1	<b>33,92</b> (55,22)
PACA	5	0	0	1	0	1	3	<b>77.04</b> (94,43)
Pays de Loire	5	0	0	1	0	1	3	<b>72.20</b> (37,79)
Poitou-Charente	6	0	0	3	1	1	1	<b>33.50</b> (70,29)
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>42</b>	<b>63.51</b> (55,04)

Les résultats du tableau 3 révèlent une fréquence moyenne de l'allèle G143A de 63,51% avec une présence importante de cet allèle dans toutes les régions de France, à l'exception des régions Centre, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes et PACA dans lesquelles la fréquence semble diminuer par rapport à 2014. La figure 3 montre qu'il existe des parcelles sans présence de l'allèle de résistance (1 en Midi-Pyrénées et 2 en Aquitaine), ou à l'état de trace (2 en Franche-Comté). Les régions les plus résistantes en 2015 sont les régions Bourgogne, Champagne-Ardenne, PACA, Franche-Comté, Pays de Loire et Aquitaine qui dépassent toutes 50% de fréquence allélique en moyenne. À noter qu'en Languedoc-Roussillon un seul échantillon a été reçu montrant une résistance de 100% aux QoI. La situation semble s'être dégradée en Bourgogne, Champagne-Ardenne et Pays de Loire par rapport à 2014.

Comparée à 2014, la situation semble meilleure dans le sud-ouest mais très préoccupante dans tous les vignobles situés à l'Est de la France (CA, BO, FC, PACA). À noter que les situations parcellaires sont plutôt très contrastées avec des parcelles sensibles et très résistantes dans une même région. Il serait intéressant d'examiner plus en détails les traitements anti-oidium effectués ainsi que ceux réalisés contre d'autres bioagresseurs.



**Figure 3 :** Répartition des fréquences de l'allèle G143A par région. Le chiffre entre parenthèses indique le nombre de parcelles analysées pour chaque région.



**Figure 4 :** Répartition en 2015, des niveaux de résistance aux Qol observés par parcelle dans chaque région viticole analysée. Les chiffres indiquent le nombre de parcelles, et les couleurs la classe des pourcentages de l'allèle G143A.



### IV.-3. Résistances au quinoxyfène, boscalid et métrafénone

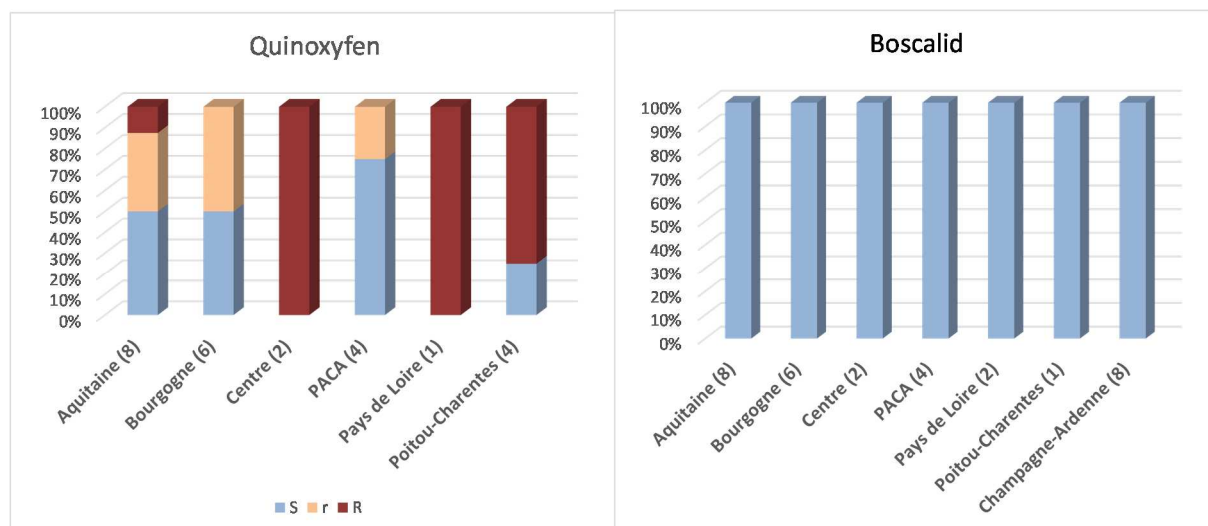
#### Résistance au quinoxyfène

Les tests biologiques réalisés permettent de détecter la perte de sensibilité des populations aux trois produits testés. En 2014 et 2015, les doses discriminantes utilisées étaient de 20 et 40 mg/l pour le quinoxyfène, des doses supérieures de 7 à 14 fois à la CMI des souches sensibles (concentration minimale de matière active inhibant à 100% la croissance de l'agent pathogène). En 2015, 56% des échantillons testés (14/20) étaient capables de se développer à une concentration égale ou supérieure à 20 mg/l de quinoxyfène, à savoir : 28% capables de se développer à 40 mg/l de m. a. (soit un facteur de résistance (FR) au moins égal à 14 et notés R) et 28% se développant uniquement à la première dose (notés r) (tableau 4, figure 5).

L'ensemble ne paraît pas avoir évolué par rapport à l'année 2014 (malgré le peu de parcelles analysées en 2014). Comme précédemment, il apparaît qu'il existe une grande variabilité liée aux parcelles.

**Tableau 4** : Sensibilité des échantillons collectés en 2015 au quinoxyfène, au boscalid (SDHI), et à la métrafénone. S=Sensible aux deux doses testées, r = non sensible à la dose la plus faible testée, R = se développe aux deux doses testées (supérieures à la CMI des souches sensibles).

Régions	quinoxyfène		boscalid		métrafénone	
	N	Phénotype	N	Phénotype	N	Phénotype
Aquitaine	8	4S, 3r, 1R	8	8S	9	7S, 2r
Bourgogne	6	3S, 3r,	6	6S	9	3S, 5r, 1R
Centre	2	2R	2	2S	2	2r
Champagne-Ardenne			8	8S		
Franche-Comté						
Languedoc-Roussillon						
Midi-Pyrénées					1	S
Pays de Loire	1	1R	2	2S	4	3S, 1r
Poitou-Charentes	4	1S, 3R	1	1S	2	2S
Provence-Alpes-Côte d'Azur	4	3S, 1r	4	4S	4	3S, 1r
TOTAL	25	11S, 7r, 7R	31	31S	31	19S, 11r, 1R



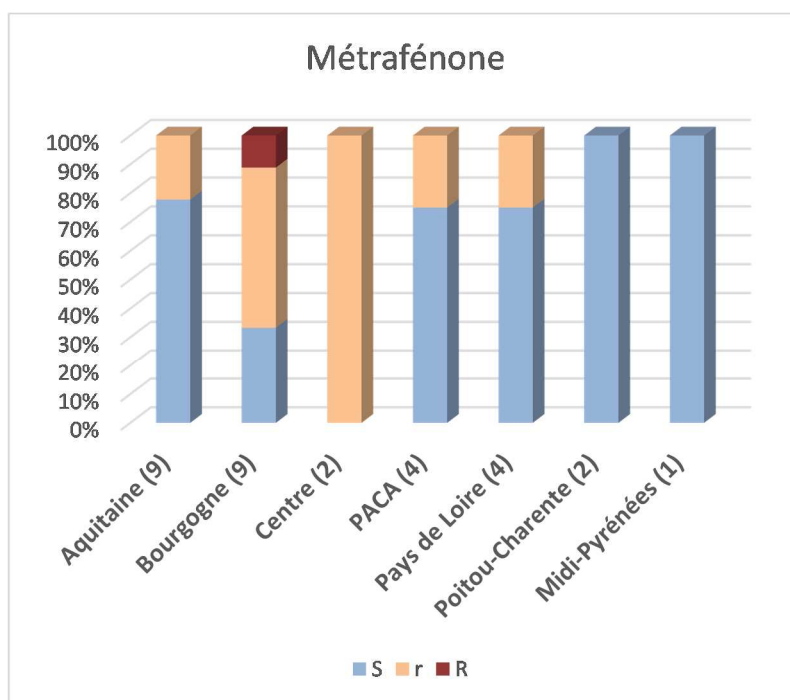
**Figure 5** : Répartition de la sensibilité et de la résistance au quinoxyfène et au boscalid dans les différentes régions. En bleu : les parcelles sensibles (S), en orangé : les parcelles (r) qui se développent à des concentrations supérieures à la CMI et en rouge sombre : les parcelles présentant une perte de sensibilité aux concentrations discriminantes choisies. Entre parenthèses, le nombre de parcelles analysées.

#### Résistance au SDHI (boscalid)

Sur l'ensemble des 31 échantillons testés en 2015, aucune population ne s'est développée aux doses choisies (5 et 10 mg/l) pourtant plus faibles que celles choisies en 2014 (15 et 30 mg/l de m. a). Ce résultat contraste avec celui de 2014 où 2 populations s'étaient développées à la dose de 15 mg/l et 30 mg/l. En 2015, aucun cas de résistance au boscalid n'a été relevé sur les parcelles analysées (Tableau 4, figure 5).

#### Résistance à la métrafénone

Pour la première fois, la recherche d'une résistance à la métrafénone a été entreprise en 2015. Trente et une parcelles ont été analysées avec deux doses l'une de 2 mg/l de m.a., soit 2 fois la CMI des souches sensibles, et la seconde de 10 mg/l, soit 10 fois la CMI, afin de détecter les premiers cas de résistance (tableau 4, figure 6). Un seul échantillon s'est développé à 95% avec la première dose (2 mg/l) et à 30% avec la dose de 10 mg/l. Il provenait d'une parcelle bourguignonne non traitée en 2015, mais très fortement oïdiée (les traitements 2014 n'ont pas encore été communiqués). Pour l'ensemble des parcelles, pas de problème de résistance avérée, hormis cette parcelle bourguignonne. Cependant, un certain nombre d'échantillons (11) se développent seulement à la dose de deux fois la CMI (plus de 60% de croissance) et ils représentent 35,5% des échantillons.



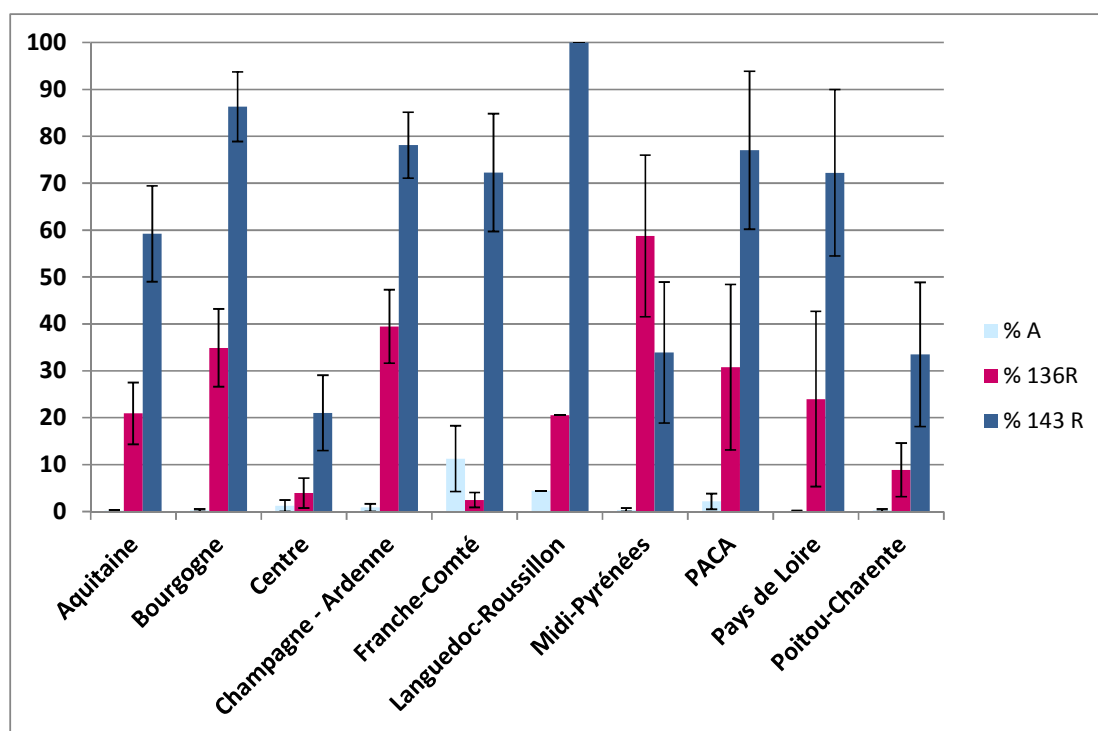
**Figure 6** : Répartition de la sensibilité et de la résistance à la métrafénone dans les différentes régions. En bleu : les parcelles sensibles (S), en orangé : les parcelles (r) qui se développent à des concentrations supérieures à la CMI et en rouge sombre : les parcelles présentant une perte de sensibilité aux concentrations discriminantes choisies, ici 2 et 10 fois la CMI. Entre parenthèses le nombre de parcelles analysées.

## V. - CONCLUSIONS-PERSPECTIVES

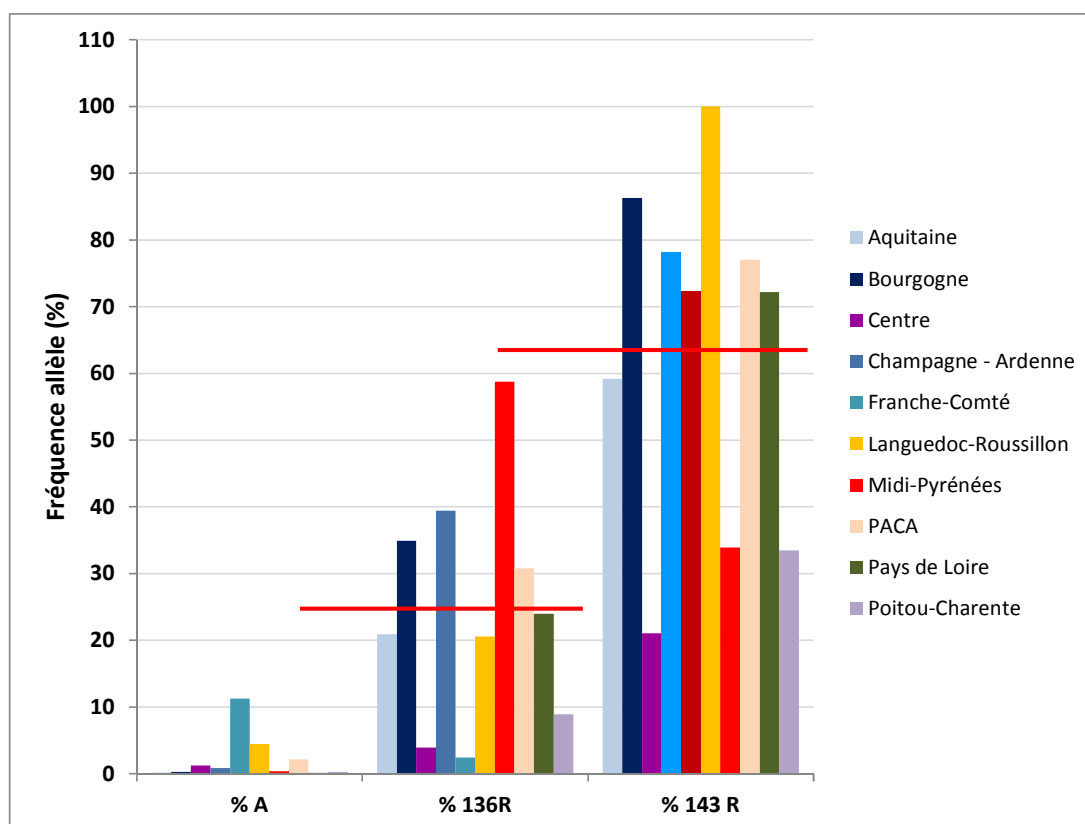
Ce plan de surveillance 2015 montre que la présence de l'allèle Y136F impliqué dans la résistance aux fongicides DMI est très variable selon les régions (figures 7, 8). Globalement, la résistance aux DMI évolue peu, avec quelques augmentations, compensées par des diminutions de fréquences de l'allèle 136 dans d'autres parcelles ou régions.

Par contre, concernant la résistance aux fongicides QoI, cette dernière est toujours très présente dans la plupart des régions. Globalement, la situation a évolué vers une plus forte résistance moyenne et des situations très contrastées par région et par parcelle.

Parmi les régions les plus touchées par la résistance à ces deux familles de fongicides, citons les régions Bourgogne et Champagne-Ardenne. D'autres régions présentent des populations plus résistantes aux fongicides DMI qu'aux QoI comme la région Midi-Pyrénées, alors que la plupart des populations s'avèrent nettement plus résistantes aux QoI.



**Figure 7 :** Répartition des différents allèles de résistance (Y136F et G143A) et du génotype A d'oïdium dans les différentes régions françaises en 2015.

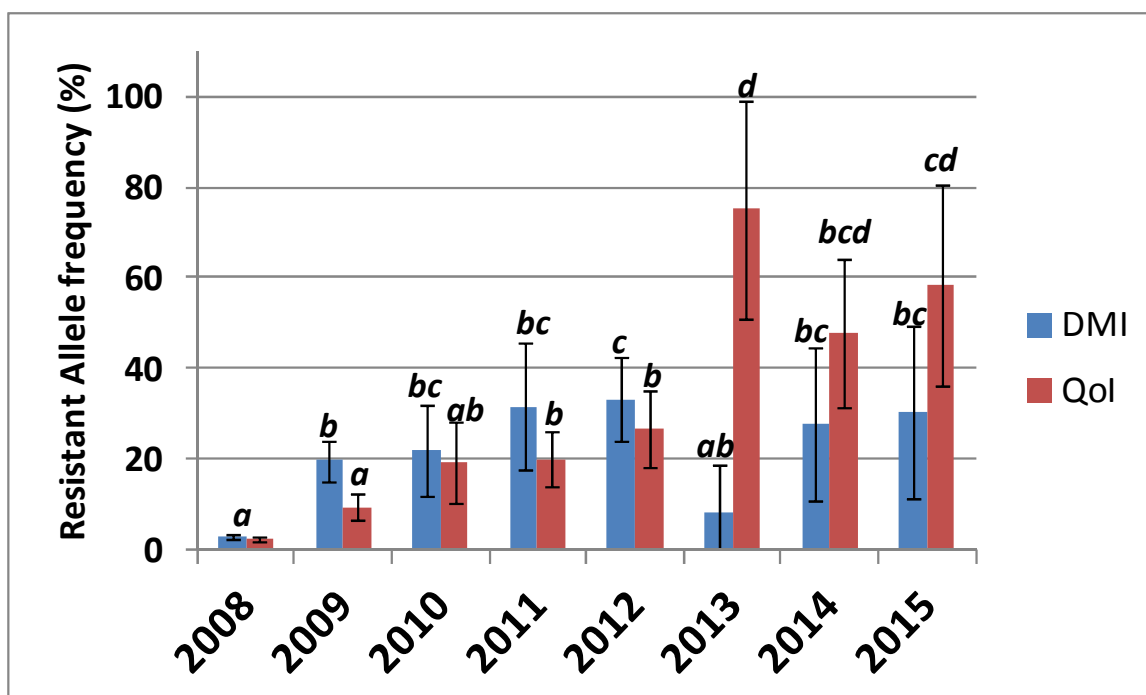


**Figure 8 :** Distribution par région des différents allèles de résistance et du génotype A d'oïdium. Les barres rouges représentent la moyenne nationale de fréquence des allèles de résistance.

Résistance de l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) en 2015

Rédactrices : MF Corio-Costet et MC Dufour, relecture A Micoud

L'examen global de la résistance aux DMI et aux QoI entre 2008 et 2015 (figure 9), incluant de données du plan de surveillance et des données issus d'autres projets, tend à montrer une stabilisation du phénomène pour ces deux classes de fongicides en moyenne, sachant que les variations observées peuvent être liées à la pression de maladie qui fluctue selon les années ainsi qu'à l'emploi de certaines familles de fongicides.



**Figure 9 :** Distribution des fréquences alléliques entre 2008 et 2015 dans différentes parcelles viticoles (issues essentiellement des plans de surveillance). En bleu la fréquence de l'allèle Y136F et en rouge la fréquence de l'allèle G143A. Les lettres donnent la significativité au seuil de 5%.

Concernant la résistance au quinoxyfène et au boscalid, il semble que les pertes d'efficacitées soient confirmées pour le quinoxyfène. Pour le boscalid, la présence de populations résistantes en 2014, n'a pas été confirmée en 2015. Sur les 31 parcelles analysées, toutes étaient sensibles au boscalid. A noter que nous n'avons analysé aucune parcelle en provenance de la région Languedoc-Roussillon pour ce fongicide.

Concernant la métrafénone, de nombreuses populations se développent à une dose de 2 fois la CMI des souches sensibles et 1 seule population a pu se développer à 10 fois la dose de cette CMI. Dans ce cas, il faudra confirmer ou infirmer l'apparition de résistance dans les années à venir. En effet, des cas de résistance à la métrafénone ont été récemment décrits en Italie (Kunova et al, 2015).

## VI. - Partenaires scientifiques et techniques

J. Grosman (expert référent vigne de la DGAL), A Micoud (laboratoire Anses-Lyon) pour la mise en œuvre du plan

Résistance de l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) en 2015

Rédactrices : MF Corio-Costet et MC Dufour, relecture A Micoud

Réseau DRAAF-SRAL et des organisations professionnelles de la Surveillance Biologique du Territoire pour la participation aux prélèvements.

Moyens humains mis à disposition par l'UMR SAVE, INRA de Bordeaux:

**MOO :**

Solenn Casteran, Mathilde Chopy (échantillonnages, test biologiques, archivages)

**INRA**

S Gambier (production de feuilles de vigne)

MC Médalin (factures)

G Taris (préparation matériel pour culture et inoculation)

MC Dufour (tests q-PCR et analyses des données statistiques, tests biologiques, archivages)

MF Corio-Costet (responsable projet, suivi, analyses, courriers et rédaction).

**Bibliographie :**

Baudoin, A., G. Olaya, F. Delmotte, F. Colcol, and H. Sierotski. 2008. QoI resistance of *Plasmopara viticola* and *Erysiphe necator* in the Mid-Atlantic United states. Plant management Network, Plant health progress. DOI: 10.1094/PHP-2008-0211-02-RS.

Corio-Costet MF (2015) Monitoring Resistance in Obligate Pathogens by Bioassays Relating to Field Use: Grapevine Powdery and Downy Mildews. In Fungicide Resistance in Plant Pathogens: Principles and a guide to Practical management, H. Ishii, D. Hollomon (Eds). Springer Japan KK, Tokyo. Chapter 16, 251-280. DOI 10.1007/978-4-431-55642-8\_16.

Debieu D., Corio-Costet M-F., Steva H., Malosse C., Leroux P. (1995) Sterol composition of the wine powdery mildew fungus: *Uncinula necator* sensitive or resistant strains to the sterol biosynthesis inhibitor: triadimenol. *Phytochemistry*, **39**, 293-300.

Délye C., and Corio-Costet M-F. (1998) Origin of primary infections of grape powdery mildew *Uncinula necator*: RAPD analysis discriminate two biotypes. *Mycol. Research*, **102**, 283-288.

Dufour MC, Fontaine S, Montarry J, Corio-Costet MF (2011) Assessment of fungicide resistance and pathogen diversity in *Erysiphe necator* using quantitative real-time PCR assays. *Pest Manag. Sci*, **67**: 60-69.

Kunova A, Pizzatti C, Bonaldi M, Cortesi P (2015) Metrafenone resistance in a population of *E. necator* in northern Italy. *Pest Manag. Sci*. DOI 10.1002/ps.4060.