

**AFPP – 10^e CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 3, 4 et 5 DECEMBRE 2012**

**EFFICACITE SUR L'OIDIUM DE LA VIGNE (*ERYSIPHE NECATOR*) DE PROGRAMMES
DE LUTTE EN PRESENCE DE PHENOTYPES RESISTANTS AUX Qols**

P. MAURANX ⁽¹⁾ et H. STEVA ⁽²⁾

⁽¹⁾ Vivadour – Allée du Bon Repos – 32400 Riscle - France

⁽²⁾ CJH – 21C Chemin de la Girotte – 33650 La Brède – France - herve.steva@orange.fr

RESUME

La détection en 2008 de phénotypes d'*Erysiphe necator* résistants aux Qols dans le Gers et leur forte progression dans les populations entre 2009 et 2010 dans cette région a considérablement réduit les performances des programmes de lutte contre l'oïdium. Cet article évalue le comportement de quelques programmes à base de Qols dans cette nouvelle situation de résistance.

La baisse d'efficacité des programmes à base de 2 traitements Qols est de 40% à 53% par rapport au programme sans Qol en présence de 10% ou plus de phénotypes résistants en début d'expression de l'épidémie d'oïdium. Cette perte reste très élevée même après l'utilisation d'un seul traitement Qol dans le programme (34% et 41%).

Le choix d'une association entre un Qol et un SDHI limite fortement cette baisse d'efficacité dans un programme à 2 applications consécutives (5% et 8%). Par contre, l'utilisation d'un traitement avec un autre mode d'action entre les deux applications de l'association entre Qol et SDHI se traduit systématiquement par une perte d'efficacité comprise entre 20% et 30%.

Mots-clés : *Erysiphe necator*, résistance, Qol, efficacité, associations.

SUMMARY

EFFICACY OF QOI FUNGICIDES AGAINST GRAPE POWDERY MILDEW (*ERYSIPHE NECATOR*) IN RESISTANCE CONTEXT

The first detection in 2008 of resistant strains of *Erysiphe necator* to Qol fungicides in the Gers area (South West - France) and their high increase inside the populations between 2009 and 2010 have significantly decreased the efficacies of spray programs against grape powdery mildew in these vineyards. This aim of this paper is to perform the activity of Qol alone or in mixture in a resistance situation.

When the population contains more than 10% of resistant phenotypes, an efficacy decrease (40% to 53%) is confirmed following the application of 2 Qols alone. This loss of efficacy remains at a high level even if we spray only one treatment with a Qol (-34% and -41% compared to the program without Qol).

The mixture between a Qol and a SDHI is the best solution to preserve a normal control of grape powdery mildew. If the farmer plans to spray 2 applications with this mixture, he must apply in a consecutive way and never with a breaker.

Key words : *Erysiphe necator*, resistance, Qol, efficacy, mixtures.

INTRODUCTION

L'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) est une des principales maladies de la vigne dans la région du Gers et redevient depuis 2008 de plus en plus préoccupante après une période de répit dans le début des années 2000. En effet, cette maladie avait déjà provoqué dans cette région des pertes significatives de récolte dès 1988 suite à la présence de phénotypes résistants aux fongicides IDM (Inhibiteurs de la Déméthylation des Stérols) détectée en 1989 à Madiran (Cazenave *et al*, 1989). La mise en place de stratégies anti-résistance et la modification des programmes de traitement (Steva *et al*, 1996) avaient permis aux viticulteurs de retrouver une bonne maîtrise de l'oïdium. De plus, l'arrivée de nouveaux modes d'action (IBS du groupe 2 avec la spiroxamine, quinoxifène puis les Qols) avait contribué à une meilleure protection de par leurs performances intrinsèques et la possibilité d'alterner les modes d'action. Ainsi, les programmes de traitement reposaient sur l'utilisation d'une à 2 applications de fongicide Qols dans les périodes de maximum de réceptivité des grappes à l'oïdium à savoir la nouaison (BBCH71) et le stade petit pois (BBCH75).

La découverte en 2008 de phénotypes résistants aux Qols dans quelques parcelles (Steva, comm. pers. et Dufour *et al*, 2011), a conforté les réserves énoncées par rapport à ce mode d'action uni site d'autant que des cas de résistance étaient déjà identifiés dans d'autres pays viticoles (Baudoin *et al*, 2008). La surveillance de la sensibilité des populations en 2009 a confirmé la présence de ces phénotypes dans 47% des parcelles avec une fréquence moyenne de 14,5%. En 2010, cette situation s'est fortement dégradée avec 85% des 62 parcelles échantillonnées contenant des phénotypes résistants et une fréquence moyenne de 61,8%.

Face à cette modification de la composition phénotypique des populations d'oïdium, un programme d'expérimentation au vignoble a été élaboré avec pour objectif de répondre aux questions suivantes :

- Quel peut-être le nombre maximum de traitements Qol dans un programme ?
- Les fongicides Qols peuvent-ils être utilisés seuls ou faut-il les associer avec un autre mode d'action non concerné par les phénomènes de résistance ?
- Dans l'hypothèse de l'emploi de 2 traitements à base de Qols, faut-il les alterner et avec quel type de mode d'action ?

L'objet de cet article est de présenter les principaux résultats obtenus en 2011 dans 2 situations pratiques où la présence de phénotypes résistants sera identifiée.

MATERIEL ET METHODES

Deux essais ont été réalisés au vignoble en respectant le principe des Bonnes Pratiques Expérimentales (BPE), l'un sur cépage Chardonnay et l'autre sur Gros Manseng.

1. PRESENTATION DES ESSAIS

1.1. Essai de Laujuzan – cépage Chardonnay

Un premier essai a été mis en place à Laujuzan (32110) et sur une parcelle de Chardonnay. Le choix s'est porté sur ce site du fait de la sensibilité régulière de la parcelle à l'oïdium et particulièrement lors des deux précédentes campagnes. Cette parcelle est plantée à une distance de 1 m sur le rang et 2,5 m entre les rangs. La vigne est âgée de 12 ans. Le système de taille est le guyot double avec une hauteur de palissage de 2,40 m.

1.2. Essai de St. Martin d'Armagnac – cépage Gros Manseng

Un deuxième essai a été mis en place à St. Martin d'Armagnac (32110) et sur une parcelle de Gros Manseng. Le choix s'est porté sur ce site du fait d'une détection de phénotypes résistants aux Qols en 2010. Cette parcelle est plantée à une distance de 1,1 m sur le rang et 2,5 m entre les rangs. La vigne est âgée de 9 ans. Le système de taille est le guyot double avec une hauteur de palissage de 2,50 m.

2. PROGRAMMES DE TRAITEMENT COMPARES

Les produits suivants ont été retenus dans cette étude afin de comparer plusieurs programmes de traitement et d'évaluer la performance des Qols seuls ou associés :

- Spécialité à base de **soufre mouillable** aux doses de 6 ou 12 kg/ha,
- Spécialité à base de **métrafénone** à la dose de 0,2 l/ha, codé **Réf 1** ;
- Spécialité à base de **spiroxamine** à la dose de 0,6 l/ha, codé **Réf 2** ;
- Spécialité à base de **trifloxystrobine** à la dose de 0,125 kg/ha, codé **Qol** ;
- Spécialité à base de **krésoxim-méthyl+boscalid** à la dose de 0,4 l/ha, codé **Qol+SDHI**.

3. DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Un dispositif bloc à 4 répétitions a été retenu pour ces essais. Chaque parcelle élémentaire est constituée de 10 ceps traités sur un rang central. Les faces opposées des rangs de garde ont été protégés de façon uniforme avec un programme de référence.

Des témoins non traités de 5 ceps ont été aménagés entre 2 parcelles traitées. Ces témoins semi-adjacents permettent de contrôler l'évolution spatiale de l'épidémie d'oïdium sur chaque site expérimental et de calculer l'efficacité de chaque parcelle traitée par rapport à cette pression parasitaire.

4. APPLICATION DES TRAITEMENTS

Les traitements ont été réalisés avec un appareil pneumatique à dos sur l'ensemble de la surface végétale (feuilles et grappes) et sur la base d'un volume de 60 à 125 l/ha de bouillie en fonction du développement de la végétation. Ces traitements ont été appliqués avec un délai de renouvellement de 14 jours, comme préconisé par les recommandations d'emploi.

5. CONDITIONS CLIMATIQUES PENDANT L'ANNEE 2011

Les températures ont été particulièrement chaudes dès le mois d'avril. Sur la deuxième quinzaine, les températures maximales ont dépassé les 22°C tous les jours. Cette situation a perduré durant le mois de mai avec des températures maximales supérieures à 30°C, les 9 et 11 mai puis les 23 et 25 mai. Le mois de juin a été tempéré sur la première décade, puis très chaud sur la deuxième quinzaine avec 37,6°C et 36,6°C les 26 et 27 juin. La première quinzaine de juillet a été chaude mais relativement conforme aux normales saisonnières. A compter du 15 juillet, les températures ont été plus fraîches. Les principaux stades végétatifs ont été atteints avec 3 semaines d'avance sur la normale.

Le mois d'avril a été très sec avec un cumul de 5 mm de pluie dans la deuxième quinzaine. La première quinzaine de mai a été peu arrosée avec 24 mm en cumul (dont une première pluie de 13 mm le 10 mai). La même situation a été observée pendant la deuxième quinzaine de mai avec un cumul supérieur (58 mm) mais lié à une pluie d'orage le 19 mai (42 mm). La première quinzaine de juin a été très maussade avec 7 jours de pluie notamment entre le 5 et le 9 juin et un cumul de 85 mm. Puis, une période plus sèche est survenue entre le 10 juin et le 10 juillet. Pendant cette période de fin de réceptivité des

grappes à l'oïdium le cumul de pluie ne dépasse pas 5 mm. Sur le mois de juillet, les seules pluies significatives ont été enregistrées les 9, 12 et 16 juillet et sont comprises entre 10 et 13 mm.

En résumé, les conditions climatiques ont été peu favorables à une installation précoce et massive de l'oïdium sur le feuillage du fait de l'absence de pluies contaminatrices en début de végétation. Par contre, après la nouaison les températures élevées et l'absence de pluie pendant 10 jours ont permis de fortes contaminations des baies pendant leur période de maximum de réceptivité.

6. NOTATIONS

La fréquence de grappes touchées par l'oïdium et l'intensité des dégâts ont été évaluées à deux reprises dans chaque essai. Une observation de 50 grappes au hasard a été effectuée pour chaque parcelle élémentaire (traitée ou témoin).

Une moyenne de l'intensité d'attaque a été calculée à partir des valeurs individuelles notées sur les 50 grappes. L'efficacité de chaque traitement a été déterminée par rapport au taux de dégâts noté sur la parcelle témoin adjacente.

7. ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

Les analyses statistiques ont été réalisées à partir de ces efficacités pour chaque parcelle élémentaire. Une analyse de variance *via* le module approprié de « StatBoxPro » a permis de révéler les différences significatives entre les modalités comparées. Cette analyse a été réalisée après transformation des données (fréquences ou intensité) en $\text{Arcsin}\sqrt{\%}$. Cette analyse de variance est complétée par un test de Newman et Keuls ($\alpha=5\%$) permettant de faire un regroupement entre les facteurs de mêmes effets.

8. CARACTERISATION DE LA SENSIBILITE DES POPULATIONS AUX QOI

En complément de ces expérimentations, des prélèvements d'organes infectés par l'oïdium ont été réalisés avant l'application des programmes comparés puis analysés en laboratoire pour étudier la sensibilité aux Qoi.

Un test biologique reposant sur la culture du champignon sur disques de feuille et l'observation de la croissance des filaments germinatifs après 3 jours d'incubation a été réalisé par BIORIZON.

Des disques de feuille (cv. Cinsaut) ont été placés dans des boîtes de Pétri (10 disques par concentration provenant de 10 feuilles différentes) face supérieure contre un papier filtre imbibé d'une solution de trifloxystrobine (10 mg/l) pendant 24 heures à une température de 21°C. Ces disques ont ensuite été transférés sur milieu gélosé (15 g/l d'agar et 30 mg/l de benzimidazole), face inférieure contre le milieu. Les boîtes sont ouvertes et placées dans une tour d'inoculation. La contamination des disques de feuille se réalise par dépôt de conidies à sec à l'aide d'un souffle d'air qui détache les spores des organes infectés récoltés au vignoble. Une densité de 600 à 800 spores par cm^2 est recherchée. Les boîtes sont ensuite refermées puis mises en incubation à 21°C et avec une photopériode de 14 heures de lumière par jour. Après 72h d'incubation, les spores et filaments mycéliens sont récupérés à la surface des disques de feuille à l'aide d'un ruban adhésif de type scotch. Ce ruban est collé sur une lame de verre. L'observation sous microscope permet de compter le nombre de conidies normalement développées sur chaque disque (minimum de 100 spores observées) puis de calculer le pourcentage de spores présentant un phénotype résistant aux Qois.

RESULTATS

1. SENSIBILITE DES POPULATIONS AUX QOI

Des prélèvements d'échantillons d'oïdium ont été réalisés dans les 2 essais sur les témoins semi adjacents dès l'expression des symptômes (dates reportées dans le tableau I) dans le but de caractériser la fréquence initiale de phénotypes résistants aux Qols.

Tableau I : Pourcentages de phénotypes résistants aux Qols dans les témoins non traités (Percentages of strains resistant to Qols in untreated plots at the start of epidemic)

Localisation	Cépage	Date du prélèvement	Stade phénologique	Pourcentage résistants Qol
Laujuzan	Chardonnay	04/06/2011	BBCH73	12,2
St. Martin d'A.	Gros Manseng	06/06/2011	BBCH71	10,9

Le tableau I confirme la présence de phénotypes résistants lors des premières applications de spécialités à base de Qols dans les 2 parcelles expérimentales à des fréquences légèrement supérieures à 10%.

2. EFFICACITE DES PROGRAMMES DE TRAITEMENT

Le comportement des spécialités à base de Qols sera présenté pour chaque site.

2.1. Essai de Laujuzan – cépage Chardonnay

Le tableau II précise les programmes de traitement en comparaison, les dates des applications et les stades phénologiques à chaque application pour l'essai de Laujuzan.

Tableau II : Efficacité des programmes de traitement sur l'essai de Laujuzan (Chardonnay) (Efficacy of specific programs in the Laujuzan trial, cv. Chardonnay)

Intensité d'attaque sur grappes						91,9	94,9	
Dates des traitements et stades phénologiques (BBCH)*						Efficacité des programmes		
20/4	4/5	18/5	1/6	16/6	29/6	30/6	23/7	
51*	55	65	73	75	77	77	81	
Soufre mouillable (6 kg/ha)	Réf. 1	Réf. 2	Réf. 1	Réf. 2	Soufre mouillable (10 kg/ha)	75,1 a	60,9 a	
		Réf. 2	Qol	Qol		48,7 b	36,6 b	
		Réf. 2	Qol	Réf. 2		60,8 ab	40,4 b	
		Réf. 2	Qol+SDHI	Réf. 2		73,2 a	58,1 a	
		Réf. 2	Qol+SDHI	Qol+SDHI		68,1 ab	53,2 ab	
		Qol+SDHI	Réf. 1	Qol+SDHI		61,8 ab	48,6 ab	
		Qol+SDHI	Réf. 2	Qol+SDHI		58,5 ab	44,0 b	
Analyse de variance, factoriel 1, dispositif 4 blocs						Prob	0,042	0,016
Transformation des données en Arcsin(√%)						ET	0,117	0,098
Test de comparaison de moyennes de Newman et Keuls (α=5%)						CV	12,55	12,68

Sur ce site, les premiers symptômes d'oïdium ont été détectés sur feuilles le 17 mai puis sur grappes le 4 juin 2011. Lors de la première notation du 30 juin 2011, 100% de grappes

étaient attaquées dans les témoins non traités avec une intensité moyenne de 91,9%. Le 23 juillet 2011, l'intensité moyenne était proche de 95%, preuve d'une pression d'oïdium très forte et très précoce sur cette parcelle.

Dans ces conditions épidémiques, une érosion de l'efficacité de tous les programmes est constatée entre la première notation du 30 juin 2011 et la notation du 23 juillet 2011.

Le programme de référence sans fongicide Qol procure une efficacité de 75,1% le 30 juin 2011 puis 60,9% le 23 juillet 2011. Ces résultats montrent la très grande difficulté à contrôler la maladie sur cépage très sensible, tel que le Chardonnay dans les vignobles du Gers, avec l'application d'un nombre limité de traitements (6 applications).

L'emploi dans le programme de 2 traitements Qols s'accompagne d'une baisse d'efficacité significative avec 48,7% le 30 juin 2011 et seulement 36,6% le 23 juillet 2011. Le même phénomène est observé après utilisation d'un seul traitement Qol, mais avec un retard dans l'expression de ce phénomène (efficacité de 40,4% lors de la 2^{ème} notation du 23 juillet).

La substitution d'un Qol solo par une association d'un Qol avec un SDHI permet de limiter la baisse d'efficacité que ce soit dans le cadre de l'application de 2 traitements consécutifs ou d'un seul traitement. Ainsi, l'efficacité est de 58,1% le 23 juillet 2011 pour le programme reposant sur l'emploi de cette association le 1 juin 2011 au stade BBCH73.

Les programmes à base de 2 traitements Qol+SDHI mais en alternance avec soit la réf. 1 soit la réf. 2 sont moins efficaces que celui privilégiant l'emploi consécutifs de cette même spécialité aux stades BBCH73 et BBCH75, sans que cette différence ne soit significative.

2.2. Essai de St. Martin d'Armagnac – cépage Gros Manseng

Le tableau III détaille les programmes de traitement en comparaison, les dates des applications et les stades phénologiques pour l'essai de St. Martin d'Armagnac.

Tableau III : Efficacité des programmes de traitement à St. Martin d'Armagnac.

(Efficacy of specific programs on the St. Martin d'Armagnac trial, cv. Gros Manseng)

Intensité d'attaque sur grappes						70,9	88,4	
Dates des traitements et stades phénologiques (BBCH)*						Efficacité des programmes		
21/4	5/5	17/5	3/6	17/6	1/7	5/7	4/8	
51*	55	61	73	75	77	77	81	
Soufre mouillable (6 kg/ha)	Réf. 1	Réf. 2	Réf. 1	Réf. 2	Soufre mouillable (10 kg/ha)	87,4 a	68,4 a	
		Réf. 2	Qol	Qol		48,5 b	32,0 c	
		Réf. 2	Qol	Réf. 2		83,3 a	40,6 c	
		Réf. 2	Qol+SDHI	Réf. 2		86,2 a	63,0 ab	
		Réf. 2	Qol+SDHI	Qol+SDHI		87,9 a	71,9 a	
		Qol+SDHI	Réf. 1	Qol+SDHI		70,3 ab	52,6 bc	
		Qol+SDHI	Réf. 2	Qol+SDHI		66,2 ab	50,1 bc	
Analyse de variance, factoriel 1, dispositif 4 blocs						Prob	0,0016	0,015
Transformation des données en Arcsin(√%)						ET	0,167	0,146
Test de comparaison de moyennes de Newman et Keuls (α=5%)						CV	14,95	17,66

Sur ce site, les premiers symptômes d'oïdium ont été détectés sur feuilles le 26 mai puis sur grappes le 4 juin 2011. Lors de la première notation du 5 juillet 2011, 93,4% de grappes étaient attaquées dans les témoins non traités avec une intensité moyenne de 70,9%. Le 4 août 2011, l'intensité moyenne était proche de 88%, preuve d'une très forte pression d'oïdium sur cette parcelle mais avec une cinétique d'évolution quelque peu différée par rapport au site de Laujuzan certainement lié au cépage.

Comme pour la parcelle de Laujuzan, une érosion de l'efficacité de tous les programmes est constatée entre la première notation du 5 juillet 2011 et la deuxième notation du 4 août 2011.

Le programme de référence sans fongicide Qol procure une efficacité de 87,4% le 5 juillet 2011 puis 68,4% le 5 août 2011.

L'emploi dans le programme de 2 traitements Qol s'accompagne d'une baisse d'efficacité significative avec 48,5% le 5 juillet 2011 et seulement 32% le 4 août 2011. Le même phénomène est observé après utilisation d'un seul traitement Qol, mais uniquement lors de la deuxième notation (efficacité de 40,6% le 5 août 2011).

La substitution d'un Qol solo par une association d'un Qol avec un SDHI permet de limiter la baisse d'efficacité que ce soit dans le cadre de l'application de 2 traitements consécutifs ou d'un seul traitement. Ainsi, l'efficacité est de 63% le 4 août 2011 pour le programme reposant sur l'emploi de cette association le 3 juin 2011 au stade BBCH73 et elle dépasse 70% pour les 2 traitements réalisés le 3 juin 2011 puis le 17 juin 2011 (stade BBCH75).

Les programmes à base de 2 traitements Qol+SDHI mais en alternance avec soit la réf. 1 soit la réf. 2 sont moins efficaces que celui privilégiant l'emploi consécutif de cette même spécialité aux stades BBCH73 et BBCH75, et sur cet essai cette différence est significative.

3. COMPARAISON ENTRE PROGRAMMES A BASE DE QoIs ET PROGRAMME DE REFERENCE

Une évaluation de l'effet des phénotypes résistants aux Qols sur la performance de différents programmes est présentée dans la figure 1. Nous avons ainsi calculé le gain ou la perte d'efficacité relative observée pour chaque programme à base de Qol par rapport au programme de référence (programme alternant du soufre mouillable, de la métrafénone et de la spiroxamine).

Dans nos conditions expérimentales, la présence de phénotypes résistants aux Qols en fréquence égale ou supérieure à 10% dans les populations entraîne une baisse d'efficacité de 40% à 53% après l'emploi de 2 traitements Qols. Cette perte reste très élevée même après utilisation d'un seul traitement Qol dans le programme (34% de perte à Laujuzan et 41% à St. Martin d'Armagnac).

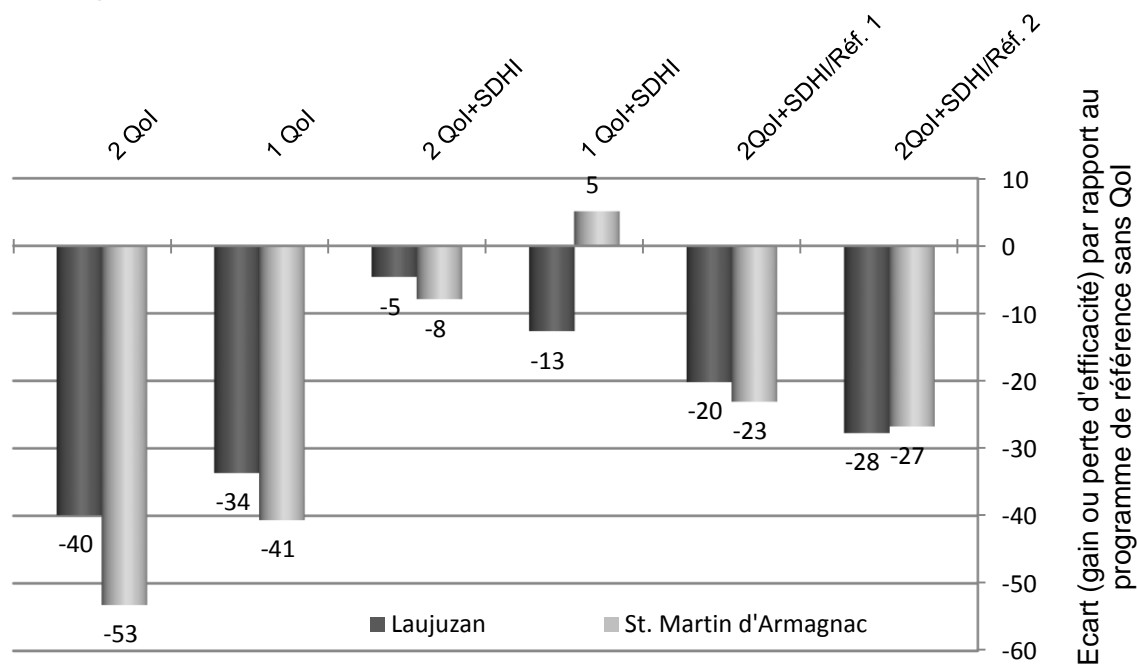
Le choix d'une association entre un Qol et un SDHI limite fortement cette perte d'efficacité dans un programme à 2 applications consécutives (écart de 5% et 8% par rapport au programme sans Qol). Avec un seul traitement, les résultats sont plus variables : à Laujuzan, la perte d'efficacité est de 13% alors que sur le site de St. Martin d'Armagnac, un gain de 5% est constaté.

Par contre, l'utilisation d'un traitement avec un autre mode d'action entre les deux applications de l'association entre Qol et SDHI se traduit systématiquement par une perte d'efficacité comprise entre 20% et 23% avec la Réf. 1 et 28% et 27% avec la Réf. 2.

Figure 1 : Ecart d'efficacité entre différents programmes à base de Qol et le programme de référence sans Qol

Gap between efficacy of programs with Qol and efficacy of the reference program

Programmes de traitement (Nombre de Qol solo ou en association avec SDHI)



DISCUSSION

La réalisation d'essais au vignoble donne des indications précises sur les conséquences d'une présence de phénotypes résistants dans des fréquences de 10% ou plus sur la performance des traitements à base de fongicides Qols vis-à-vis d'*E. necator*.

L'emploi de fongicides Qols seuls est à proscrire quel que soit le nombre (2 ou un seul traitement). Dans les deux essais, les pertes d'efficacité sont comprises entre 40 et 55% par rapport au programme sans Qol. La limitation du nombre de traitements avec un fongicide à risque est une des mesures pour faire face un phénomène de résistance (Dekker, 1987). Ces résultats démontrent que la réduction à une seule application ne permet pas de conserver un niveau d'efficacité normal. Chez l'oïdium de la vigne, une limitation du nombre de traitements avec des fongicides à risque avait été une mesure efficace pour les IDM (Steva, 1994). Avec les Qols, cette mesure n'est pas efficace du fait du niveau du risque très élevé que présente ce mode d'action spécifique de la respiration cellulaire et du type d'évolution de la résistance (Gisi *et al*, 2002).

L'association d'un autre mode d'action, non concerné par la résistance et efficace sur l'oïdium de la vigne, peut maintenir un certain intérêt à l'utilisation de fongicides Qols dans les programmes de lutte. L'efficacité des programmes incluant 2 traitements avec l'association Qol+SDHI se rapproche du programme de référence sans Qol. Une stratégie d'association est régulièrement mise en avant pour faire face à un phénomène de résistance (Dekker, 1987). Son rôle est principalement de maintenir un certain niveau d'efficacité quelle que soit la sensibilité de la population (sensible ou contenant des fréquences variables de phénotypes résistants). Dans nos essais, cette stratégie est conforme aux attentes mais il est difficile de statuer sur le nombre maximal de traitements dans le programme. Par ailleurs, la limitation des conditions possibles dans le dispositif expérimental nous a obligés de faire

un choix sur le type d'association. Ainsi, il est impossible de conclure définitivement sur un maintien de toutes les spécialités associant un Qol et une autre molécule.

Un autre moyen pour faire face à un phénomène de résistance et conserver une efficacité satisfaisante est d'alterner les fongicides à risque avec d'autres modes d'action. Pour évaluer l'intérêt d'une telle stratégie dans le cas de la résistance d'*E. necator* aux Qols, deux traitements avec l'association Qol+SDHI ont été appliqués en alternance soit avec de la métrafénone (Réf. 1) soit avec de la spiroxamine (Réf. 2). Les résultats de nos essais montrent clairement que ces programmes sont moins performants que l'application consécutive des 2 traitements avec l'association et ceci quel que soit le produit (« breaker ») retenu. Ces résultats peuvent paraître surprenants. Toutefois, une situation équivalente a déjà été décrite chez l'oïdium de la vigne avec la résistance aux fongicides IDM (Steva, 1992). Les stratégies d'alternance peuvent limiter la progression des phénotypes résistants (réduction du nombre global de traitements) mais n'apportent pas toujours un niveau de protection supérieur à l'emploi de 2 traitements consécutifs avec le fongicide à risque. L'objectif de cette étude était de maintenir la meilleure efficacité aux programmes de traitement incluant l'emploi de fongicides Qols et en aucun cas d'évaluer l'effet de différentes stratégies sur l'évolution des phénotypes résistants (dispositif expérimental non adapté). D'autres travaux sont en cours pour évaluer la pression de sélection de spécialités associant les Qols avec différents partenaires (dont les SDHI) sur des phénotypes résistants aux Qols mais aussi sur des phénotypes présentant une résistance double ou multiple.

CONCLUSION

La découverte en 2008 et la progression rapide entre 2009 et 2010 des phénotypes d'*E. necator* résistants aux Qols dans les vignobles du Gers conduit à une remise en cause totale de l'emploi de ces fongicides dans les programmes de lutte contre l'oïdium. Dans cette zone viticole, les résultats des travaux présentés dans cette communication nous incitent à un non emploi des Qols seuls et l'utilisation exclusive de ce mode d'action en association avec un fongicide non concerné à ce jour par des phénomènes de résistance. Pour l'heure, les SDHI peuvent jouer ce rôle.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Laurence Castets et Fabien Lupine pour la réalisation technique des essais au vignoble.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Beaudoin A., Alaya A.G., Delmotte F., Colcol F. et Sierotski H. 2008. Qol resistance of *Plasmopara viticola* and *Erysiphe necator* in the Mid-Atlantic United States. *Plant Manag Network*, Plant Health Prog DOI:**10.1094**. 0211-0220.

Cazenave C., Steva H. et Latapy G., 1991. Dans la région de Madiran, résistance de l'Oïdium aux fongicides IBS. *Phytoma*, **425**, 57-60.

Dekker J, 1987. Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance. In : Modern selective fungicides, pp 39-52. Lyr H. (ed) Gustav Fischer Verlag, Jena and Longman group UK Ltd, London.

Dufour M.C, Fontaine S., Montarry J. et Corio-Costet M.F., 2011. Assessment of fungicide resistance and pathogen diversity in *Erysiphe necator* using quantitative real-time PCR assays. *Pest Manag Sci*, **67**, 60-69.

Gisi U., Sierotski H, Cook A. et McCaffery, A., 2002. Mechanisms influencing the evolution of resistance to Qoinhibitors fungicides. *Pest Management Science*, **58**, 859-867.

Steva H., 1992. Résistance de l'Oïdium de la vigne (*Uncinula necator* (Scw.) Burr.) aux fongicides inhibiteurs de la biosynthèse des sterols. Doctorat de l'Université de Bordeaux II, Thèse N°177, 265pp.

Steva H., 1994. Evaluating anti-resistance strategies for control of *Uncinula necator*. In: Heaney SP, Slawson D, Hollomon DW, Smith M, Russell PE, Parry DW eds *Fungicide Resistance*. Farnhal, UK: British Crop Protection Council, 59-66.

Steva H., Gomes da Silva M.T., Mauranx P. et Novoa D., 1997. Lutte contre l'Oïdium de la vigne : Quand faut-il traiter pour protéger les grappes ? *Phytoma*, **490**, 42-48.