

**PEUT-ON ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE REDUCTION D'INTRANTS PHYTOSANITAIRES DU PLAN
ECOPHYTO GRACE AUX PULVERISATEURS A PANNEAUX RECUPERATEURS EN VITICULTURE ?**

X. DELPUECH⁽¹⁾, A. LIENARD⁽¹⁾, M. CARRA⁽²⁾, P. MONTEGANO⁽²⁾, X. RIBEYROLLES⁽²⁾, A. VERGES⁽¹⁾,
B. RUELLE⁽²⁾ et S. CODIS⁽¹⁾

⁽¹⁾ IFV, 361 rue Jean-François Breton, 34196, Montpellier, France, xavier.delpuech@vignevin.com

⁽²⁾ IRSTEA, 361 rue Jean-François Breton, 34196, Montpellier, France

RÉSUMÉ

La vigne est une culture de première importance économique en France qui nécessite de nombreux traitements, essentiellement pour lutter contre l'oïdium et le mildiou. Les pulvérisateurs à panneaux récupérateurs permettent une meilleure protection de l'environnement en limitant la dérive et en récupérant une partie de la bouillie non interceptée par le végétal, tout en offrant une bonne qualité de pulvérisation grâce à leur configuration en face-par-face. Des essais de réductions de doses avec pulvérisateurs à panneaux récupérateurs ont été conduits en 2016 et 2017 sur 12 parcelles en région Méditerranéenne. Dans 2 cas sur 3, les réductions d'IFT (Indice de Fréquence de Traitement) obtenues ont atteint -50% par rapport à la référence régionale et répondent ainsi aux objectifs du plan Ecophyto. Le contrôle du mildiou et de l'oïdium s'est généralement maintenu à un niveau équivalent à la référence et dans tous les cas l'augmentation de l'intensité d'attaque est restée inférieure à 4 points.

Mots-clés : viticulture, Ecophyto, intrants phytosanitaires, pulvérisation confinée.

ABSTRACT

HOW TUNNEL SPRAYERS COULD REDUCE PESTICIDES USE IN VINEYARDS

The vine is a crop of economic importance in France which requires many treatments, mainly to fight against powdery and downy mildews. Tunnel sprayers provide better environmental protection by limiting drift and recovering most of the spray fraction that has not been retained by the canopy, while providing good spray quality through their face-to-face configuration. In 2016 and 2017, dose reduction tests with tunnel sprayers were conducted on 12 plots in the Mediterranean region. In 2 out of 3 cases, the FTI (Frequency of Treatment Index) reductions obtained reached -50% compared to the regional reference. Control of downy and powdery mildews was generally maintained at a level equivalent to the reference and in all cases the increase in attack severity remained below 4 points.

Keywords: grapevine, dosage reduction, pesticides, tunnel sprayers.

INTRODUCTION

La filière viticole doit actuellement faire face à l'inquiétude croissante de la population par rapport aux risques liés à l'exposition aux produits phytosanitaires, aussi bien pour les applicateurs, les consommateurs ou les riverains. Les travaux menés dans l'UMT EcoTechViti (IFV-IRSTEA-Montpellier SupAgro) ont mis en évidence l'intérêt des pulvérisateurs équipés de panneaux récupérateurs pour réduire les pertes dans l'environnement (dérive) mais également les doses de produits phytosanitaires appliquées, en particulier s'ils sont équipés en buses à fente à injection d'air, dites « anti-dérives ». En effet, la réduction de la dérive permise par le confinement de la pulvérisation est significative, de l'ordre de 50% à 90% selon le pulvérisateur de référence (Doruchowski and Holownicki 2000, Planas et al. 2002, Viret et al. 2003). La présence des panneaux récupérateurs permet de recycler une partie de la bouillie qui traverse le rideau de végétation et ne se dépose pas sur les organes à protéger ; cette récupération est importante en particulier pour les premiers traitements où elle peut atteindre plus de 70% du volume pulvérisé (50% à 78% selon les essais), et se réduit par la suite (10% à 40% selon les essais) en pleine végétation (Planas et al. 2002, Pergher et al. 2013, Davy 2014). Davy (2014) a observé des taux de récupération moyens sur la saison de 38% à 47% (essais sur 2 sites avec 2 appareils à panneaux récupérateurs différents), cohérent avec la moyenne de 35% obtenue par Viret et al. (2003). D'autre part, les pulvérisateurs équipés de panneaux récupérateurs déposent tout autant voire plus de produits phytosanitaires sur la vigne que d'autres types de pulvérisateurs (Viret et al. 2003, Pergher et al. 2013). Ces résultats sont confirmés par les essais menés par l'UMT EcoTechViti sur la vigne artificielle EvaSprayViti (Codis et al. 2013), qui montrent que les pulvérisateurs à panneaux récupérateurs offrent une qualité de pulvérisation équivalente à des pulvérisateurs en face par face, quelle que soit leur technologie. Cette bonne qualité de pulvérisation des pulvérisateurs face par face permet d'envisager des réductions de doses, approche validée au champ par de nombreux essais, comme par exemple avec la méthode Optidose® (Davy et al. 2010, Claverie et al. 2014). En vigne étroite, 8 années d'essais biologiques effectués chaque année sur deux parcelles différentes ont montré qu'il est possible de réduire les doses de 30% à chaque traitement avec du matériel face par face avec descentes dans l'interligne sans baisse d'efficacité de la protection phytosanitaire, y compris en conditions de fort risque épidémiologique (Codis et al. 2011). Il semble donc tout à fait possible de réduire les doses de produits phytosanitaires avec des pulvérisateurs équipés de panneaux récupérateurs, réduction qui s'ajoute au recyclage du produit par le panneau. Ainsi, une réduction de 30% combinée à un taux de récupération moyen de 30% permettrait d'atteindre l'objectif de 50% de réduction fixé par le plan Ecophyto (Paillotin 2008) en utilisant le seul levier de l'amélioration des techniques de pulvérisation.

Toutefois, malgré un regain d'intérêt récent auprès des viticulteurs, les coûts d'achat nettement plus élevés et les fortes contraintes d'utilisation (temps de travail plus important à l'hectare, moindre maniabilité) de ces équipements constituent un frein important à leur adoption au vignoble. La réduction des contraintes d'utilisation et des coûts d'exploitation de ce type de pulvérisateurs passe par :

- (i) La diminution des coûts de la protection phytosanitaire, via la récupération de la bouillie pulvérisée par les panneaux combinée à une réduction de doses (possible grâce aux bonnes performances de pulvérisation de ces appareils)
- (ii) L'amélioration des temps de chantier, via l'augmentation de la vitesse de passage permettant de réduire le temps de travail à l'hectare.

L'originalité de cette étude est de combiner les deux approches, en proposant d'augmenter la vitesse de passage tout en réduisant les doses, et de valider au vignoble, dans différentes conditions de pression de maladies, la faisabilité d'une réduction de 50% des intrants phytosanitaires grâce à l'utilisation des panneaux récupérateurs.

MATERIEL ET MÉTHODE

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Réseau de parcelles

Le réseau expérimental est situé en Languedoc-Roussillon, sur 4 exploitations différentes dans le Gard, l'Hérault et l'Aude (Tableau I et Figure 1). Deux parcelles ont été suivies sur chaque exploitation. Le pulvérisateur utilisé est celui de l'exploitation, ce sont tous des pulvérisateurs en jet porté équipés de panneaux récupérateurs (Tableau I et Figure 2).

Tableau I : Parcelles suivies (Experimental fields).

EXPLOITATION	CEPAGE	ANNEE	PULVERISATEUR
Domaine du Chapitre	Aranel	2016 et 2017	BERTONI Arcobaleno
	Caladoc	2016	
	Syrah	2017	
Domaine de l'Espiguette	Macabeu	2016	DHUGUES Koléôs
	Grenache	2016	
Domaine d'Aussières	Carignan	2016 et 2017	DHUGUES Koléôs
	Cabernet Franc	2016 et 2017	
Domaine de La Jasse	Carignan	2017	WEBER UEZ RC NC 1500
	Grenache	2017	

Figure 1 : Localisation des parcelles expérimentales du réseau.
(Localisation of experimental vineyards)

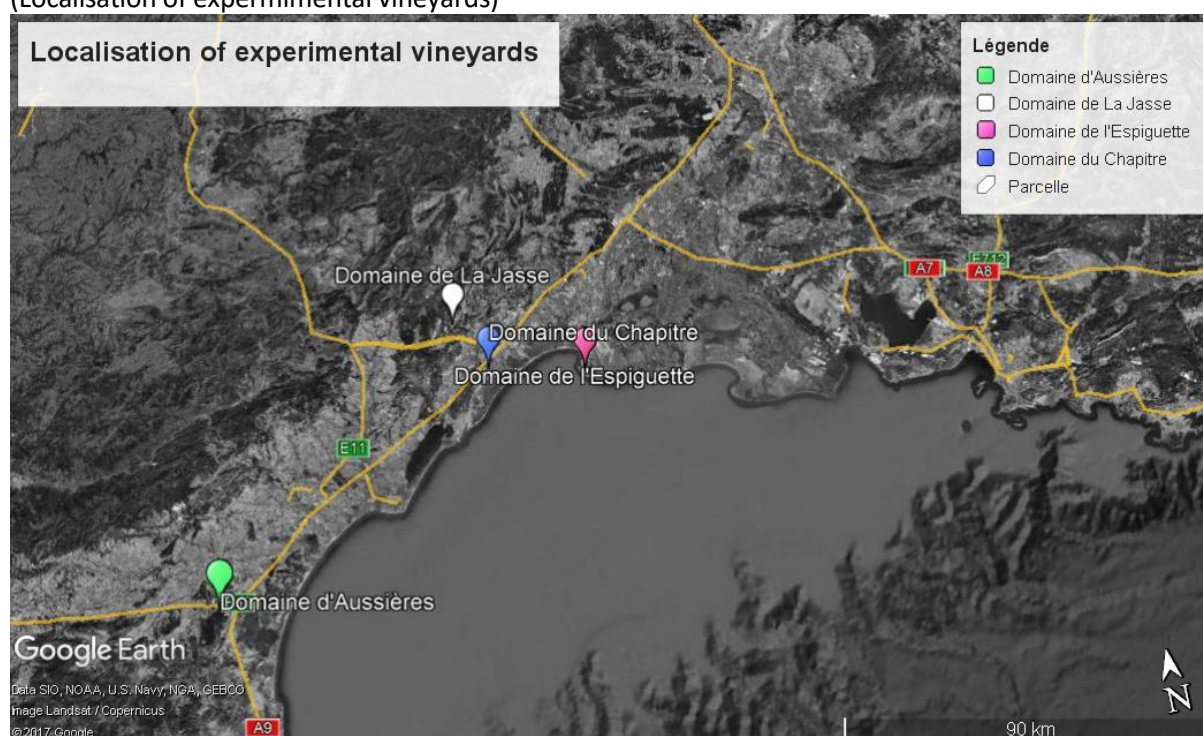


Figure 2 : Pulvérisateurs à jet porté équipés de panneaux récupérateurs utilisés sur le réseau expérimental (Tunnel sprayers used for spraying in the experimental fields)



WEBER UEZ RC NC 1500



DHUGUES Koléôs



BERTONI Arcobaleno

Plan d'expérience

Le plan d'expérience vise à comparer 2 modalités : une modalité de référence (REF) et une modalité avec une réduction de dose de 30% par rapport à la référence (R30). Cette réduction de dose est obtenue par un passage du pulvérisateur à une vitesse plus élevée qui à concentration constante conduit à une baisse de la dose/ha et du volume/ha. La modalité de référence est traitée avec une dose adaptée à la hauteur de la végétation, calculée au prorata du nombre de buses ouvertes pour couvrir la végétation à protéger. Compte-tenu de cette adaptation des doses à la croissance du végétal, la modalité REF est déjà en réduction de dose, en particulier pour les traitements de début de végétation, jusqu'en juin. La dose moyenne de la modalité REF sur l'ensemble du réseau est de 81% de la dose homologuée en 2016 et de 69% en 2017. Les volumes/ha appliqués en modalité REF sont comparables entre les domaines et les années, autour de 90-100 L/ha pour les premiers traitements jusqu'à 180-230 L/ha en pleine végétation.

Pour des raisons pratiques, le plan d'expérience est en bande avec 2 répétitions et 8 placettes d'observations par modalité. Deux témoins non traités (TNT) par parcelle permettent de caractériser la pression de maladies.

VARIABLES OBSERVEES

Suivi des maladies

Un suivi des maladies cryptogamiques est effectué chaque quinzaine dans les TNT, en observant les symptômes de *Plasmopara viticola* (mildiou) et d'*Erysiphe necator* (oïdium). En cas de présence de la maladie dans les TNT, les comptages mildiou et/ou oïdium sur l'ensemble des modalités sont réalisées sur feuilles et/ou sur grappes à floraison, fermeture de la grappe et début véraison. Ces comptages permettent d'évaluer l'intensité d'attaque (IA), c'est-à-dire le pourcentage moyen de surface malade sur l'ensemble des organes observés.

Réalisation et traçabilité des traitements

Les programmes de traitements sont déterminés indépendamment par les responsables d'exploitations. Chaque traitement fait l'objet d'une fiche d'enregistrement. Le bon fonctionnement du pulvérisateur est vérifié avant chaque traitement (débit des buses etc...). Le taux de récupération est estimé lors de chaque traitement à partir des surfaces traitées par l'appareil (rapport entre la surface qui aurait été traitée sans récupération et celle réellement traitée). La traçabilité des produits appliqués et des doses a permis de calculer l'IFT hors herbicides (IFT) sur chaque parcelle.

ANALYSE STATISTIQUE

Toutes les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel R.

La variable analysée est la différence entre les intensités d'attaque de la modalité R30 et la modalité REF, notée ΔIA . Elle traduit l'aggravation des symptômes entraînée par une réduction de dose de 30%.

$$\Delta IA = IA_{R30} - IA_{REF}.$$

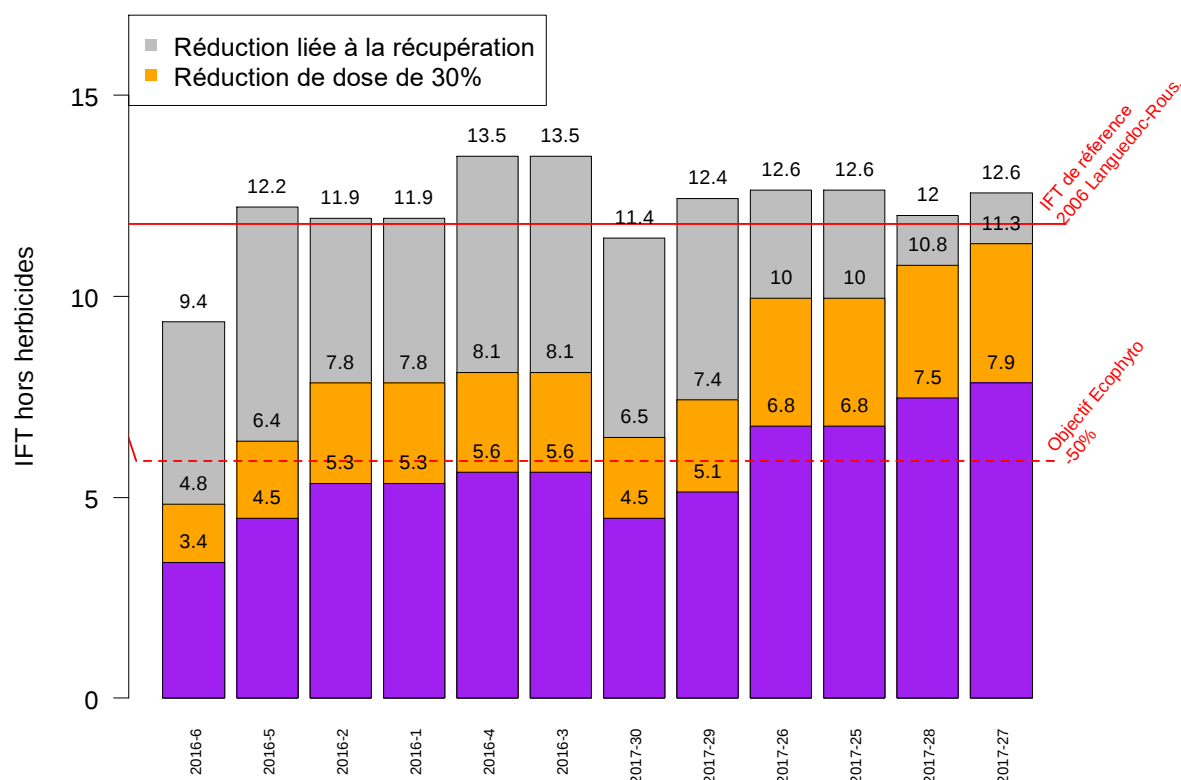
Cette différence est calculée sur chaque parcelle, à chaque comptage pour chaque combinaison maladie-organe observée. L'intervalle de confiance de cette différence est calculé par la méthode du bootstrap.

RESULTATS

UNE REDUCTION DE DOSE SIGNIFICATIVE AVEC L'UTILISATION DES PANNEAUX RECUPERATEURS

L'utilisation de panneaux récupérateurs, en recyclant la bouillie qui a traversé le rideau de végétation, a permis une réduction de dose à la parcelle variable en cours de saison entre 11% et 40% selon les sites et les appareils. Cette 1^{ère} réduction de dose à la parcelle est uniquement liée à la récupération de bouillie par les panneaux, et sur les modalités R30, une réduction complémentaire de 30% par rapport à la dose REF est appliquée. De fait, le cumul des économies de produits grâce à la récupération et à cette réduction supplémentaire de 30% a permis une réduction moyenne de l'IFT de 53% sur notre réseau d'expérimentation. Dans 2 cas sur 3, cette réduction a permis d'atteindre l'objectif de -50% du plan Ecophyto (Figure 3). Dans les 4 situations où le taux de récupération moyen sur la saison a été inférieur à 30%, cet objectif n'a pas été atteint. Ces situations concernent les parcelles 25-26 et 27-28 en 2017, avec respectivement des taux de récupération moyen sur la saison de 24% et de 11%, à comparer avec les valeurs de 34% à 47% obtenues dans les autres situations. Ces faibles taux de récupération pénalisent de fait la réduction de dose finale.

Figure 3 : Indice de Fréquence de Traitement sur les parcelles du réseau expérimental (Treatment frequency indicator on the experimental fields).



UN CONTROLE DES MALADIES GLOBALEMENT SATISFAISANT MALGRE LES REDUCTIONS DE DOSE

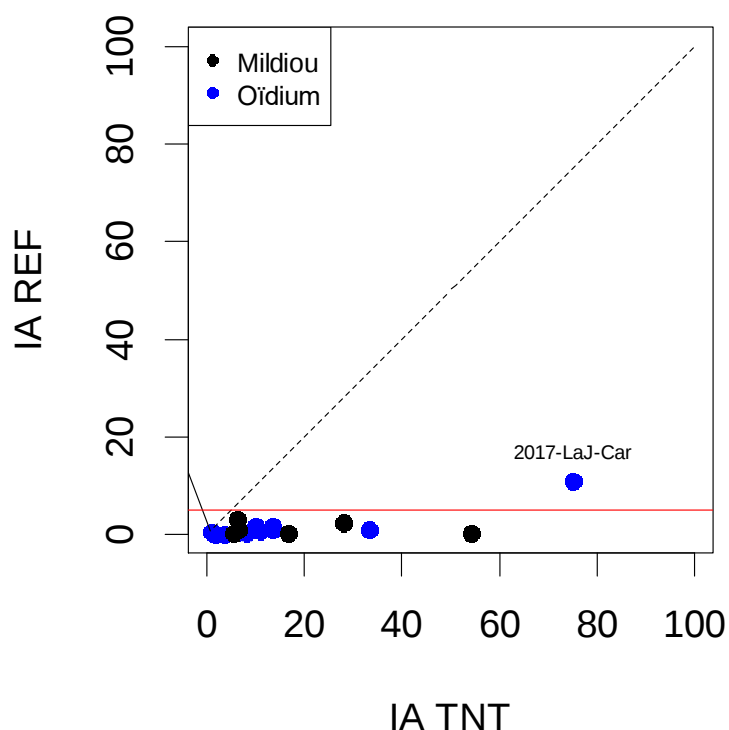
Un bon contrôle des maladies dans la modalité de référence (REF)

La pression maladie sur le réseau a été globalement faible à modérée, avec 4 cas de pression avec des destructions sur grappes supérieures à 20% dans les TNT (Figure 4). Sur oïdium, il s'agit des parcelles de Caladoc au Chapitre en 2016, et sur Carignan à La Jasse en 2017. Sur mildiou, il s'agit des parcelles de Grenache et de Carignan à La Jasse en 2017.

Sur cette gamme de pression, la modalité REF a généralement permis un bon contrôle des maladies sur feuilles comme sur grappes. Dans un seul cas l'IA dépasse les 5% dans la modalité REF, sur Carignan en 2017 au Domaine de La Jasse (Figure 4).

Aucun lien n'a été observé entre le niveau de pression maladie dans les témoins non traités et l'aggravation des symptômes entraînée par la modalité en réduction de dose.

Figure 4 : Intensité d'attaque sur grappes (%) dans les modalités de référence en fonction des intensités d'attaque sur grappe observées dans les témoins non traités (Global severity on bunches in REF treatment according to global severity on bunches in untreated plots).

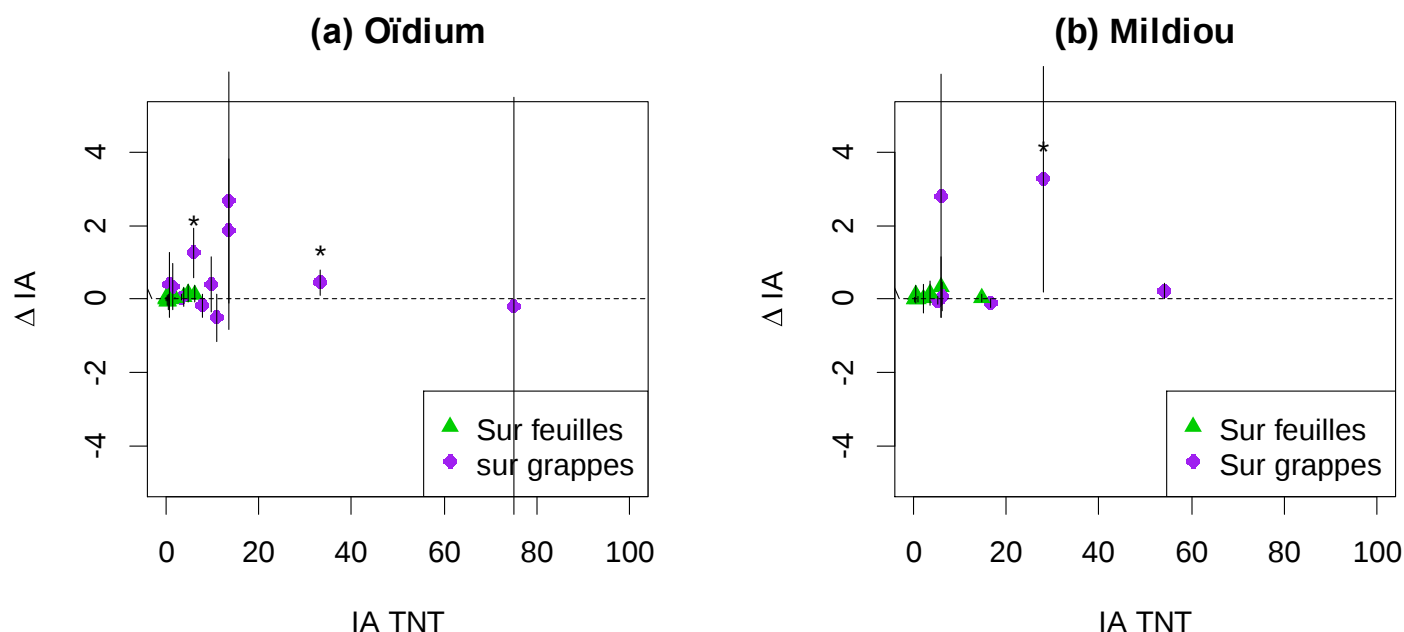


Un contrôle des maladies satisfaisant avec une réduction de dose de 30%

Dans notre jeu de données, la réduction de dose de 30% n'a pas entraîné d'augmentation de l'intensité d'attaque sur feuilles (Figure 5 a et b). La maîtrise est plus difficile sur grappes, avec 2 cas d'augmentation significative sur grappes pour l'oïdium (Figure 5 a) et un cas sur mildiou (Figure 5 b). Sur Oïdum, les cas significatifs correspondent aux parcelles d'Aranel et de Caladoc au Domaine du Chapitre en 2016. Dans tous les cas, l'augmentation de l'intensité d'attaque est restée inférieure à 3 points.

Sur mildiou, l'augmentation de l'intensité d'attaque a été significative dans un seul cas, sur la parcelle de Carignan au Domaine de La Jasse en 2017 (+3.3 points). Une augmentation supérieure à 2 points a été observée en 2017 au Domaine du Chapitre sur Aranel, mais non significative en raison d'une forte variabilité des observations.

Figure 5. Différence de l'intensité d'attaque entre la modalité R30 et la modalité REF en fonction de l'intensité d'attaque (%) des TNT. Les cas où ΔIA est significativement différente de zero sont matérialisés par un « * ». (ΔIA according to global severity in untretaded plot, * refers to significant cases)



DISCUSSION

Les appareils à panneaux récupérateurs permettent dans tous les cas observés une réduction d'intrants liée à leur capacité à récupérer une partie de la bouillie qui traverse le feuillage de la vigne, réduisant les pertes dans l'environnement. Nous avons toutefois observé quelques cas de pollutions ponctuelles liées à la présence de bouillie dans les bacs de récupération, bouillie qui peut déborder en cas de défaillance du système de récupération ou de ballants importants des panneaux. D'autre part, une large gamme de taux de récupération a été mesurée lors des essais, allant de 10% à plus de 40%. Cette variation est principalement dépendante du développement de la vigne, mais une part importante est aussi dépendante de l'appareil utilisé. Une méthodologie d'évaluation des performances de la récupération sur les appareils équipés à panneaux récupérateurs s'avère nécessaire pour aider les agriculteurs à sélectionner les appareils les plus performants sur ce critère, mais aussi à mieux estimer les volumes de bouillie nécessaires et éviter les fonds de cuve en fin de traitement.

Couplées à une réduction de dose de 30% obtenue par augmentation de la vitesse de passage, les réductions de dose atteintes sont conséquentes, en moyenne supérieures à 50%. Ces niveaux de réduction de dose ont permis un bon contrôle des maladies, avec une augmentation des intensités d'attaque sur grappes toujours inférieure à 4 points. En oïdium, les 2 cas (sur 24) où cette augmentation a été significative correspondent tous deux au Domaine du Chapitre en 2016. Il est possible que cette situation s'explique par un démarrage tardif de la protection phytosanitaire en raison de problèmes techniques dans la mise en route du pulvérisateur, le 1^{er} traitement ayant eu lieu le 19 mai 2016, soit un seul traitement avant début floraison. Ce résultat tend à souligner que la réduction de dose proposée doit s'appuyer sur un calendrier de protection sans faille.

Concernant le mildiou, un seul cas significatif d'augmentation de l'intensité d'attaque a été observé sur les 14 notations. Dans ce cas particulier, le programme de protection ne semble pas expliquer ce léger décrochage de la modalité en réduction de dose.

Les vitesses de passages en réduction de dose, entre 6.7 km/h et 8.2 km/h, ont été jugées comme acceptable par les tractoristes de tous les domaines du réseau d'essai. Néanmoins, les vitesses de 8.2 km/h se sont avérées parfois difficiles à maintenir sur la parcelle de Carignan du Domaine de La Jasse, avec des rangs non rectilignes, plantés selon les courbes de niveaux. D'autre part, des vitesses de 10.4 km/h au Domaine du Chapitre ont été jugées excessives par les tractoristes. La vitesse de passage doit donc être adaptée aux caractéristiques de la parcelle, et sur un sol plat et régulier, les vitesses de passage maximales réalistes sont sans doute autour de 8 à 9 km/h.

Cette augmentation de la vitesse de passage (en moyenne de 44% pour les modalités R30) a permis de diminuer les temps de chantier, passant de 27 min/ha en moyenne lors d'un traitement à la vitesse de référence à 19 min/ha à la vitesse R30. En comparaison, une voûte pneumatique passée tous les 3 rangs à la vitesse de référence permet un débit de chantier d'environ 16 min/ha. L'augmentation de vitesse et en conséquence la baisse du volume/ha (opérations de remplissage de la cuve moins fréquentes) permettent donc une amélioration considérable du temps de chantier, rapprochant grandement les pulvérisateurs à panneaux récupérateurs des autres pulvérisateurs. En corollaire de la réduction d'IFT, une diminution du coût de la protection phytosanitaire de l'ordre de 50% a été atteinte sur les modalités en réduction de dose. Néanmoins, les gains de productivité obtenus sont contrebalancés par le coût d'achat plus élevé des appareils équipés de panneaux récupérateurs. Les contraintes topographiques peuvent aussi être une limite à leur utilisation. Une analyse économique plus poussée permettrait de déterminer les situations où ces appareils sont les plus adaptés.

CONCLUSION

Un réseau d'expérimentation en a été mise en place pour étudier les possibilités de réduction des quantités d'intrants phytosanitaires offertes par avec les panneaux récupérateurs et une augmentation de la vitesse. Les résultats montrent que dans la majorité des situations observées, il est possible d'obtenir grâce à la fois à la récupération et à une réduction de dose modérée des réductions d'IFT supérieures à 50% sans augmentation significative des symptômes de maladies cryptogamiques. L'augmentation de la vitesse de passage a permis d'autre part une amélioration significative des débits de chantier.

REMERCIEMENTS

Remerciements particuliers pour la mise en place des essais sur leurs exploitations à Christophe Clipet et son équipe (Domaine du Chapitre) ; Cédric Stessels et son équipe (Domaine de l'Espiguette) ; Aymeric Izard et Sébastien Segonne (Domaine d'Aussières) et Jean-François Le Breton et Nicolas Ramond (Domaine de La Jasse). Remerciement à la société Weber pour le prêt du Weber UEZ RC NC 1500 au Domaine de La Jasse en 2017. Remerciement pour le suivi des expérimentation à nos collègues Julien Lion et Fabrice Guillois (CA11) pour le suivi des essais sur le Domaine d'Aussières ; à Sébastien Codis, Adrien Vergès, Blandine Savajols, Bernadette Ruelle, Patrick Montegano, Mathilde Carra, Xavier Ribeyrolles (UMT EcoTechViti - IFV et IRSTEA) pour les suivis aux Domaines de l'Espiguette et du Chapitre. Enfin, remerciements appuyés à Léa Belet, stagiaire Agro Campus de Rennes (2016) et Adrien Lienard, stagiaire Montpellier SupAgro (2017).

BIBLIOGRAPHIE

Claverie, M., A. Davy, and M. Raynal. 2014. A 3 year evaluation of Optidose® method for pesticide dose adjustment in Mediterranean French Vineyards to control powdery (and downy) mildew. In Proceedings of the seventh international workshop on the grapevine downy and powdery mildew, Vitoria.

Codis, S., F. Bidaut, and P. Crozier. 2011. Optipulvé : Optimization of spray dose in narrow vineyards according to sprayer accuracy. Pages 78-79 in SuProFruit 2011 11th Workshop, Centre Ctifl Lanxade, Prignonrieux, France.

Codis, S., J.-F. Bonicel, G. Diouloufet, J.-P. Douzals, O. Hébrard, P. Montegano, B. Ruelle, X. Ribeyrolles, and A. Vergès. 2013. EvaSprayViti: a new tool for sprayers agroenvironmental

performance assessment.in 12th Workshop on spray application techniques in fruit growing (SuproFruit 2013), Valencia (Spain).

Davy, A. 2014. Réduire les intrants. Que peut-on attendre des panneaux récupérateurs? Actes des rencontres Viticoles d'Aquitaine, Bordeaux.

Davy, A., M. Raynal, M. Vergnes, S. Remenant, A. Michez, M. Claverie, S. Codis, F. M. Bernard, L. Colombier, L. Davidou, M. Girard, L. Mornet, J. P. Perraud, C. Rives, and D. Vergnes. 2010. Trials results of the 'Optidose' method using an adjustment of the pesticide dose for control of downy and powdery mildew. Pages 123-125 in 6th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew. ISVV Institut des Sciences de la Vigne et du Vine, Bordeaux Aquitaine, Bordeaux; France <4-9 Jul 2010>.

Doruchowski, G., and R. Holownicki. 2000. Environmentally friendly spray techniques for tree crops. Crop Protection 19:617-622.

Paillotin, G. 2008. Rapport final du Président du comité opérationnel «Ecophyto 2018». Rapport officiel, Ministère de l'agriculture et de la Pêche.

Pergher, G., R. Gubiani, S. R. S. Cividino, D. Dell'Antonia, and C. Lagazio. 2013. Assessment of spray deposition and recycling rate in the vineyard from a new type of air-assisted tunnel sprayer. Crop Protection 45:6-14.

Planas, S., F. Solanelles, and A. Fillat. 2002. Assessment of Recycling Tunnel Sprayers in Mediterranean Vineyards and Apple Orchards. Biosystems Engineering 82:45-52.

Viret, O., W. Siegfried, E. Holliger, and U. Raisigl. 2003. Comparison of spray deposits and efficacy against powdery mildew of aerial and ground-based spraying equipment in viticulture. Crop Protection 22:1023-1032.