



Les panneaux récupérateurs

Atouts et limites

Comment optimiser l'utilisation des panneaux : qualité d'application, récupération et temps de chantier.

Les panneaux récupérateurs Atouts et limites

Comment optimiser l'utilisation des panneaux : qualité d'application, récupération et temps de chantier.

Auteurs : Mathilde Carra, Sébastien Codis, Xavier Delpuech, Patrick Montegano, Xavier Ribeyrolles, Bernadette Ruelle, Blandine Savajols, Adrien Vergès
Relecture : Valérie Giorgi

Cet article présente une synthèse des résultats acquis par l'UMT EcoTechViti (IFV, IRSTEa, Montpellier SupAgro) sur les pulvérisateurs viticoles à panneaux récupérateurs afin de répondre à la question suivante : Comment optimiser l'utilisation des pulvérisateurs à panneaux récupérateurs en termes de qualité de pulvérisation, récupération de produit mais aussi de temps de chantier ?

→ POURQUOI CETTE ÉTUDE ?

Objectifs : limiter la dérive, augmenter l'efficacité et réduire les doses

Outre les exigences réglementaires encadrant l'utilisation des produits phytosanitaires à proximité des points d'eau (nouvel arrêté du 04 mai 2017 qui a revu les dispositions de l'arrêté du 12 septembre 2006), des efforts en termes de réduction de l'utilisation des intrants phytosanitaires sont demandés à l'agriculture (Plan Ecophyto I & II). La limitation de la dérive de pulvérisation est aussi devenue un enjeu majeur pour la filière viticole, notamment dans les situations où le vignoble côtoie des zones non-agricoles.

La mise en œuvre de **techniques d'application** précises permet de répondre dès le court terme au triple enjeu de réduction de la dérive, d'efficacité de la protection phytosanitaire et de possibilité de réduction de doses.

Malgré une utilisation peu répandue, les techniques de pulvérisation viticoles mettant en œuvre des panneaux récupérateurs existent depuis longtemps. Elles étaient fréquemment utilisées pour réaliser les traitements d'hiver contre les maladies du bois avant l'interdiction de l'arsénite de soude..

Depuis plusieurs années, de nombreux constructeurs, d'abord italiens comme Bertoni et Friuli, puis nationaux comme par exemple les sociétés Dughues et Dagnaud, proposent des pulvérisateurs à panneaux récupérateurs équipés d'une assistance d'air qui rend possible leur utilisation pour les traitements de couverture générale tout au long de la campagne.

Limites :

A ce jour, l'utilisation de ces machines demeure peu répandue. En effet, leur utilisation au vignoble n'est pas sans poser problème : coût d'achat, limitation de leur utilisation aux topographies peu pentues, augmentation des temps de chantiers et du temps de nettoyage, difficulté pour le calcul de bouillie à préparer.

Intérêt :

Toutefois, ces techniques soulèvent à nouveau **l'intérêt des viticulteurs**. Soulignons que les 4 journées techniques régionales sur la pulvérisation confinée organisées début **octobre 2016** par les chambres d'agriculture de Languedoc-Roussillon, IRSTEa et l'IFV ont rassemblé plus de **400 viticulteurs**.

→ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES PANNEAUX RÉCUPÉRATEURS :

Les pulvérisateurs à panneaux récupérateurs ont une configuration « face par face ». Ils traitent ainsi directement et de manière identique chaque face d'un rang en recherchant la plus grande proximité possible avec la végétation afin

d'optimiser l'application et limiter les pertes. De plus, ils entourent la végétation par des panneaux (rigides ou souples). De nombreux modèles existent aujourd'hui sur le marché (**exemples en Figure 1**). Voici quelques caractéristiques



BERTONI Arcobaleno



FRIULI Drift Recovery



WEBER NC1000 UEZ QU

Figure 1. Modèles de panneaux récupérateurs testés sur EvaSprayViti par IRSTEA-IFV (photos UMT Ecotechviti)

rentrant en ligne de compte dans le raisonnement de l'achat d'un pulvérisateur de ce type :

Choix de la technologie de pulvérisation (figure 2) :

- Les panneaux récupérateurs mettant en œuvre **la technologie pneumatique** : La bouillie est fractionnée grâce à un flux d'air à forte vitesse qui percute une veine de liquide. Des gouttes très fines, sensibles à la dérive, sont alors formées. De ce fait, cette technologie ne permet pas de limiter la dérive et on ne la conseille pas.

Notons que les panneaux récupérateurs pneumatiques ne sont pas éligibles à l'inscription au bulletin officiel du Ministère de l'Agriculture en tant que moyen réducteur de dérive apte à la réduction des zones non traitées (ZNT).

- **Les panneaux récupérateurs à jet porté.** C'est la technologie à privilégier. Pour tous les appareils à jet porté, par définition, la bouillie est mise sous pression par une pompe et la division en gouttelettes est

obtenue par détente de la veine de liquide lors du passage dans une buse. Un flux d'air porte la pulvérisation vers les zones à protéger. Le spectre de gouttes généré dépend de la **buse utilisée**, de son **calibre** et de la **pression dans le circuit**.

Par le choix des buses (buses à fente et à injection d'air) et de la pression, cette technologie permet de produire des gouttes moins fines que celles générées par la pulvérisation pneumatique. Cela permet de réduire la dérive, d'augmenter le dépôt de produit sur la cible et de favoriser la récupération de la bouillie qui traverse la végétation.

- **L'utilisation de buses à injection d'air améliore les quantités de produit déposées** sur la cible et rend les gouttes moins sensibles aux phénomènes de dérive.

Au 22 mai 2017 (DGAL/SDQSPV/2017-437), trente-deux pulvérisateurs face par face en technologie jet porté et équipés de buses à injection d'air étaient officiellement reconnus comme divisant la dérive d'application au moins par trois, donc douze sont munis de panneaux récupérateurs.

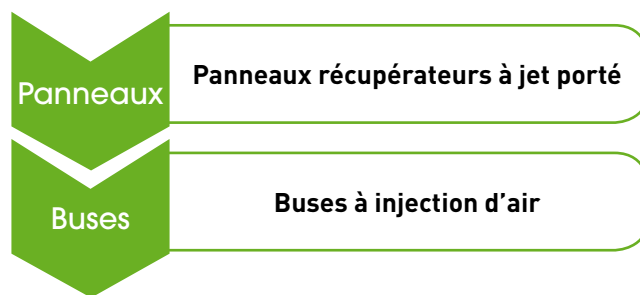


IDEAL Dropsave :
pneumatique



WEBER NC1000 UEZ QU : jet porté et buses à fente et à injection d'air

Figure 2. Panneaux récupérateurs de technologie pneumatique (à gauche) et de technologie jet porté avec buses à fente et à injection d'air (à droite).



Conseils pour le choix de la technologie de pulvérisation

Les possibilités de réglages latéraux des panneaux, leur largeur et leur mode de positionnement par rapport à la végétation

Plusieurs modèles présentent l'intérêt de pouvoir **réglér la distance des panneaux récupérateurs** (intérieurs et extérieurs) **à la végétation** par des **vérins hydrauliques**.

> *Attention* : Dans les vignobles à grand espacement entre rangs, cela peut être une limite, les panneaux étant trop loin de la végétation pour assurer une bonne qualité de pulvérisation, notamment en début de végétation.

Certains constructeurs proposent des **options** permettant de **programmer la position des panneaux** par rapport à la végétation et de la retrouver **automatiquement** en entrant dans le rang par l'appui sur un simple bouton en cabine qui actionne la course des vérins hydrauliques.

> *Conseil* : Les manœuvres de bout de rang peuvent ainsi être facilement effectuées en position panneaux refermés. Cela permet de diminuer considérablement les temps de manœuvre et de limiter les risques d'erreur.

Il est également important de **disposer de vérins hydrauliques** permettant d'ajuster la **hauteur des panneaux** et de s'adapter aux différentes configurations de vignes et de modes de conduites (cas de parcelles non plates ou présentant un peu de dévers).

➔ ÉVALUATION DE LA QUALITE DE PULVÉRISATION DES APPAREILS À PANNEAUX RÉCUPERATEURS SUR LA VIGNE ARTIFICIELLE EVASPRAYVITI

En 2015 et 2016, l'UMT EcoTechViti a évalué sur la vigne artificielle EvaSprayViti les performances en termes de dépôts de pulvérisation de trois pulvérisateurs à panneaux récupérateurs dédiés aux vignes larges, l'objectif étant d'optimiser leur mise en œuvre (buses utilisées, vitesse de passage). Ces essais ont été consolidés par des essais au vignoble menés pendant la campagne 2016.

Matériels et méthodes

EvaSprayViti est un outil d'évaluation de la qualité de pulvérisation et des pertes dans l'environnement des pulvérisateurs viticoles développée par IRSTEA et l'IFV (Codis *et al.*, 2015; Vergès *et al.*, 2015; Vergès *et al.*, 2017). Le banc permet une mesure objective et répétable de la qualité de pulvérisation en conditions contrôlées des différents matériels et pratiques de pulvérisation.

C'est un banc d'essai reproduisant 4 rangs de vigne de 10m de long chacun. Les bancs de collecte servant à mesurer la performance de la

pulvérisation sont constitués de rameaux et de feuilles artificielles.

Cette structure permet de caractériser précisément deux données :

- **la qualité de la pulvérisation**, par la mesure de la quantité de bouillie déposée par unité de surface de feuille. Celle-ci est exprimée en ng/dm² pour un gramme de bouillie pulvérisé à l'hectare.
- **l'homogénéité de répartition** du produit et notamment de sa pénétration dans la végétation en mesurant les dépôts de pulvérisation au sein de différents compartiments.

L'outil est modulable : trois configurations différentes correspondant à trois stades de développement de la vigne (début, milieu et pleine végétation) permettent de tester les pulvérisateurs dans les différentes situations rencontrées sur une saison végétative.

Trois appareils testés sur le banc EvaSprayViti

En 2015 et 2016, trois appareils à panneaux récupérateurs pour vignes larges (Figure 1) ont été testés dans différentes configurations et aux trois stades végétatifs (Tableau 1). Il s'agissait de répondre aux questions suivantes :

- Où se situent les panneaux récupérateurs en termes de performance par rapport aux autres typologies de matériels ?
- Les buses à injection d'air permettent-elles une meilleure qualité de pulvérisation, une meilleure pénétration dans le feuillage et une meilleure récupération que les buses

classiques ?

- La qualité de pulvérisation est-elle dégradée en augmentant la vitesse d'avancement ? Si non, ceci permettrait un gain en termes de diminution du temps de chantier.

Ainsi, deux facteurs ont été étudiés :

- Le **facteur buse** : comparaison entre des buses à turbulence classiques formant de très fines gouttes (Albus ATR) et des buses à fente à injection d'air formant des gouttes moins fines (Lechler IDK).
- Le **facteur vitesse d'avancement** : 5km/h (vitesse classique au vignoble) et 9km/h.

	FruiLi Drift Recovery				Arcobaleno Bertoni				Weber NC1000 UEZ QU			
	Buse	Pres- sion (bar)	Vitesse (km/h)		Buse	Pres- sion (bar)	Vitesse (km/h)		Buse	Pres- sion (bar)	Vitesse (km/h)	
			5	9			5	9			5	9
Début de végétation	Albus ATR marron	6	X	X	Albus ATR lilas	6	X	X	Albus ATR jaune	5	X	
	Lechler IDK Orange	6	X	X	Lechler IDK orange	5	X	X	Lechler IDK verte	5	X	
Milieu de végétation	Albus ATR Lilas	6	X	X	Albus ATR marron	6	X	X	Albus ATR marron	6	X	
	Lechler IDK orange	6	X	X	Lechler IDK orange	5	X	X	Lechler IDK orange	6	X	
Pleine végétation	Albus ATR lilas	6	X	X	Albus ATR marron	6	X	X	Albus ATR marron	6	X	X
	Lechler IDK orange	6	X	X	Lechler IDK orange	5	X	X	Lechler IDK orange	6	X	X

Tableau 1. Descriptif technique des 32 évaluations menées sur la vigne artificielle EvaSprayViti sur trois appareils à panneaux récupérateurs dédiés aux vignes larges

Résultats

Les panneaux récupérateurs sont classés parmi les appareils les plus performants en qualité de pulvérisation

Deux indicateurs permettent de caractériser la qualité de pulvérisation : **niveau moyen de dépôts de pulvérisation** par unité de surface sur la végétation (les appareils débitant 1g de traceur par ha) et **homogénéité des dépôts** dans le couvert végétal.

A partir des résultats d'essais réalisés à 5km/h, ces indicateurs sont utilisés pour comparer les performances d'appareils à panneaux récupérateurs avec celles d'appareils plus communément utilisés au vignoble (également à 5km/h) : les voûtes pneumatiques utilisées tous les deux rangs, les voûtes pneumatiques utilisées

tous les quatre rangs et les aéroconvecteurs utilisés tous les deux rangs. Ces indicateurs sont présentés sur les graphiques suivants (Figure 3). Ils s'organisent selon deux axes :

- Axe horizontal : le dépôt de pulvérisation moyen par unité de surface de végétation exprimé en ng/dm² pour 1g de traceur appliqué par ha ;
- Axe vertical : la variabilité des dépôts au sein de différents compartiments composant la végétation au travers du coefficient de variation.

Chaque point du graphique représente la qualité de pulvérisation obtenue pour un essai donné.

Plus ce point est haut, plus la pulvérisation est homogène et plus ce point est situé « à droite », plus la quantité moyenne déposée est haute.

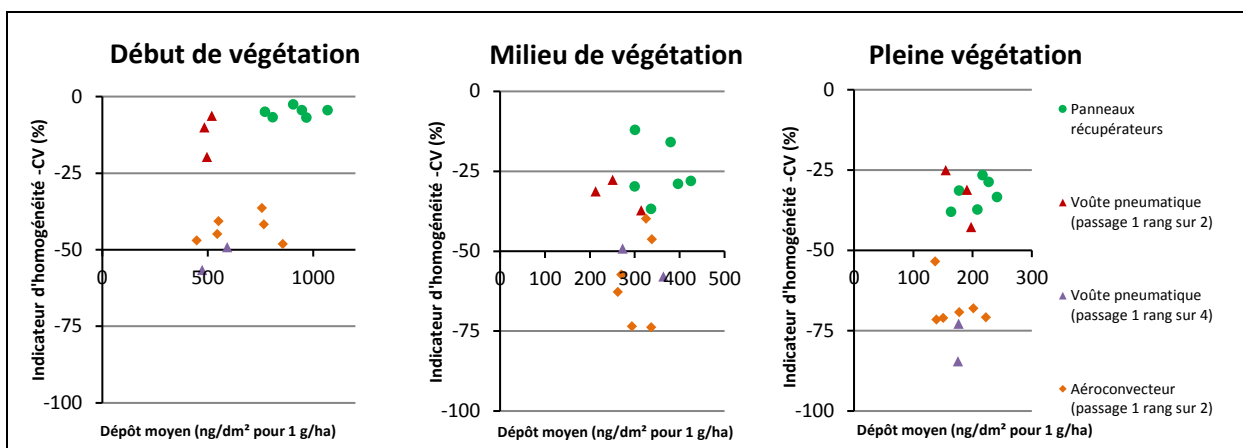


Figure 3. Cartographie de la qualité de pulvérisation, aux 3 stades végétatifs sur EvaSprayViti de 9 pulvérisateurs (17 modalités). Les axes représentent le niveau de dépôt moyen et son hétérogénéité. Nb : le dépôt de pulvérisation est normalisé, exprimé en ng par décimètre carré de feuillage pour des pulvérisateurs débitant 1g de traceur par hectare. Dans le cas des panneaux récupérateurs, la dose de produit appliquée par hectare considérée est la dose sortant des diffuseurs, sans tenir compte de la récupération. Les résultats intégrant la récupération seraient encore meilleurs.

Cette représentation permet de présenter un premier résultat :

→ Par rapport aux techniques de pulvérisation les plus courantes (voûte pneumatique ou aéroconvecteur), même sans tenir compte de la récupération qui participe à diminuer les quantités de produits nécessaires pour assurer la protection, les appareils à **panneaux récupérateurs** (en vert) **permettent de progresser nettement en termes de quantité de produit déposée sur les feuilles et en termes d'homogénéité de la répartition des dépôts** au sein de la végétation. La protection phytosanitaire est donc plus fiable lorsqu'elle est réalisée avec

ce type de machine qui cible directement et de manière régulière les deux faces des rangs de vigne.

Intérêt des buses à injection d'air - résultats d'essais

La vigne artificielle EvaSprayViti permet de caractériser les niveaux de dépôts de pulvérisation au sein de chacune des couches d'épaisseur composant la végétation, ce qui permet d'avoir une lecture fine de la pénétration de la bouillie au sein du couvert végétal et de comparer différents réglages entre eux.

Les figures 4, 5 et 6 présentent les profils de

répartition par tranche de végétation sous forme d'histogramme.

Chaque barre représente ainsi le dépôt de pulvérisation mesuré dans un compartiment de la vigne comme illustré sur la droite de

chaque graphique. Pour les trois appareils, les évaluations menées avec les deux types de buses peuvent ainsi être comparées avec une référence : voûte pneumatique ou aéroconvecteur passés tous les deux rangs.

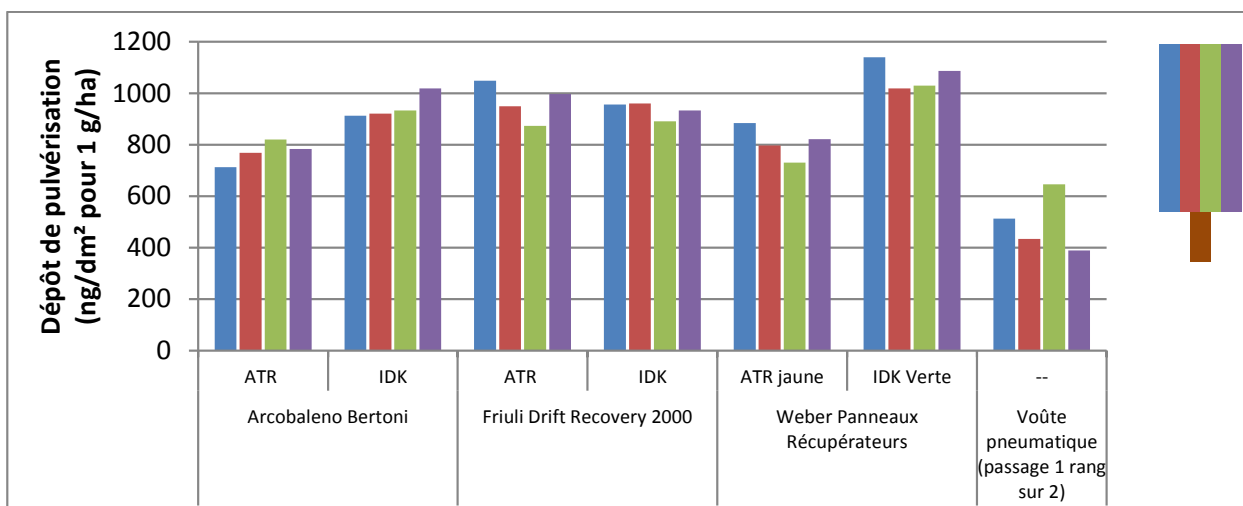


Figure 4. Profils de répartition des dépôts de pulvérisation selon l'épaisseur de la végétation mesurés sur EvaSprayViti au stade début de végétation à 5km/h. Comparaison de 3 pulvérisateurs à panneaux récupérateurs, 2 types de buses avec une voûte pneumatique testés sur le banc EvaSprayViti. En début de végétation, le feuillage est compartimenté en 4 rideaux sur l'épaisseur.

La figure 4 présente les résultats en début de végétation (équivalent au stade 5-6 feuilles étalées).

En s'intéressant dans un premier temps au facteur buse, il ressort qu'en début de végétation, pour 2 appareils sur 3, les niveaux de dépôts obtenus avec la buse à fente et à injection d'air sont supérieurs à ceux des buses à turbulence classiques. Dans tous les cas de figures, les

appareils à panneaux récupérateurs présentent des niveaux significativement plus élevés que la voûte pneumatique utilisée tous les deux rangs. Rappelons que de nombreux viticulteurs sont satisfaits du niveau de protection offert en traitant avec des voûtes pneumatiques utilisées non pas tous les deux rangs mais tous les quatre rangs, ce qui conduit à des profils de répartition des dépôts nettement plus hétérogènes.

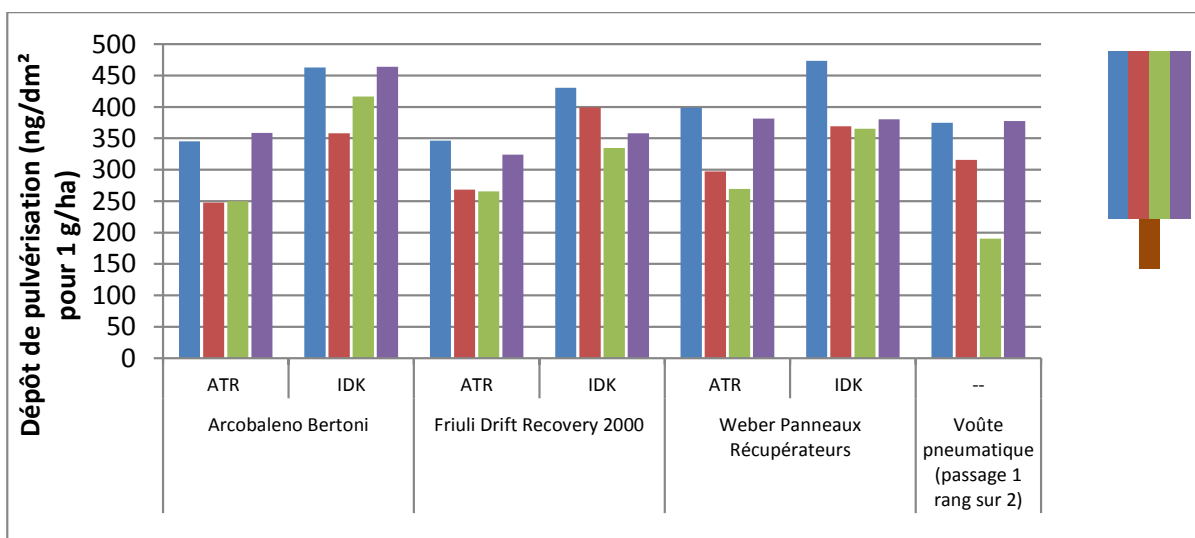


Figure 5. Profils de répartition des dépôts de pulvérisation selon l'épaisseur de la végétation mesurés sur EvaSprayViti au stade milieu de végétation à 5km/h. Comparaison de 3 appareils à panneaux récupérateurs, 2 types de buses avec la voûte pneumatique.

La figure 5 présente les dépôts de pulvérisation obtenus lors des essais menés en milieu de végétation.

Parmi les deux types de buses mises à l'essai, la buse à injection d'air offre des niveaux de

dépôts supérieurs sur toutes les épaisseurs de la végétation, y compris au centre pour les 3 appareils. Il semble que l'effet buse soit plus important que l'effet matériel sur la quantité de dépôt.

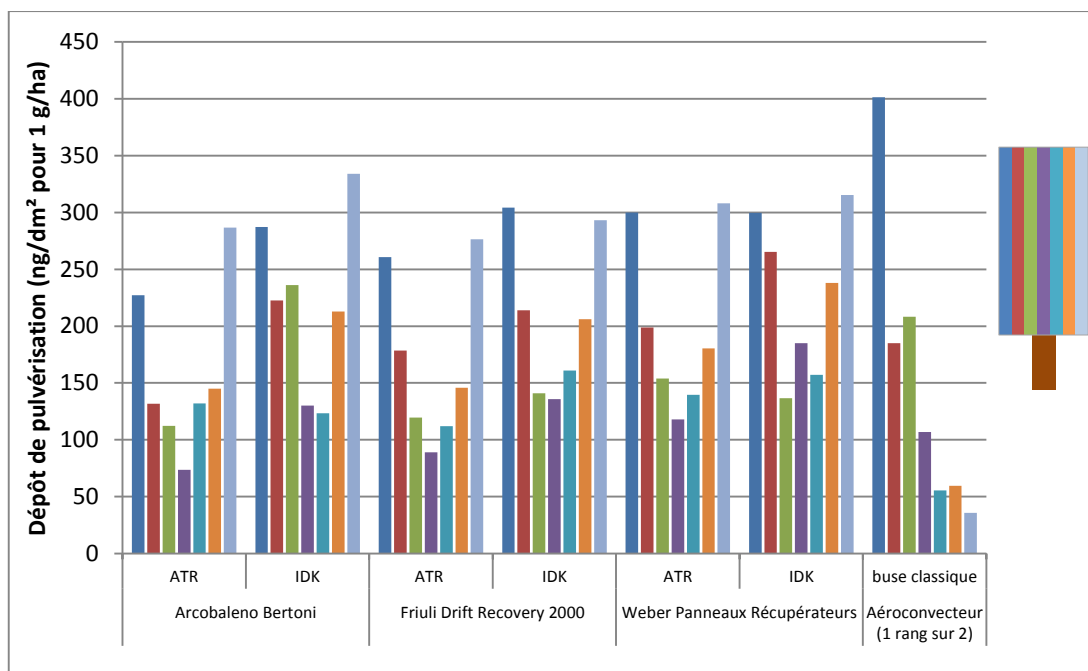


Figure 6. Profils de répartition des dépôts de pulvérisation selon l'épaisseur de la végétation mesurés sur EvaSprayViti au stade pleine végétation à 5km/h. la végétation est divisée en 7 compartiments à ce stade pour évaluer la pénétration. Présentation pour 3 appareils à panneaux récupérateurs, 2 types de buses. Comparaison avec un aéroconvecteur équipé de buses classiques et traitant 1 rang sur 2.

La figure 6 présente les résultats des essais menés en pleine végétation. Comme pour tous les pulvérisateurs de type face par face et contrairement à l'aéroconvecteur, la répartition des dépôts est homogène avec un léger déficit de dépôt au centre de la végétation.

Les résultats montrent que, contrairement aux idées reçues, **l'utilisation de buses à injection d'air IDK a permis d'augmenter la quantité de bouillie déposée au centre de la végétation** (barre de couleur violette) par rapport aux buses classiques. Ce résultat se retrouve pour les trois modèles de panneaux testés.

Conclusion des essais

Ces résultats mettent en évidence que :

- **Les buses à injection d'air**, utilisées à une pression correcte (entre 4 et 8 bars pour les IDK 90° du constructeur Lechler), **permettent des niveaux de dépôts équivalents voire supérieurs aux buses à turbulence classiques** qui génèrent des gouttes trop fines ayant du mal à pénétrer le couvert végétal.
- Ces buses **permettent également une bonne répartition du produit au sein du végétal** et ce, aux différents stades végétatifs étudiés.

- Ces buses ont aussi l'avantage de **limiter la dérive de produits en dehors des limites de la parcelle** au moment du traitement puisque les gouttes qu'elles forment, moins fines qu'avec les buses à turbulence classiques même utilisées à faible pression (6 bars dans le cas des essais), sont donc moins sensibles aux courants d'air.

Conseils d'entretien :

Les buses à injection d'air présentent des risques de bouchage plus importants que les buses classiques à cause de la petite taille des orifices. Le système de filtration doit donc être raisonné en conséquence et une attention particulière doit être donnée à l'entretien de l'appareil et des buses. Il est recommandé d'avoir des filtres de tronçons (80 Mesh) adaptés et d'utiliser des filtres de buse cylindriques (100 Mesh voir 200 Mesh suivant recommandation du fabricant de buse). L'expérience montre également que beaucoup de bouchages proviennent du séchage de la bouillie dans les buses après la pulvérisation et les bouchages interviennent à la remise en marche. Il est donc important aussi de rincer le circuit si possible dès la fin du travail ou le plus tôt possible pour limiter ce problème pour lequel les filtres sont inefficaces.

Compenser la perte en temps de chantier par une augmentation de la vitesse d'avancement ?

Résultats d'essais

Les pulvérisateurs à panneaux récupérateurs utilisés en vignes larges traitent au maximum deux rangs de vigne par passage alors que d'autres techniques de pulvérisation permettent de traiter trois ou quatre rangs par passage (au prix cependant d'une moindre qualité de protection).

Afin d'étudier l'opportunité d'augmenter la vitesse d'avancement pour compenser cette augmentation du temps de chantier, des essais à plusieurs vitesses d'avancement ont été réalisés. Le but est de voir dans quelle mesure il est possible d'augmenter la vitesse d'avancement sans dégrader la qualité de pulvérisation.

Des essais ont d'abord été conduits sur la vigne artificielle. Quel que soit le stade végétatif et pour tous les appareils et buses testés sur EvaSprayViti, les essais montrent que passer à 9km/h au lieu de 5km/h ne modifie pas la qualité de pulvérisation (Figure 7). Contrairement à aussi aux idées reçues, ces résultats montrent **qu'augmenter la vitesse d'avancement ne pénalise pas les quantités moyennes de dépôts dans le feuillage**. Il en est de même pour la répartition des dépôts : **augmenter la vitesse d'avancement n'altère pas la pénétration de la bouillie dans le feuillage** (non représenté ici).

Attention : En revanche, cette augmentation de vitesse d'avancement peut dans certains cas de panneaux mal conçus **défavoriser la récupération de produit** et par conséquent le bilan environnemental du traitement. Un compromis devra donc être raisonné par l'utilisateur en fonction de ses attentes.

Sur vigne artificielle
passer de 5 à
9km/h ne modifie
pas la qualité de
pulvérisation.

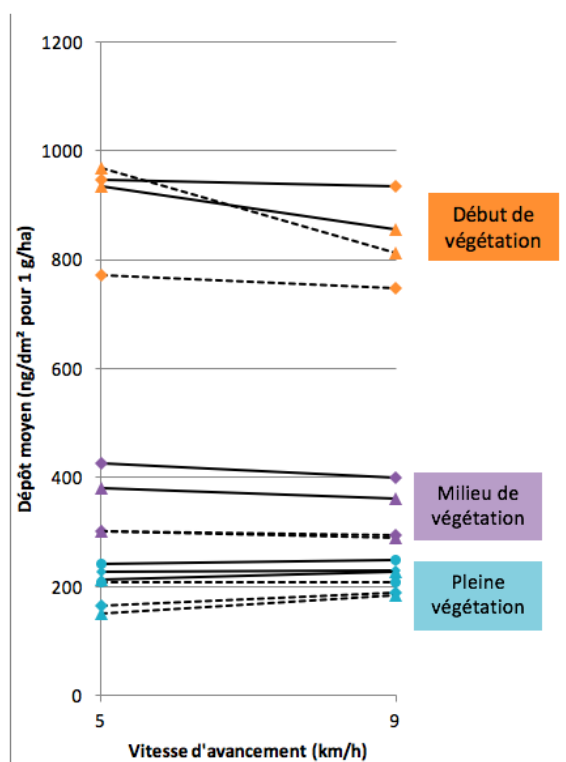


Figure 7. Dépôt moyen en fonction de la vitesse d'avancement pour 3 pulvérisateurs testés sur EvaSprayViti (● : Weber ; ◆ : Arcobaleno Bertoni ; ▲ : Friuli Drift Recovery) et 2 types de buses (--- : Atr, — : Idk) Résultats aux 3 stades végétatifs

Pour conforter ces résultats obtenus sur la vigne artificielle, des essais ont été réalisés en vigne réelle en 2016.

→ DES RÉSULTATS CONFIRMÉS EN CONDITIONS RÉELLES

Résultats de mesures de dépôts de pulvérisation en conditions réelles : buses et vitesse d'avancement

En juillet 2016, des essais complémentaires ont été réalisés par IRSTEA et l'IFV au Domaine du Chapitre de Montpellier SupAgro situé à Villeneuve-les-Maguelone (Hérault). L'essai avait pour objectif de vérifier et valider l'hypothèse formulée sur la base des résultats du banc d'essai EvaSprayViti de **non dégradation de la qualité de pulvérisation avec l'augmentation de la vitesse. En même temps, il s'agissait d'identifier un éventuel effet des buses utilisées.**

Matériel et protocole

- L'essai a été réalisé avec l'appareil Arcobaleno du constructeur Bertoni, munis de buses à injection d'air Lechler IDK (P = 5 bars) d'un côté et de buses à turbulence classique Teejet TXA (équivalent des buses Albus ATR,00 P = 5 bars) de l'autre côté.
- L'essai a été mené au stade fermeture de la grappe sur une parcelle de Caladoc palissée (hauteur moyenne de végétation : 1,38m ; largeur moyenne de végétation : 0,67m ; faible porosité).
- Les essais ont été réalisés à trois vitesses d'avancement distinctes : 5,3 km/h, 7,8 km/h et 10,4 km/h.
- La qualité de pulvérisation est mesurée

à l'aide d'un traceur, la tartrazine (E102), pulvérisé sur des collecteurs, selon la méthodologie décrite dans Codis *et al.*, 2013.

Le protocole consiste à disposer des collecteurs en PVC dans la végétation sur un profil perpendiculaire au rang, à raison d'un collecteur par tranche de 20cm en hauteur et 10cm en épaisseur. Au total, lors de cet essai, plus de 1000 collecteurs ont été déposés et analysés individuellement au laboratoire.

Résultats

- L'analyse statistique confirme **que la vitesse d'avancement ne modifie pas significativement le niveau de dépôt moyen, quelle que soit la buse utilisée.**
- D'autre part, **les niveaux de dépôts ont tendance à être supérieurs pour les buses à injection d'air testées par rapport aux buses classiques** pour les trois vitesses testées (Figure 8).
- De plus, **les buses à injection d'air présentent des dépôts significativement supérieurs aux buses classiques au centre de la végétation** (résultats non présentés ici, [Carra *et al.*, 2017]).

Ces résultats confirment les résultats préliminaires obtenus sur la vigne artificielle.

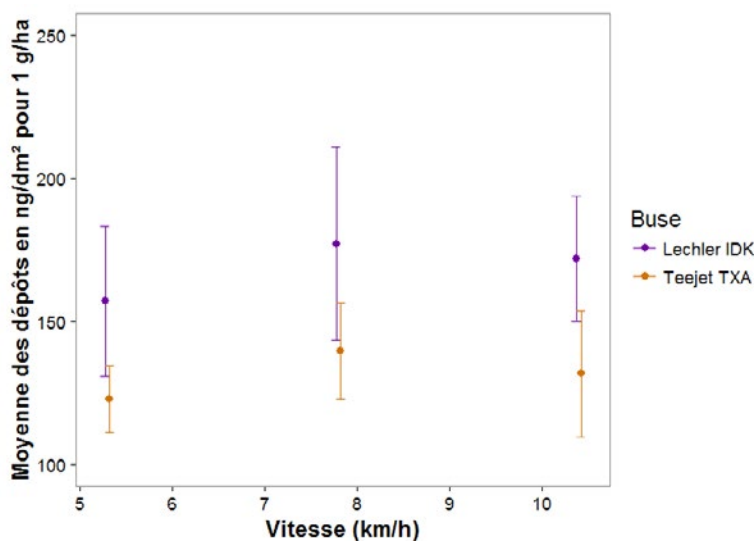


Figure 8. Moyenne des dépôts (ng/dm² pour 1 g/ha) de pulvérisation en fonction de la vitesse d'avancement (km/h) et de la buse (intervalles de confiance à 5%) mesurés au vignoble. Essai mené avec le pulvérisateur Arcobaleno Bertoni.

Résultats complémentaires : répartition des dépôts entre faces supérieure et inférieure des feuilles

Cet essai au vignoble a également permis d'apporter des éléments de réponse sur la capacité des buses à déposer de la bouillie à la fois les faces inférieures et supérieures des feuilles. Une comparaison de la répartition entre face supérieure et inférieure selon le type de buse

mis en œuvre a été effectuée à la vitesse de 5,3 km/h.

Les dépôts sur la face supérieure des feuilles sont toujours supérieurs à ceux sur la face inférieure. Mais l'analyse statistique ne met pas en évidence de différence de dépôt sur la face inférieure selon la buse. Autrement dit, les buses à injection permettraient une répartition du produit entre le dessus et le dessous des feuilles équivalente aux buses classiques (Figure 9).

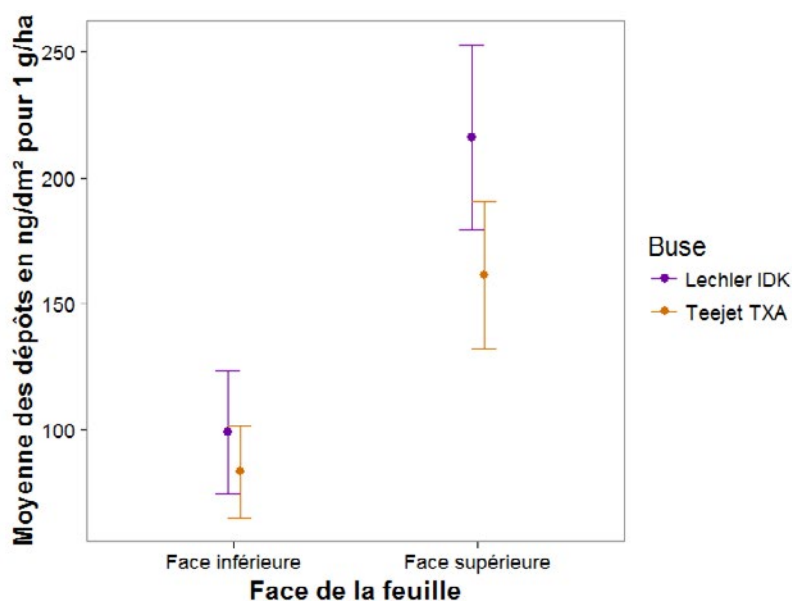


Figure 9. Moyenne des dépôts de la face inférieure et de la face supérieure pour les 2 types de buses testées sur le pulvérisateur Arcobaleno Bertoni à 5,3 km/h (intervalles de confiance à 5%)

➔ OPTIMISER LA RÉCUPÉRATION DE PRODUIT

Estimation du taux de récupération sur une saison : des économies substantielles de produits phytosanitaires

Non seulement, **les panneaux récupérateurs sont intéressants d'un point de vue de la qualité de pulvérisation, mais ils permettent aussi une réduction des pertes de produits pulvérisés** vers les compartiments environnementaux non cibles (sol et air). En effet, une partie des embruns pulvérisés qui traversent le rang de vigne (notamment dans le cas de manquants, de zone de moindre vigueur...) heurtent le panneau de récupération qui leur fait face et sont ainsi récupérés. La bouillie est ensuite réintroduite dans la cuve principale de l'appareil via un système de reprise et un système de filtration.

Le taux de récupération est un facteur clé de la performance économique et environnementale des pulvérisateurs à panneaux récupérateurs. **Ce taux de récupération, c'est-à-dire le pourcentage de la bouillie qui est recyclée,** varie en fonction de la végétation et de sa porosité, du pulvérisateur et des réglages mis en œuvre.

Des suivis effectués au vignoble (Davy, 2013) montrent que le taux de récupération varie au cours de la saison : **il est fort lors des premiers traitements** (environ **70%** pour les modèles de panneaux les mieux conçus équipés de buses à injection d'air) du fait de la porosité de la végétation et diminue

Taux de récupération moyen des panneaux sur une saison : 40 %

avec la croissance de la vigne. En moyenne sur la saison, le taux de récupération mesuré avec des pulvérisateurs Dhugues est voisin de 40%. Autrement dit, grâce à la récupération de bouillie, 40% des quantités de produits phytosanitaires employées sont en moyenne récupérées et réutilisées au lieu d'être perdues. Les panneaux récupérateurs bien conçus permettent donc une **réduction importante de l'utilisation des produits phytosanitaires sans prise de risque pour l'efficacité des traitements.**

Cela représente un avantage d'un point de vue de la protection de l'environnement mais aussi d'un point de vue économique. Les charges de l'exploitation sur le poste de dépense en intrants peuvent ainsi être réduites de manière non négligeable.

Par exemple, le domaine de Tariquet, domaine familial de 1000 ha, a investi en 2015 dans l'achat de 25 appareils à panneaux récupérateurs. Ceci lui **permet de diviser par deux son utilisation de produits phytosanitaires par rapport aux pratiques « avant panneaux »**. La capitalisation d'expérience permet au domaine de progresser chaque année dans l'utilisation des panneaux.

Toutefois, le bilan économique de l'achat d'un appareil à panneaux récupérateurs dépend des caractéristiques de l'exploitation. Si la machine est utilisée sur des surfaces conséquentes et si la pression de maladie impose d'assez nombreux traitements, l'économie de 40% de produits phytosanitaires engendrée par la récupération de bouillie compensera à elle seule le surcoût lié à l'achat de matériel et à l'augmentation du

temps de chantier. Dans d'autres cas, le surcoût lié à l'utilisation de cette technique ne pourra pas être compensé mais le bénéfice environnemental restera.

Les buses à injection d'air favorisent la récupération de produit au détriment des pertes

Méthode expérimentale

Le taux de récupération est évalué par l'IFV et IRSTEA au travers de la mesure du taux de récupération « à vide ». En ayant préalablement fermé le circuit de reprise de la bouillie et réglé l'appareil (distance entre les panneaux, orientation des buses et pression) pour un traitement en pleine végétation, le pulvérisateur se déplace en ligne droite pendant une minute sans végétation. Ensuite, la quantité de bouillie pulvérisée qui a été récupérée dans les bacs à l'issue du parcours est mesurée. Le rapport entre la quantité récupérée pendant 1 minute et la quantité débitée pendant ce même laps de temps donne le taux de récupération à vide. Les mesures issues de cette méthode ne révèlent pas directement le taux de récupération de bouillie qui serait obtenu au vignoble puisqu'elles sont réalisées en l'absence de végétation. Dans l'attente de développer une méthode reproduisant plus la réalité de terrain, cette méthode a toutefois l'avantage de pouvoir comparer les pulvérisateurs entre eux sur le critère de récupération. Elle reproduit également bien ce qu'il se passe en présence de manquants.

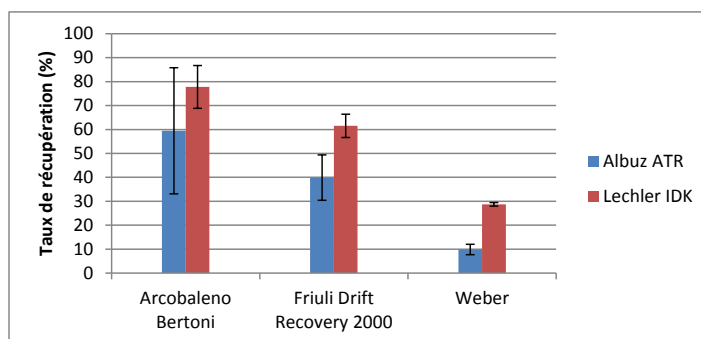


Figure 10. Taux de récupération à vide mesuré sur trois pulvérisateurs à panneaux récupérateurs, avec deux types de buses avec les réglages « pleine végétation »

Résultats

Les mesures des taux de récupération (Figure 10) montrent des différences importantes entre appareils, selon la conception des panneaux.

La récupération est d'autant meilleure que les panneaux sont larges et qu'ils peuvent être positionnés à proximité de la végétation (cas du Bertoni et du Friuli).

La figure 10 montre que **les buses à fente à injection d'air améliorent significativement la récupération de la bouillie** quel que soit l'appareil utilisé. Cela semble s'expliquer par la taille des gouttes qui ont assez d'énergie pour traverser et atteindre le panneau récupérateur alors que les gouttes des buses à turbulence sont trop fines et soumises aux courants d'air et au vent relatif lors de l'avancement du tracteur.

→ CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Sur l'ensemble des évaluations menées, l'association des buses à injection d'air aux pulvérisateurs à panneaux récupérateurs s'est avérée être un choix offrant simultanément de bonnes performances en termes d'optimisation des profils ,dépôt de pulvérisation et d'optimisation de la capacité du matériel à récupérer la bouillie non déposée sur la végétation.

L'augmentation de la vitesse d'avancement (9 km/h au lieu de 5 km/h) en vue de réduire le temps de chantier de pulvérisation ne pénalise pas les profils de dépôt de pulvérisation.

Dans le contexte du plan Ecophyto II qui vise à limiter les quantités d'intrants phytosanitaires utilisées ainsi que leurs impacts, l'utilisation des pulvérisateurs à panneaux récupérateurs en viticulture apparaît pertinente pour parvenir de manière pragmatique et à court terme à répondre aux enjeux fixés. Ils présentent de nombreux atouts pour allier efficacité de la protection phytosanitaire, respect de l'environnement et des personnes. Leur utilisation s'accompagne néanmoins d'inconvénients de taille tels que le surcoût et l'allongement du temps de chantier qui peuvent être partiellement ou totalement compensés par l'économie en produits phytosanitaires ainsi qu'une augmentation de la vitesse d'avancement.

→ REMERCIEMENTS

Les essais sur le banc EvaSprayviti ont été réalisés avec l'appui financier de ONEMA / Ecophyto Axe 2 ainsi que le domaine de Tariquet. Nous tenons également à remercier le Domaine du Chapitre où ont été réalisés les essais terrain et les équipementiers (Bertoni, Friuli, New Holland, Dhugues, Weber, Calvet, Caruelle Thomas, Berthoud) pour la mise à disposition des matériels.

→ RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Carra M.**, Delpuech X., Codis S. , Douzals JP , Montegano P, Ruelle B., Savajols B, Ribeyrolles X. , Vergès A. (2017) *Spray deposits from a recycling tunnel sprayer in vineyard; effects of the forward speed and the nozzle type*, 14th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Hasselt, Limburg, Belgium, from May 10 -12 May 2017.
- **Codis, S.**, Vergès, A., Bernadette, R., Hebrard, O., Magnier, J., Montegano, P., and Ribeyrolles, X. (2015). *EvaSprayViti : Une vigne artificielle pour l'optimisation agro-environnementale de la pulvérisation en viticulture*. Revue Innovations Agronomiques INRA Volume 46, 27-37.
- **Vergès, A.**, Codis, S., Bonicel, J.-F., Diouloufet, G., Douzals, J.-P., Magnier, J., Montegano, P., Ribeyrolles, X., and Ruelle, B. , Carra M., Delpuech, X, Savajols,B, (2017). *Sprayer classification in viticulture according to their performance in terms of deposition and dose rate reduction potential*, 14th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Hasselt, Limburg, Belgium, from May 10 -12 May 2017.
- **Vergès, A.**, Codis, S., Bonicel, J.-F., Diouloufet, G., Douzals, J.-P., Magnier, J., Montegano, P., Ribeyrolles, X., and Ruelle, B. (2015). *Sprayers' classification according to their performance in terms of spray deposition quality*. [colloque SuproFruit 2015 - 13th Workshop on Spray Application - Lac de constance juillet 2015].