



HAL
open science

Déterminants et évaluation de l'efficacité des pulvérisateurs viticoles

Jean Paul Douzals, Olivier Naud, Sébastien Codis, Adrien Verges

► **To cite this version:**

Jean Paul Douzals, Olivier Naud, Sébastien Codis, Adrien Verges. Déterminants et évaluation de l'efficacité des pulvérisateurs viticoles. 15^e Journée Scientifique Vign et Vin, Institut Agro Montpellier, Mar 2024, Montpellier (FR), France. hal-04513363

HAL Id: hal-04513363

<https://hal.inrae.fr/hal-04513363>

Submitted on 20 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

2024

JOURNÉE SCIENTIFIQUE VIGNE - VIN

15^{ème} Journée Scientifique VIGNE - VIN

Le 7 mars 2024 | L'Institut Agro Montpellier



CONCILIER PRODUCTION ET PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES EN VITICULTURE

Enseignements issus de projets méditerranéens sur les effets des intrants et leur maîtrise



INRAE

L'INSTITUT agro Montpellier

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



Déterminants et évaluation de l'efficacité des pulvérisateurs viticoles

Jean-Paul DOUZALS², Sébastien CODIS¹, Olivier NAUD², Adrien VERGES¹

¹ UMR ITAP – UMT Ecotech – Université de Montpellier

² IFV – UMT Ecotech

Contact : jean-paul.douzals@inrae.fr

Introduction

La pulvérisation correspond au principal moyen utilisé pour l'application de produits de protection du vignoble. Comparée à d'autres secteurs de production agricole, la viticulture se distingue par une grande variété dans la conception des appareils de pulvérisation qui doivent répondre à une grande diversité de modes de culture (écartement, palissage, taille mais aussi parcellaire, etc.). La nouvelle donne du Green Deal européen et de la stratégie de la fourche à la fourchette amènent à reconsidérer l'ensemble des facteurs pouvant permettre une réduction des quantités de produits de protection des plantes, et de leurs impacts. Parmi ces solutions, la pulvérisation constitue paradoxalement un domaine souvent oublié. En effet, pendant longtemps, le cahier des charges pour la conception des appareils s'est limité à l'amélioration de la productivité et à satisfaire les aspects de sécurité des opérateurs, mais sans réelle considération des besoins agronomiques ni environnementaux.

La fonction principale d'un pulvérisateur, durant la phase de traitement, est de produire des gouttes et de permettre leur transport et leur dépôt sur des cibles (feuilles, grappes). En pratique, ce processus est assez complexe car il fait intervenir de nombreux paramètres liés au matériel (conception générale, buses ou diffuseurs, assistance d'air), les conditions de terrain (pente, devers, vitesse d'avancement), la culture (largeur de l'inter-rang, distance à la cible, vigueur), les conditions météorologiques (température, humidité, vent) et, quelquefois, le type de bouillie (physico-chimie, volatilité). Peu d'études ont traité du rendement global d'une application (bilan massique) mais les quelques études existantes ont identifié de grandes disparités selon les situations (**Figure 1**).

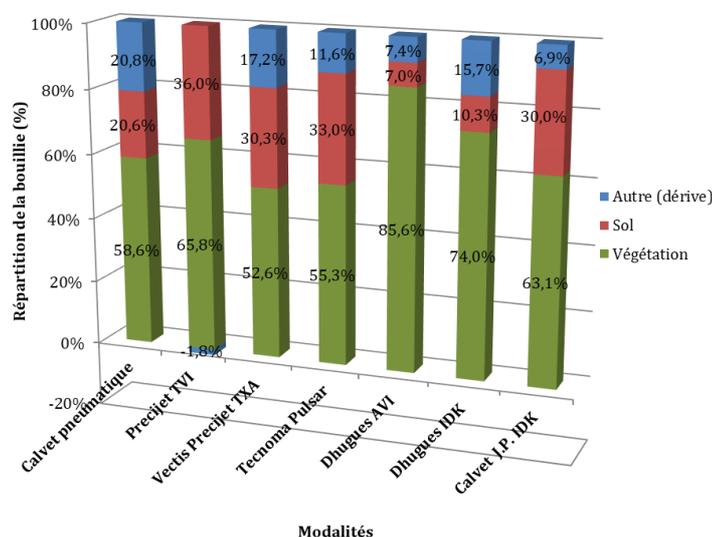


Figure 1. Bilan masse d'une application phytosanitaire en viticulture (données UMT Ecotech)

La recherche de l'efficacité des applications pose ainsi deux questions principales : *i)* quels sont les déterminants de l'efficacité des pulvérisateurs et *ii)* quels sont les moyens pour les évaluer ?

1- Déterminants de l'efficacité d'application

En l'absence de cahier des charges plus précis, les bases de l'efficacité peuvent être définies comme : *i)* une maximisation des dépôts sur les cibles et, *ii)* la minimisation des pertes au sol dans la parcelle et en dérive (pertes en dehors de la parcelle traitée).

1.1 L'efficacité c'est maximiser les dépôts sur les cibles

Les préoccupations en terme de performance de dépôt des appareils de pulvérisation viticoles ont été initiées il y a un peu plus de 10 ans partant du constat de la difficulté de comparaison de cette performance au champ. En effet, les nombreuses sources de variabilité de la végétation s'expliquent par des différences d'architecture entre cépages et une croissance de la vigne conduisant à une surface foliaire très évolutive durant la saison (**Table 1**) et rendent les comparaisons de dépôt au champ assez difficiles.

Table 1. Variabilité de la surface foliaire au cours du temps (d'après M. Djouhri, 2022)

	March/April	May/June
Growth stage * (BBCH growth scale)	Early stage (19)	Developed stage (57)
Canopy height (m)	1.43	2.0
Minimum leaves wall height (m)	0.50	0.40
LAI of the field	1	3
LAI of vine rows [#]	7,8	10,7
Vine row width (m)	0.32	0.70
Leaf width (m)	0.12	
Leaf angle (°) with respect to the horizontal direction	75	

* According to BBCH scale of vine phenological stages, at the 1st growth stage (19) the vines have only few leaves (9 or more) while at the 5th growth stage their development reached its maximum (Inflorescences fully developed)

[#] The LAI of vineyard rows is calculated as a function of field LAI, rows spacing, width and height, and leaf wall starting.

Dépôts au champ selon la densité foliaire :

Lorsque l'on mesure les dépôts de pulvérisation au vignoble, les quantités collectées sur le feuillage sont liées au nombre de feuilles capables de capter la bouillie. Les quantités collectées sont également corrélées à l'indice de surface de mur de feuille (Leaf Wall Area ou LWA donné en m² par ha) avec toutefois des différences liées à la typologie de pulvérisateur comme illustré dans la **figure 2** suivante (Grella et al., 2022).

À noter que le LWA est inversement proportionnel à la largeur de l'inter-rang; pour une végétation de même vigueur, les valeurs de LWA en vigne étroite sont par conséquent majorées.

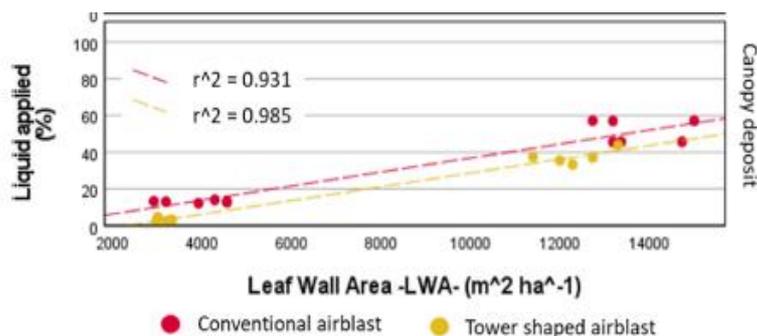


Figure 2. Evolution of canopy deposition according to Leaf Wall Area (m^2ha^{-1}) (d'après Grella *et al.*, 2022)

Dépôts normalisés par unité de surface de feuille :

Lors de la mesure des dépôts de pulvérisation sur le feuillage, il est possible de normaliser ces dépôts par unité de surface de feuille, en exprimant les dépôts en μg de traceur pulvérisé par cm^2 .

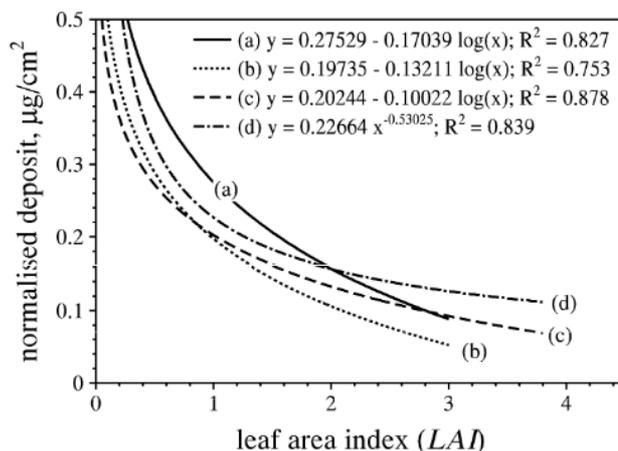


Figure 3. Dépôts normalisés en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ en fonction du LAI pour différentes cultures **a)** vigne, 90 tests avec des pulvérisateurs récents (2001-02), Siegfried *et al.* (2005); **b)** vigne, 163 tests avec des pulvérisateurs anciens (1999-2000), Siegfried *et al.* (2005); **c)** Pommes, 102 tests, Rüegg *et al.* (2001); **d)** vigne, 42 tests (1993-2005), Pergher (2007) d'après Pergher & Petris, 2008.

Ainsi, le même volume par hectare appliqué (ou la même quantité de traceur appliqué par ha) sur une vigne en début ou en fin de végétation va entraîner des dépôts normalisés qui varient dans un rapport de 1 à 6. Les critères de stade phénologique, de surface foliaire et de technologies d'application seront donc à considérer pour l'évaluation de la performance des appareils.

1.2 L'efficacité, c'est également limiter les pertes au sol et les pertes en dérive

Les pertes au sol dans la parcelle ont deux causes possibles : i) une mauvaise orientation des diffuseurs ou buses et, ii) une taille de goutte supérieure à $400 \mu\text{m}$ qui peut entraîner du ruissellement des feuilles.

Les pertes par dérive sont au départ des pertes aériennes qui entraînent une contamination de l'environnement en dehors de la parcelle traitée.

Ces deux types de pertes sont illustrés par la **figure 4** suivante :

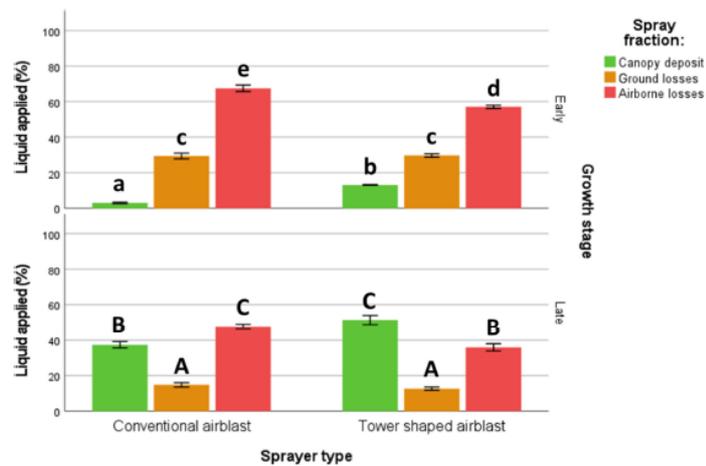


Figure 4. Evolution des pertes (sol – air) pour deux pulvérisateurs à deux stades végétatifs différents. D'après Grella et al., 2022.

2- Les moyens d'évaluer les indicateurs de performance

2.1 Les mesures au champ

Les mesures au champ constituent le moyen le plus courant pour réaliser ces mesures même si elles sont lourdes à mettre en œuvre, dépendent des conditions météorologiques. Dans le cas de Grella et al. (2022), un portique a été imaginé autour d'un rang de vigne afin d'évaluer l'ensemble des compartiments du bilan masse.

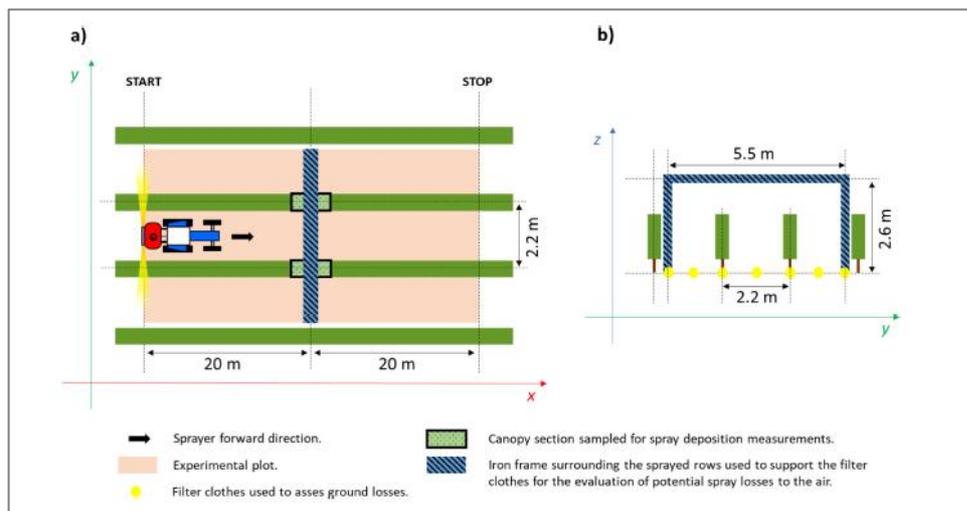


Figure 5. Dispositif expérimental utilisé au champ pour l'évaluation du bilan masse. D'après Grella et al., 2022.

De manière similaire, une norme internationale ISO 22866 (2005) décrit la procédure et les conditions de validation des essais pour réaliser des mesures de dérive (aérienne ou sédimentaire) au champ. Les fortes contraintes liées à la force et la direction du vent rendent la réalisation de ces essais très aléatoires et nécessitent un nombre important d'essais afin de stabiliser des valeurs avec des conditions de vent variables.

2.2. Les mesures en situation artificielle et/ou semi-contrôlées

Un projet emblématique de l'UMT Ecotech a consisté à développer et valider une méthodologie d'évaluation de la performance d'application sous forme de dépôts. Ce projet donne lieu aujourd'hui à une classification volontaire des appareils viticoles connue sous le nom de Performance Pulvé. (<http://www.performancepulve.fr/>). Sur le fondement posé en viticulture, une classification similaire est développée aujourd'hui pour l'arboriculture.

Ce projet a permis de développer des collaborations européennes notamment avec des équipes de recherche espagnoles, italiennes et allemandes.

Une autre étude plus ancienne a utilisé une « cage » constituée de fils polyéthylène afin d'évaluer les pertes aériennes autour (**Figure 6**).

La réalisation de mesures de dérive en situation contrôlée est possible avec des souffleries, malheureusement, il n'est pas possible de tester un appareil entier. Ainsi, le deuxième projet emblématique de l'UMT Ecotech a consisté à développer un générateur de vent (EoleDrift) permettant de générer des conditions vent semi contrôlées pour le test de routine de la dérive de pulvérisateurs.

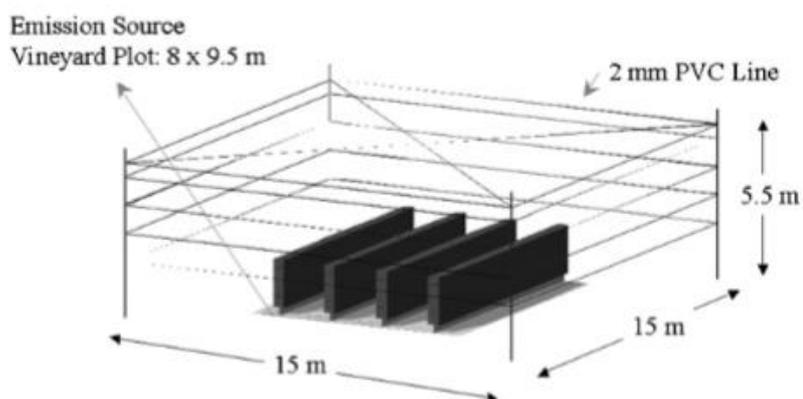


Figure 6. Evaluation des apertes aériennes. D'après Gil *et al.*, 2007.

2.3 La modélisation

La pulvérisation en viticulture a longtemps été absente des travaux de modélisation, plus orientés vers les cultures basses ou l'arboriculture (Chahine, 2011). Très récemment un modèle innovant a été développé (ADDI Spray Drift) qui intègre l'ensemble du processus : description des conditions d'émission, interception par la végétation et dépôts potentiels au sol (dans et en dehors de la parcelle) et interception aérienne par des personnes présentes.

Conclusion

La pulvérisation joue un rôle majeur dans la performance d'application avec de nombreuses sources de variabilité. Les récents travaux d'évaluation de leur performance réalisée au sein de l'UMT Ecotech portent sur la capacité des matériels à améliorer le dépôt sur les cibles et sur la limitation de la dérive, première étape de l'évaluation plus globale d'un bilan massique plus exhaustif.

Références

- Chahine, A., (2011). Modélisation de la dispersion aérienne de pesticides des échelles locales aux échelles régionales, influence des aménagements et quantification des niveaux d'exposition. Thèse.
- Cheraïet, A., Naud, O., Carra, M., Codis, S., Taylor, J., (2022). Evaluation of the distribution of spray deposits within a vine canopy from measurements on artificial targets and real leaves. *Oeno One* Vol. 56 No. 4.
- Cheraïet, A., Codis, S., Lienard, A., Vergès, A., Carra, M., Bastidon, D., Bonicel, J.F., Delpuech, X., Ribeyrolles, X., Douzals, J.P., Lebeau, F., Taylor, J., Naud, O., (2024) EvaSprayViti: a flexible testing facility for comparative assessment of the 3D deposition efficiency of vineyard sprayers at multiple growth stages. accepté avec révision *Biosystem Engineering*.
- Djoughri, M. (2022). Modélisation des processus de distribution et de dérive des pesticides lors de la pulvérisation et de leur contribution à l'exposition des passants : illustration en viticulture. Thèse.
- Gil, Y., Sinfort, C., Brunet, Y., Polveche, V., Bonicelli, B., (2007). Atmospheric loss of pesticides above an artificial vineyard during air-assisted spraying. *Atmospheric Environment*. 41. 2945-2957.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.12.019>
- Grella, M., Marucco, P., Oggero, G., Manzone, M., Gioelli, F.S., Balsari, P. (2022). Environmental Evaluation of Vineyard Airblast Sprayers Through a Comprehensive Spray Mass-Balance Approach. In: Biocca, M., Cavallo, E., Cecchini, M., Failla, S., Romano, E. (eds) *Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems. SHWA 2020. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 252. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98092-4_39
- Pergher, G. & Petris, R. (2008). Pesticide Dose Adjustment in Vineyard Spraying and Potential for Dose Reduction. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. X.