



HAL
open science

EoleDrift – Development of a drift measurement method dedicated to vineyard sprayers

Adrien Verges, Benoit Ruelle, Sébastien Codis, Olivier Naud, Jean-François Bonicel, David Bastidon, Xavier Ribeyrolles

► To cite this version:

Adrien Verges, Benoit Ruelle, Sébastien Codis, Olivier Naud, Jean-François Bonicel, et al.. EoleDrift – Development of a drift measurement method dedicated to vineyard sprayers. *Innovations Agronomiques*, 2021, 82, pp.125-135. 10.15454/gtm0-by48 . hal-03444523

HAL Id: hal-03444523

<https://hal.inrae.fr/hal-03444523v1>

Submitted on 23 Nov 2021

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

EoleDrift - Développement d'une méthode de mesure de la dérive dédiée au matériel de pulvérisation viticole

Vergès A.¹, Ruelle B.², Codis S.¹, Naud O.², Bonicel J.F.², Bastidon D.², Ribeyrolles X.²

¹ IFV (UMT EcoTech), F-34196 Montpellier

² INRAE (UMT EcoTech), F-34196 Montpellier

Correspondance : adrien.verges@vignevin.com

Résumé

Le projet EoleDrift a permis de développer une nouvelle méthode de mesure de la dérive de pulvérisation, qui vise à comparer les performances des pulvérisateurs viticoles en matière de réduction de dérive. Par rapport aux méthodes qui existaient avant le début du projet (norme ISO 22 866 : 2005), la méthode développée est beaucoup moins lourde à mettre en œuvre et permet d'obtenir une meilleure répétabilité des mesures. Cette nouvelle méthode repose sur l'utilisation d'un vent artificiel généré par une soufflerie, dimensionnée et construite dans le cadre du projet. Le vent artificiel ainsi obtenu souffle perpendiculairement à quatre rangs de vigne artificielle tandis que la dérive générée lors du « traitement » de ces quatre rangs de vigne, avec une solution chargée en traceur, est collectée sous le vent, à 7,5 mètres du dernier rang. L'ensemble de ces éléments constitue le banc d'essai appelé EoleDrift.

Mots-clés : Banc d'essai, agroéquipements, produits phytosanitaires, protection des cultures.

Abstract: EoleDrift – Development of a drift measurement method dedicated to vineyard sprayers

The EoleDrift project developed a new method for measuring spray drift making it possible to compare the drift reduction performance of vineyard sprayers. Compared to the methods that existed before the start of the project (ISO 22 866 standard), the developed method is much less cumbersome to implement and provides better repeatability of measurements. This new method is based on the use of an artificial wind generated by a vertical wall of fans, sized and built as part of the project. The artificial wind thus obtained blows perpendicularly to four rows of artificial vines while the drift generated during the "treatment" of these four rows of vines, with a solution loaded with tracer, is collected downwind, 7.5 meters from the last row. Taken together, these elements make up the test bench called EoleDrift.

Keywords: Test bed, agricultural equipment, plant protection products, crop protection.

Introduction

La dérive de produits phytosanitaires lors des applications par pulvérisation est l'une des causes des risques de contamination des différents compartiments de l'environnement par les produits phytosanitaires (notamment les eaux de surface, l'air, la végétation en périphérie des parcelles, les lieux fréquentés par des personnes en périphérie des parcelles). A ce titre, des dispositions réglementaires successives ont été prises pour prévenir ce risque de contamination. Ces dispositions instaurent notamment des zones non traitées (ZNT) : il s'agit de bandes de largeur variable sur la partie des parcelles agricoles qui jouxte les zones sensibles. Les textes réglementaires prévoient la possibilité pour les agriculteurs de réduire les zones non traitées à condition d'utiliser du matériel reconnu officiellement comme permettant de réduire la dérive.

S'inscrivant dans ce contexte réglementaire, l'enjeu du projet EoleDrift était de développer une méthode de mesure de la dérive permettant de comparer les niveaux de dérive générée par les différentes techniques de pulvérisation utilisées en viticulture. Jusqu'en 2015, la seule méthodologie reconnue et existante pour la mesure de la dérive était celle décrite dans la norme ISO 22 866 : 2005. Cette méthode s'est avérée extrêmement lourde à mettre en œuvre notamment dans le cas des cultures pérennes (viticulture et arboriculture). Faute de pouvoir réaliser suffisamment d'essais, elle a conduit à une situation de blocage où un seul matériel de pulvérisation en viticulture et un seul autre en arboriculture ont été inscrits entre 2007 et 2010 sur la liste officielle des moyens de réduction de la dérive alors même que les experts du sujet pressentaient l'existence d'autres solutions techniques pertinentes.

La variabilité du vent naturel (influant fortement sur les mesures) et les difficultés pour le prévoir apparaissaient comme la principale contrainte à la mise en œuvre de la méthode de mesure de la dérive décrite dans la norme ISO 22 866 : 2005. En effet, celle-ci exige des conditions de vent bien particulières pour valider les mesures obtenues, aboutissant à l'attente, parfois infructueuse, des conditions propices après l'installation du dispositif expérimental, voire même à l'invalidation *a posteriori* de certains essais. Cette méthode de mesure au champ, présente en outre l'inconvénient d'une faible répétabilité, compte tenu de la variabilité des conditions météorologiques. De plus, l'influence sur les niveaux de dérive de la variabilité des caractéristiques de la végétation (stade de développement) recevant le traitement n'est pas prise en compte.

Partant de ce constat, les partenaires du projet IFV et INRAE, tous deux membres de l'UMT EcoTech, ont construit et mené à bien un programme d'actions visant à développer une nouvelle méthode de mesure de la dérive en viticulture, plus facile à mettre en œuvre et reposant sur l'utilisation d'un vent artificiel et d'une végétation artificielle. Pour dimensionner la soufflerie nécessaire à la production du vent artificiel, les partenaires se sont appuyés sur l'expertise du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), retenu comme prestataire pour évaluer, via une modélisation des champs de vent générés, l'intérêt de plusieurs scénarios de soufflerie. À la suite de cette étude, la soufflerie a été construite et les premières mesures de dérive ont été effectuées.

1. Caractéristiques techniques du banc d'essai EoleDrift construit

1.1 Principe de la mesure de dérive sur le banc d'essai EoleDrift

La Figure 1 ci-dessous, est un schéma en vue de dessus du banc d'essai EoleDrift développé pendant ce projet. La méthode de mesure mise en œuvre est proche de celle décrite dans la norme ISO 22 866 : 2005. Elle s'en distingue en deux points : la mise en œuvre d'un vent artificiel et d'une végétation artificielle. Ces essais se déroulent à l'extérieur, lors de journées où les courants d'air naturels sont de faible intensité de sorte que les perturbations soient les plus faibles possible.

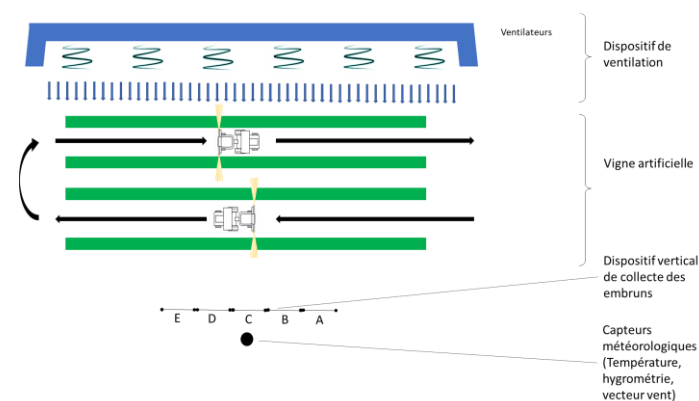


Figure 1 : Représentation schématique de l'organisation du banc d'essai EoleDrift en vue de dessus

Comme le montre la Figure 1, le principe de la mesure de dérive sur le banc d'essai EoleDrift développé dans le cadre de ce projet est le suivant :

- Le vent artificiel produit par la soufflerie est établi perpendiculairement aux rangs de vigne artificielle ;
- Un « traitement » avec une bouillie chargée en traceur fluorescent est réalisé sur l'ensemble des 4 rangs de vigne artificielle avec la technique de pulvérisation testée ;
- La dérive générée lors de ce « traitement » est collectée par des fils horizontaux préalablement installés conformément au mode de collecte de la dérive aérienne préconisé dans la norme de mesure au champ ISO 22 866 : 2005 ;
- Dans les 20 minutes qui suivent le passage du pulvérisateur, les fils sont récoltés et placés à l'obscurité pour prévenir la dégradation de la fluorescence du traceur ;
- La quantité de traceur déposée sur les fils est dosée au laboratoire dans les 2 jours qui suivent la pulvérisation, ainsi que la concentration en traceur d'un échantillon de bouillie pulvérisée prélevé le jour de l'essai ;
- Deux anémomètres 3D placés à 3 m de hauteur sont utilisés. Le premier est situé au niveau du dispositif de collecte et le second est situé à proximité de l'aire expérimentale dans la zone non soumise au vent artificiel.

La Figure 2 ci-dessous est une photographie du banc d'essai EoleDrift. La soufflerie composée de 25 ventilateurs est située à l'arrière-plan tandis que 4 rangs de vigne artificielle en conformation de début de végétation sont installés perpendiculairement à la direction de soufflage. Au premier plan apparaît l'un des deux mâts équipés d'un système de poulie permettant de hisser les fils collecteurs de dérive à la hauteur voulue.



Figure 2 : Photographie du banc d'essai EoleDrift avec la végétation artificielle en conformation « début de végétation »

1.2 Conditions de vent régnant sur le banc d'essai EoleDrift

1.2.1 Construction du banc d'essai : cahier des charges fonctionnel d'une soufflerie adaptée aux mesures de dérive

L'une des principales difficultés à la réalisation de mesures de dérive au champ est liée à la variabilité du vent naturel et à son caractère imprévisible. Il s'est donc agit dans le cadre de ce projet de

s'affranchir de cette contrainte. L'objectif était de produire, en extérieur et en absence de vent naturel, un vent artificiel adéquat aux mesures de dérive et reproductible.

La norme ISO 22 866 : 2005 a été utilisée comme référence pour définir les conditions de vent adéquates aux mesures de dérive. La norme considère les mesures de dérive comme valides si plusieurs conditions relatives au vent sont respectées. Pendant la durée de l'essai, les conditions de vent régnant à 1 m au-dessus de la végétation traitée et à au moins 2 m au-dessus du sol, doivent être enregistrées avec une fréquence minimale de 1 Hz. La mesure de dérive est considérée comme valide si les conditions suivantes sont respectées par l'enregistrement des conditions de vent au moment de la pulvérisation du traceur :

- Au plus 10% des mesures de vent de l'enregistrement ont une intensité strictement inférieure à 1 m.s^{-1} ;
- La direction moyenne du vent sur la durée de l'enregistrement doit être à $90^\circ \pm 30^\circ$ par rapport au passage de pulvérisation ;
- Au plus 30% des mesures de vent s'écartent de plus de 45° par rapport à la perpendiculaire au passage de pulvérisation.

Le vent produit par la soufflerie qu'il s'agissait de développer devait donc répondre à ces trois critères sur l'ensemble de la zone comprise entre la soufflerie et le dispositif de collecte de la dérive. Ces informations ont été transmises au CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), choisi comme prestataire pour réaliser une étude aéroulque étudiant plusieurs scénarios de soufflerie.

1.2.2 Choix d'une soufflerie adéquate grâce à une étude aéroulque

Des simulations numériques décrivant le champ de vent régnant entre la soufflerie et la zone de collecte ont été réalisées par le CSTB pour plusieurs scénarios de soufflerie. C'est finalement le scénario du soufflage plutôt que les scénarios pour lesquels le dispositif de ventilation était placé à l'aspiration qui a été choisi. En effet, la modélisation a démontré qu'avec ce scénario le plus simple à mettre en œuvre car ne nécessitant pas de construire des parois guidant l'air, il était possible d'obtenir un vent artificiel compatible avec les mesures de dérive selon la norme ISO 22 866 : 2005 jusqu'à plus de 10 mètres après le dernier rang de vigne traité (4 rangs de vigne artificielle avec 2,5 mètres d'inter-rang étaient prévus dans les scénarios). Un dispositif soufflant à l'air libre et perpendiculairement aux rangs de vigne est donc adéquat pour la conduite de mesures de dérive selon la norme ISO 22866 : 2005.

La Figure 3 (CSTB) ci-après représente le champ de vent modélisé pour le scénario de soufflerie retenu et pour deux modalités de porosité de la végétation artificielle mimant deux stades de développement de la végétation. La légende « vitesse adimensionnée » (V_{ad}) utilisée dans cette représentation correspond à la proportion de la vitesse initiale du vent en sortie de ventilateur présente en un point donné.

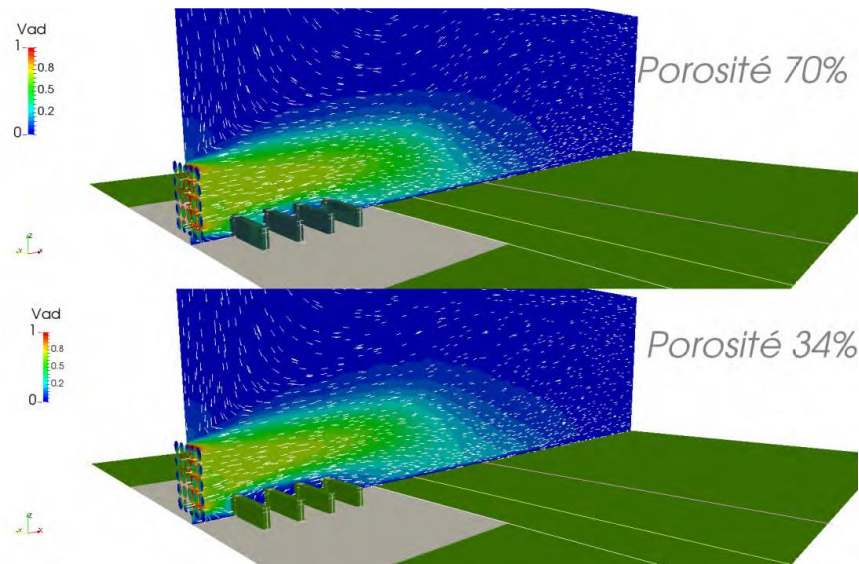


Figure 3 : Comparaison des champs de vitesse adimensionnée pour deux porosités de végétation sur un plan transversal aux rangs de vigne dans l'axe des ventilateurs (Figure fournie par le CSTB sur la base de simulations numériques)

1.2.3 Conditions de vent générées par le dispositif de ventilation construit

Lors de la réalisation de chacune des modalités d'essais, des enregistrements des conditions de vent régnant au niveau du dispositif de collecte et hors de la zone soumise à l'influence du dispositif de soufflage sont simultanément réalisés. Pour un essai donné pris en exemple, les « vecteurs vent » résultants (moyenne des vecteurs mesurés au cours de l'enregistrement correspondant à un essai) ont été représentés dans la Figure 4 ci-dessous. En bleu figure le vecteur vent mesuré sur l'anémomètre de la zone non soumise au vent artificiel (conditions naturelles) et en orange celui mesuré par l'anémomètre placé au niveau du dispositif de collecte. Ces mesures seront aussi mobilisées pour définir les conditions de vent naturel acceptables pour la réalisation des essais.

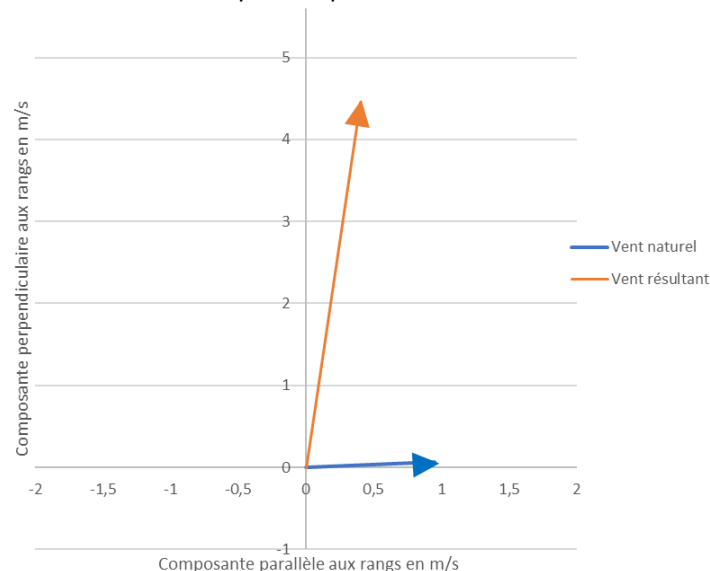


Figure 4 : Vecteurs vent moyens mesurés pendant un essai de mesure de dérive au niveau du dispositif de collecte de la dérive (orange) et hors de la zone soumise à l'influence du mur de vent (bleu)

Il apparaît sur cet exemple que malgré la présence d'un vent naturel latéral de faible intensité ($\approx 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), la soufflerie EoleDrift a permis d'obtenir un vent moyen de direction et d'intensité qui semble convenir à la mesure de dérive.

Le Tableau 1 apporte plus de détails sur la conformité des conditions de vent enregistrées lors de différents essais avec les critères mentionnés dans la norme ISO 22 866 : 2005.

Tableau 1 : Récapitulatif des valeurs des indicateurs décrivant le vent pendant les essais de mesure de la dérive menés pendant le projet EoleDrift (NB : un problème technique a empêché l'enregistrement des conditions de vent pendant certains essais)

Essai	Vitesse moyenne du vent (m.s ⁻¹) au niveau de la zone de collecte	Direction de la somme vectorielle (en ° par rapport à la direction du soufflage)	Proportion en % de vecteurs vent ayant une intensité supérieure à 1 m.s ⁻¹	Proportion en % de vecteurs vent s'écartant de moins de 30° de la direction du soufflage	Conformité des conditions de vent vis-à-vis des seuils de la norme ISO 22 866
1	5	357	100	96	Oui
2	4,5	1	100	88	Oui
3	5,5	359	100	95	Oui
4	5	0	100	93	Oui
5	5,5	1	100	99	Oui
6	4,5	5	99	89	Oui
7	3	352	98	82	Oui
8	2	233	92	43	Non

Parmi les huit essais de mesure de la dérive durant lesquels les conditions de vent ont pu être enregistrées, sept ont été réalisés dans des conditions de vent conforme aux exigences de la norme ISO 22 866 : 2005. L'un de ces huit essais s'est déroulé dans des conditions de vent non conformes car les courants d'air naturels qui régnaient à ce moment là perturbaient le vent artificiel produit.

1.3 Description de la vigne artificielle du banc d'essai EoleDrift

Outre la soufflerie, le banc d'essai EoleDrift met en œuvre une végétation artificielle mimant quatre rangs de vigne. Il s'agit de la même végétation artificielle que celle mise en œuvre sur le banc d'essai EvaSprayViti (développé par l'UMT EcoTech afin de comparer les profils de dépôts de pulvérisation) présenté dans Codis *et al.* (2013). Cette vigne artificielle est une structure métallique constituant un gabarit autour duquel un filet est fixé. Deux dispositions possibles du filet ont été utilisées lors des mesures de dérive, l'une mimant une vigne en pleine végétation l'autre une vigne en début de végétation. Les propriétés aérodynamiques de cette végétation ont été étudiées, sa porosité à l'air est comparable à celle d'un rang de vigne (Roux *et al.*, 2005).

Les Figures 5 et 6 ci-dessous sont des représentations schématiques d'un module de vigne artificielle utilisé lors des mesures de dérive sur le banc d'essai EoleDrift à chacun des deux stades de développement (début et pleine végétation).

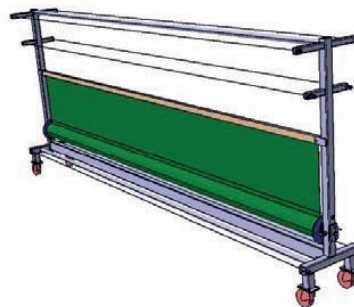


Figure 5 : Représentation d'un module de vigne artificielle mis en œuvre sur le banc d'essai EoleDrift dans sa conformation de début de végétation

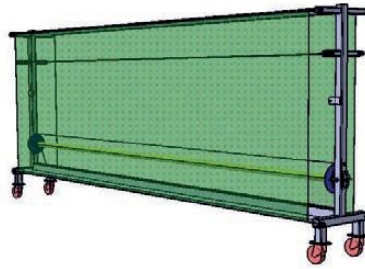


Figure 6 : Représentation d'un module de vigne artificielle mis en œuvre sur le banc d'essai EoleDrift dans sa conformation de pleine végétation

Lors des mesures de dérive, 4 rangs de 10 mètres de long espacés de 2,5 mètres sont mis en œuvre. Chaque rang est composé de deux modules de 5 mètres de long.

Quelle que soit la technique de pulvérisation mise en œuvre lors de la mesure de dérive, l'ensemble des quatre rangs de vigne artificielle est « traité ». Pour chaque technique de pulvérisation, on mesure donc la dérive générée lors du traitement de la totalité de cette parcelle artificielle standard ce qui permet de placer les différentes techniques de pulvérisation sur un pied d'égalité.

1.4 Méthode de collecte des embruns de dérive

1.4.1 Dispositif de collecte

Le dispositif de collecte met en œuvre deux mâts de 6 mètres de haut équipés d'un système de poulie permettant à deux opérateurs de hisser les fils de collecte horizontaux tendus entre ces deux mâts. Ces fils sont disposés tous les 50 cm de haut sur un plan vertical, à l'image des barreaux d'une échelle, sur 6 m de haut (12 fils au total). Les fils de collecte ont une longueur de 5 mètres. Les fils de collecte sont de type « conduite en polyéthylène » tel que cela est mentionné dans la norme ISO 22 866 : 2005. Le diamètre des fils est de 2 mm.

1.4.2 Récolte des fils à l'issue de la pulvérisation

A l'issue de la pulvérisation, chaque fil est découpé en 5 sections d'un mètre chacune, numérotées de A à E. Chaque section est placée dans une boîte étiquetée. Les boîtes sont regroupées dans un coffre permettant de les placer à l'obscurité. Il est en effet important d'isoler le traceur déposé sur les fils de collecte des rayons ultraviolets de la lumière naturelle qui sont réputés accélérer la dégradation de sa fluorescence. L'opération de récolte des fils de collecte est effectuée dans les 20 minutes qui suivent la fin de la pulvérisation.

1.5 Enregistrement des conditions météorologiques au moment des essais

Pendant la pulvérisation du traceur, deux anémomètres 3D permettent l'enregistrement en temps réel du vent. Les 3 dimensions des vecteurs vent sont enregistrés à la fréquence de 30 Hz. Un anémomètre est placé en dehors de la zone d'influence du dispositif Eoledrift, afin de pouvoir évaluer le vent naturellement présent au moment de l'essai. Un second anémomètre est placé dans la zone d'influence du dispositif EoleDrift, 1 m derrière les fils de collecte. Cette seconde mesure permet d'évaluer le vent obtenu au sein du dispositif. Ces enregistrements permettent de vérifier la conformité des conditions de vent obtenues aux critères indiqués dans de la norme ISO 22866.

1.6 Réalisation de la pulvérisation, maîtrise de la dose appliquée

La bouillie pulvérisée est préparée à la concentration approximative de 1 g/L le matin même de l'essai afin de limiter le risque de dégradation du traceur une fois mis en solution. Le traceur utilisé est la

« Brillant Sulfo Flavine » (BSF), traceur fluorescent ayant un seuil de détection adéquat aux mesures de dérive.

Le débit de chacun des diffuseurs (buses, mains ou canons) du pulvérisateur est mesuré avant chaque expérience.

Un échantillon de la bouillie pulvérisée est prélevé avant chaque expérience.

Pendant la pulvérisation, le temps de parcours de pulvérisateur est chronométré afin de contrôler la mise en œuvre de la vitesse d'avancement souhaitée.

Le dosage ultérieur de la concentration en traceur de l'échantillon de bouillie, le débit et la vitesse d'avancement mesurés permettent de calculer la dose de traceur pulvérisée pendant l'essai, donnée indispensable au calcul de la dérive (étant une proportion de la dose épandue).

1.7 Dosages de traceur au laboratoire

Tous les échantillons relatifs à une même mesure (fils de collecte et bouillie mère) sont analysés le même jour de manière à éviter qu'une évolution de la fluorescence du traceur dans le temps n'induisse un biais entre les échantillons analysés à des dates différentes.

Le dosage du traceur déposé sur les fils de collecte consiste à remettre ce dernier en solution dans un volume de dilution connu. Après introduction du volume d'eau déminéralisée souhaité au contact du fil de collecte et agitation de l'ensemble, un prélèvement de la solution obtenue est effectué afin de remplir une cuvette pour mesurer l'intensité de fluorescence au spectrofluorimètre. L'intensité de fluorescence est alors lue à l'aide d'un fluorimètre LS 45 (Perkin Elmer, USA) à la longueur d'onde de 500 nm après excitation à 450 nm.

Le même jour, une courbe d'étalonnage est effectuée à partir d'un échantillon de bouillie mère prélevé au moment de l'essai et ayant subi le même stockage et la même exposition à la lumière. Cette courbe permet d'établir la relation entre fluorescence et concentration de façon précise, en tenant compte de la potentielle décroissance du signal de fluorescence au cours du temps.

1.8 Tableau récapitulatif des modalités de techniques de pulvérisation testées

Le Tableau 2 ci-dessous récapitule et décrit les toutes premières modalités de techniques de pulvérisation testées à la fin du projet EoleDrift une fois le mur de vent développé. Deux techniques de pulvérisation et deux stades de développement de la végétation ont été mis en œuvre.

Tableau 2 : Récapitulatif des modalités de techniques de pulvérisation testées dans le cadre du projet EoleDrift

Type de pulvérisateur	Stade végétatif	Buses utilisées	Nombre de répétitions
Voûte pneumatique	Pleine végétation	Pas de buses - Diffuseurs pneumatique	3
	Début de végétation	Pas de buses - Diffuseurs pneumatiques	6
Aéroconvecteur axial	Début de végétation	Buses à turbulence à injection d'air	1
		Buses à turbulence classiques	1

Le premier appareil testé est de type voûte pneumatique. Ce type de pulvérisateur représente 70 à 80% du parc de pulvérisateurs en service dans le vignoble large (inter-rang supérieur à 1,5 mètre), il est donc représentatif des pratiques actuelles. Le niveau de dérive constaté lors des applications réalisées

avec ce type de matériel peut donc être interprété comme le niveau de référence par rapport auquel des progrès devront être recherchés.

Le deuxième pulvérisateur testé est un aéroconvecteur axial, les buses sont disposées en périphérie du ventilateur, projetant de la bouillie de manière radiale sur un plan perpendiculaire à l'axe du pulvérisateur. Ce type d'appareil, conçu pour l'arboriculture, est également utilisé en viticulture, notamment dans les exploitations mixtes viticulture / arboriculture. Ce type de pulvérisateur, à jet porté, est équipé de buses. Des mesures de dérive ont été effectuées uniquement au stade de début de végétation lorsque l'appareil était équipé de buses à injection d'air (antidérive) (1 répétition) ou de buses classiques (1 répétition).

Pour ce qui concerne la voûte pneumatique, les essais ont été réalisés à deux différents stades de développement de la végétation mimés par la vigne artificielle EvaSparyViti.

2. Résultats : les premières mesures de dérive effectuées sur le banc d'essai EoleDrift

2.1 Comparaison des profils de dérive obtenus pour deux matériels aux caractéristiques contrastées.

La Figure 7 présente les profils de répartition de la dérive sur la hauteur, mesurés pour trois modalités d'essais sur le banc EoleDrift en conformation début de végétation.

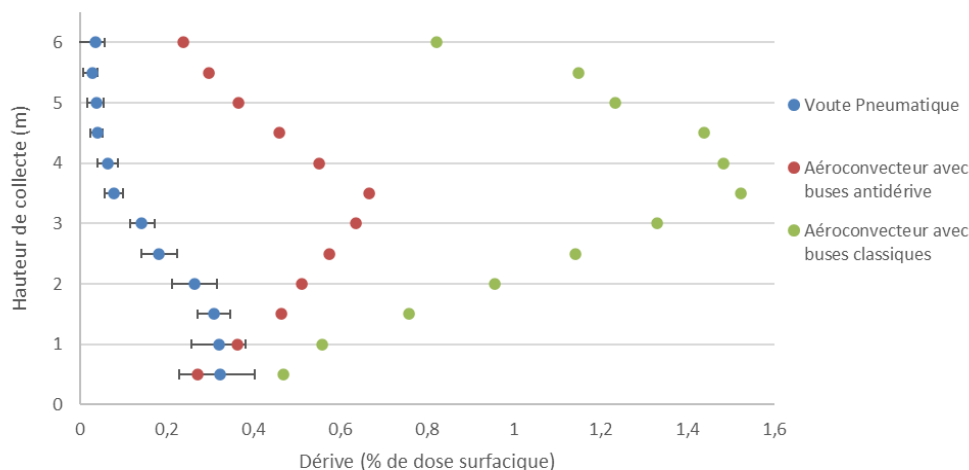


Figure 7 : Dérive de pulvérisation en fonction de la hauteur de collecte pour différentes modalités de techniques de pulvérisation testées sur le banc d'essai EoleDrift en conformation début de végétation. Les barres d'erreur de la série voûte pneumatique ont été calculées à partir des 6 répétitions de mesure (les barres d'erreur inhérentes aux autres techniques de pulvérisation testées n'ont pas pu être calculées par manque de répétitions de mesure).

Il apparaît à la vue de ces résultats que les profils de dérive générée par la voûte pneumatique et l'aéroconvecteur sont très différents. En effet, alors qu'avec la voûte pneumatique la dérive est d'autant plus forte que le collecteur est proche du sol, la dérive générée par l'aéroconvecteur est maximale à 3,5 mètres au-dessus du niveau du sol et décroît de part et d'autre de cette hauteur. Cette forme de profil de dérive est cohérente avec celle observée dans la littérature pour un aéroconvecteur axial (Cross *et al.*, 2001).

Dans ces conditions d'essai, la dérive générée par l'aéroconvecteur est plus importante que celle générée par la voûte pneumatique : elle est 3 fois plus importante avec les buses antidérive et 7 fois plus importante avec les buses classiques. Ce résultat est cohérent avec ceux obtenus précédemment sur le banc d'essai EvaSparyViti, montrant une part de produit déposée sur la végétation souvent moins importante avec les aéroconvecteurs qu'avec les voûtes pneumatiques en début de végétation (Vergès *et al.*, 2017).

Enfin, les résultats obtenus montrent que dans ces conditions d'essai, la dérive est 2,4 fois plus importante avec les buses classiques qu'avec les buses antidérive. Ces observations sont cohérentes avec le fait que les buses à injection d'air permettent une réduction de la dérive (Douzals *et al.*, 2018).

2.2 Répétabilité des mesures de dérive moyenne

Le Tableau 3 présente les coefficients de variation des répétitions de mesure de la dérive moyenne sur le banc d'essai EoleDrift pour deux modalités d'essais (début et pleine végétation avec une voûte pneumatique).

Tableau 3 : Coefficient de variation de répétitions de mesures de dérive moyenne sur le banc d'essai EoleDrift pour deux modalités de techniques de pulvérisation

Appareil	Stade végétatif	Nombre de répétitions de mesure	Coefficient de variation de la dérive moyenne mesurée à chaque répétition
Voûte pneumatique	Pleine végétation	3	20,9 %
	Début de végétation	6	25,6 %

Les coefficients de variation obtenus lors de répétitions de mesure de dérive moyenne sur le dispositif EoleDrift pour ces deux modalités d'essais sont compris entre 20 et 26 %. Ces ordres de grandeurs montrent une amélioration de la répétabilité de mesure par rapport aux mesures de dérive menées à la vigne où les coefficients de variation sur les niveaux de dérive mesurée étaient compris entre 30 et 50 %. De plus, ces ordres de grandeur sont cohérents avec ceux obtenus par Sinfort *et al.* (2009). Ce premier résultat souligne l'intérêt du dispositif EoleDrift : avec un effort de seulement 3 répétitions de mesure, des résultats d'une précision équivalente peuvent être acquis avec des conditions d'expérimentation moins difficiles à réunir.

La dérive aérienne de pulvérisation est un phénomène complexe, dans lequel beaucoup d'éléments environnementaux interviennent. Ainsi par exemple, les variations de température peuvent entraîner des modifications de la taille des gouttes et donc de leur trajectoire, dont la modélisation reste complexe (Sinfort *et al.*, 2005). Ainsi, il est probable qu'une incertitude relativement importante soit intrinsèque aux mesures de dérive. Des pistes d'amélioration de cette répétabilité dans le cadre du banc d'essai EoleDrift seront présentées dans les suites et perspectives du projet en examinant chacune des sources d'incertitude de mesure.

Cette moindre répétabilité des mesures de dérive doit être mise en regard des objectifs des mesures de dérive qui sont de discriminer les performances en matière de réduction de dérive des différents pulvérisateurs viticoles proposés sur le marché des agroéquipements. Les mesures préliminaires menées au champ indiquent que les écarts de dérive entre les différentes techniques de pulvérisation sont importants (facteur supérieur à 100 entre un aéroconvecteur et un panneau récupérateur). Ainsi, un coefficient de variation de la mesure de 30% permet de discriminer entre elles les techniques de pulvérisation.

Conclusion

Le projet CASDAR EoleDrift mené en partenariat par INRAE et l'IFV entre 2016 et 2017 a permis de développer une soufflerie adéquate à la réalisation de mesures de dérive aérienne générée par divers pulvérisateurs viticoles. La soufflerie construite dans le cadre de ce projet a été associée à 4 rangs de vigne artificielle (issus du banc d'essai EvaSprayViti de mesure des profils de dépôts sur la végétation) composée de filets ayant une porosité à l'air comparable à celle d'un rang de vigne. Un dispositif de collecte de la dérive aérienne conforme à celui mentionné dans la norme ISO 22 866 : 2005 (qui définit la méthode de référence pour mesurer la dérive au champ), constitués de fils de collecte horizontaux

tendus entre 2 mâts a été construit et installé. L'ensemble de ces éléments constitue le banc d'essai EoleDrift.

A l'issue de la construction du dispositif, des mesures anémométriques ont permis de vérifier que les conditions de vent obtenues au niveau de la zone de collecte de la dérive sont conformes à celles exigées par la norme ISO 22 866 : 2005.

Enfin, les premières mesures de dérive sur le dispositif EoleDrift ont été réalisées en fin de projet. Les résultats obtenus montrent que les profils de dérive mesurée sont comparables à ceux décrits dans la bibliographie. La répétabilité des mesures de dérive a également commencé à être étudiée. A cette étape du développement des méthodes de mesure liées à ce nouveau banc d'essai, elle apparaît comparable à celle obtenue lors de mesures au champ.

Il apparaît également clairement que le temps nécessaire à la réalisation des mesures est considérablement allégé par rapport à celui nécessaire à la réalisation de mesures au champ. Des travaux de développement méthodologique se poursuivent pour établir et figer une méthode standardisée de mesure de la dérive basée sur l'utilisation du banc d'essai EoleDrift. A terme, l'ambition est de faire du banc d'essai EoleDrift un outil de référence pour la classification des pulvérisateurs viticoles en fonction de leurs performances en matière de réduction de dérive.

Références bibliographiques

Norme française, NF ISO 22 866, Novembre 2005, Editée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR). Indice de classement : U 26-142.

Codis S., Bonicel J.F., Diouloufet G., Douzals J.P., Hébrard O., Montegano P., Ruelle B., Ribeyrolles X., Vergès A., 2013. EvaSprayViti: a new tool for sprayer's agro-environmental performance assessment. *Suprofruit* 2013, 23-25.

Cross J., Walklate P., Richardson G.M., 2001. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. *Crop Protection* 20(4), 333-343

Douzals J.P., Alheidary M., Sinfort C., 2018. In situ droplet size measurements in a wind tunnel. Conference: International Advances in Pesticide Application At: Brighton, UK.

Roux P., Herbst A., Richardson G.M., Depech P., 2005. Full-scale measurement of spray-drift from a vineyard sprayer in a controlled wind-tunnel environment. Submitted for publication. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*.

Sinfort C., Cotteux E., Bonicelli B., Ruelle B., 2009. Une méthodologie pour évaluer les pertes de pesticides vers l'environnement pendant les pulvérisations viticoles. *STIC & Environnement*, June 2009, Calais, France. 14 p., 2009.

Sinfort C., Gil Y., 2005. Emission of pesticides to the air during sprayer application: a bibliographic review. *Atmospheric Environment* 39, 5183-5193 DOI: 10.1016/j.atmosenv.2005.05.019

Vergès A., Codis S., Bonicel J.-F., Diouloufet G., Douzals J.-P., Magnier J., Montegano P., Ribeyrolles X., 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, *Suprofruit* 2017.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)