

Optimisation agro-environnementale de la pulvérisation : état des lieux et perspectives

Ce sujet a fait l'objet d'une présentation lors des Entretiens Vigne Vin Languedoc-Roussillon le 6 mars à Narbonne.

Un article d'O. Hébrard, S. Codis, A. Davy, M. Raynal (IFV), J.-P. Douzals, B. Ruelle, V. de Rudnicky et J.-F. Bonicel (Irstea Montpellier).

Introduction

En réponse au constat d'une dégradation progressive de l'environnement, et sous la pression sociale, le contexte réglementaire qui encadre les pratiques agricoles en Europe évolue. Au niveau de la France, ce contexte s'est traduit notamment par la mise en place du plan Eco-phyto 2018, qui se fixe pour objectifs de réduire de 50 % d'ici 2018, si possible, les quantités de produits phytosanitaires utilisés en agriculture. En viticulture, la capacité du matériel à localiser le maximum de bouillie pulvérisée sur la cible et de la manière la plus homogène possible figure parmi les pistes concrètes permettant d'envisager à court et moyen termes la réduction des quantités employées à chaque inter-

différents compartiments de l'environnement lors des applications et la quantité d'effluents phytosanitaires générée.

Jusqu'à présent, il n'existe pas de méthode globale permettant d'évaluer l'aptitude du pulvérisateur à "optimiser" l'utilisation de l'intrant phytosanitaire ni son impact sur l'environnement. Dans le cadre du projet collaboratif Ecosprayviti entre l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) et l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (Irstea, anciennement Cemagref), il s'agit d'évaluer les performances agronomiques et environnementales des différentes techniques de pulvérisation utilisées en viticulture. Cela permettra d'une part de contribuer à l'amélioration des pratiques d'utilisation du parc de pulvérisateurs en service, et d'autre part d'identifier et de promouvoir le développement de matériels qui permettent de réduire significativement les quantités de produits phytosanitaires employés tout en conservant une bonne qualité de traitement. Le projet vise à guider et encourager l'innovation des cons-

la vigne sur une saison, la variabilité de la surface végétale à traiter est très forte. Par exemple, la surface de feuilles d'une vigne étroite (rangs distants de 1,2 m) traitée en pleine végétation sera de l'ordre de 15 fois supérieure à celle d'une vigne large (rangs distants de 2,5 m) traitée en début de végétation.

Pour effectuer ses traitements, le marché propose au viticulteur un très large choix de matériels qu'il peut en outre parfois employer de différentes manières (ex. passage tous les 2, 3, 4 rangs ou quelquefois plus). Il a le choix entre des pulvérisateurs de différentes technologies, pneumatique, jet projeté ou jet porté (i.e. jet projeté avec assistance d'air), qui peuvent être elles-mêmes associées à différentes configurations matérielles : pulvérisation d'une seule face de rang (configuration uniface), des deux faces de rang de manière identique (configuration face par face), ou bien utilisation de panneaux récupérateurs adaptés sur une configuration en face par face. Enfin, le viticulteur a le choix entre de nombreux diffuseurs, en particulier pour les pulvérisateurs en jets porté et projeté où la gamme de types de buses proposées par le marché est très large.

Dans ce contexte réglementaire évolutif, et dans une démarche de limitation des impacts environnementaux de la pulvérisation sans diminution des qualités agronomiques, il est dès lors très difficile pour le viticulteur de s'y retrouver au regard de la variabilité de la surface végétale à traiter sur son domaine et de la variabilité des matériels de pulvérisation actuellement disponibles sur le marché. Comment bien utiliser son matériel, ou quels matériels acheter pour obtenir un traitement satisfaisant tout en limitant le plus possible les pertes environnementales et en maintenant des conditions d'utilisation intéressantes (maniabilité, temps de chantier, consommation...) ? C'est la question à laquelle va tenter de répondre le projet Ecosprayviti en identifiant les combinaisons de matériels de pulvérisation qui permettent de réaliser les meilleures pulvérisations d'un point de vue agronomique et d'un point de vue environnemental, tout en prenant en compte les aspects relatifs aux conditions d'utilisation.

Méthodologie

Jusqu'à ce jour, la plupart des évaluations des performances des différentes technologies de pulvérisa-

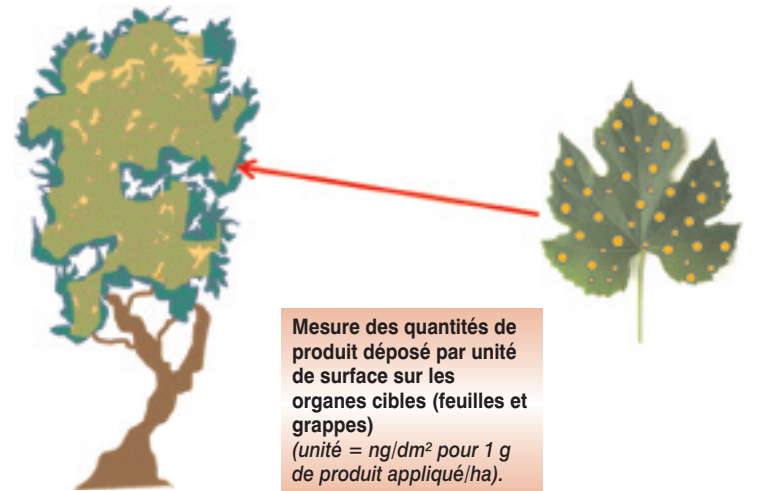


Figure 2 : Indicateur de la performance de la pulvérisation : Mesure par dosage au laboratoire de la quantité de dépôts de produits par unité de surface sur les organes à protéger pour 1 gramme de produit appliqué par hectare.

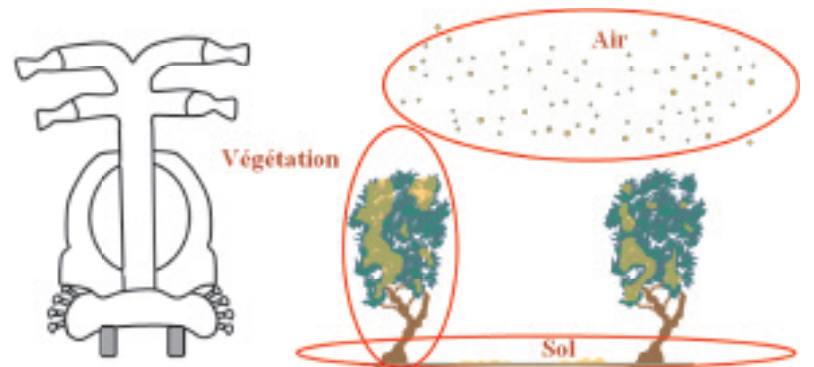


Figure 3 : Evaluation agro-environnementale de la pulvérisation : la connaissance de la surface de feuille (SFT : Surface Foliolaire Totale) permet de dresser un bilan de la répartition du produit dans les trois compartiments : plante, sol et atmosphère.



vention (Codis et Debusson, 2011). Les évaluations de matériels récents de pulvérisation ont démontré que ces pulvérisateurs permettent, par rapport à la génération précédente, d'augmenter la fraction de bouillie efficace et de réduire celle n'atteignant pas le végétal et contaminant par conséquent l'environnement. La conception de l'appareil est tout aussi déterminante que les pratiques sur les risques environnementaux ; elle conditionne notamment les pertes de produits dans les

constructeurs vers le développement d'écotechnologies et à favoriser l'achat de ces écotechnologies par les professionnels en objectivant les possibilités de réduction d'intrants liés à l'emploi d'un matériel donné.

Contexte

Au vignoble, en raison de la variabilité des modes de conduite, d'entretien et de vigueur des parcelles, mais surtout du fait des différents stades végétatifs par lesquels passe

tion ont été réalisées, conformément au protocole défini dans la norme Iso 22522 : 2007 (Iso 2007), par des essais consistant à pulvériser un traceur sur la vigne et à disposer au sein de la végétation des cibles artificielles (cf. figure 1). Ces cibles sont constituées de collecteurs plastiques doubles, de 5 x 4 cm, qui permettent d'échantillonner à la fois le dessus et le dessous des feuilles de vigne (soit 40 cm² au total). Selon les stades végétatifs et les objectifs visés, le nombre de collecteurs est ajusté entre 100 et 540 par essai de matériel. Cette évaluation de la qualité d'application est basée sur le principe selon lequel la quantité de dépôt de traceur par unité de surface sur les collecteurs positionnés sur le ou les rang(s) échantillonné(s) est représentative de la pulvérisation et de la performance de l'application.

Ces essais se déroulent en général en quatre étapes successives : 1) pose des collecteurs dans la végétation selon un protocole précis, 2) réglage du matériel testé (débits, vitesse d'avancement...), 3) pulvérisation et collecte des lots de collecteurs, 4) et enfin, analyse en laboratoire des collecteurs au spectrophotomètre.

Connaissant l'espacement des rangs de la parcelle d'essai, à partir des données mesurées sur le terrain (débit de chaque buse, vitesse d'avancement et concentration de la bouillie en traceur) il est alors possible de calculer la quantité de traceur pulvérisée à l'hectare. L'unité

habituellement choisie pour comparer en valeur absolue les performances de pulvérisation des différents matériels est le nanogramme (ng) de traceur par décimètre carré (dm²) de surface de feuilles, pour 1 gramme (g) de traceur appliqué à l'hectare (ha) : ng/dm² pour 1g/ha. Sur la base de la quantité de produit déposée par unité de surface, la connaissance de la surface de feuilles de la parcelle d'essais permet en outre de calculer la fraction de bouillie efficace, c'est-à-dire la fraction de la bouillie pulvérisée qui atteint la végétation.

De nombreux essais de matériels de pulvérisation correspondant à différentes combinaisons entre les technologies de pulvérisation, les configurations du matériel et le type de diffuseurs ont été réalisés sur des vignes étroites et des vignes larges, en début de végétation et en pleine végétation. Au total, plusieurs dizaines de milliers de collecteurs ont été employés pour ces essais de matériels dans diverses conditions au vignoble.

Dans le cadre de ces essais, des collecteurs ont parfois été déposés à la surface du sol en vue de quantifier précisément les pertes de produits phytosanitaires par unité de surface de sol, permettant ainsi de déterminer par bilan de masse les quantités de bouillie respectivement pulvérisées sur la végétation, sur le sol et dans l'air.



Figure 1 : Collecteur plastique disposé dans la vigne en vue d'évaluer la qualité de la pulvérisation.

→ Suite page 3

Optimisation agro-environnementale de la pulvérisation : état des lieux et perspectives (suite)

Résultats

Les résultats de ces essais ont tout d'abord permis de mettre en évidence une très forte variabilité des quantités de produits déposées par unité de surface de feuilles, allant approximativement de 50 à 700 ng par dm² de feuilles pour une même quantité de produits appliqués à l'hectare (ici 1 g), soit un rapport de 14 entre les valeurs extrêmes de dépôt. Ce rapport entre ces valeurs extrêmes de quantités de dépôts est du même ordre de grandeur que le rapport entre les valeurs extrêmes de surfaces foliaires de ces essais (rapport d'environ 15). De manière logique, à dose hectare égale et en considérant tous les paramètres identiques par ailleurs, ceci met donc clairement en exergue une relation inverse entre la surface de végétation à traiter et la quantité de produit déposée par unité de surface. Ainsi, en début de végétation, l'application de la dose homologuée à l'hectare conduit à une quantité de dépôt par unité de surface de feuilles supérieure au dépôt par unité de surface de feuilles obtenu à partir d'une application en pleine végétation à cette même dose homologuée. Sachant qu'en pleine végétation les applications de produits à la dose homologuée à l'hectare avec du matériel performant ou moyennement performant satisfont généralement à la qualité des traitements, il semble dès lors aisément envisageable d'ajuster les doses appliquées en fonction de la quantité de végétation à l'échelle de la parcelle. Toutefois, en début de végétation, lors de l'application des produits aux doses homologuées, bien que les quantités de dépôts par unité de surface sur la végétation soient supérieures par rapport à celles en pleine végétation, il n'en demeure pas moins que les quantités de pertes dans l'environnement (sol et air) sont d'autant plus importantes que la surface de végétation est faible.

Pour une surface donnée de végétation à la parcelle, que ce soit en vignes étroites ou en vignes larges, en début ou en pleine végétation, des différences importantes de

quantités de dépôts sont observées entre les différents pulvérisateurs, soulignant la probable variabilité dans l'efficacité de la protection phytosanitaire en fonction des types de matériels utilisés.

Comme le montre la figure 4, sur vignes étroites en début de végétation, à pleine dose, certains matériels permettent de déposer sur la végétation 2,4 fois plus de produit que ce que le permettent les moins performants mais qui de manière générale offrent néanmoins une bonne protection de la vigne. Ceci est donc un résultat important, mettant en évidence, à qualité d'application égale, le matériel comme piste concrète de réduction des quantités de produits phytosanitaires employées.

La pulvérisation, à travers l'ajustement de la dose en fonction de la surface de végétation à traiter, associé à l'utilisation de matériels performants, permet à elle seule d'envisager raisonnablement une réduction

de produits phytosanitaires dans le vignoble, et ce sans nuire à la qualité d'application (ex. pulvérisateurs en jet porté en configuration face par face, buses à injection d'air, panneaux récupérateurs).

Le projet Ecosprayviti conduit par l'IFV et l'Irstea se fixe d'approfondir et de confirmer ces premières pistes, en tâchant d'identifier les combinaisons de matériels permettant de réaliser les meilleures pulvérisations d'un point de vue agronomique et d'un point de vue environnemental. Compte tenu d'une part de la variabilité des surfaces de végétation à traiter sur les parcelles du vignoble français, et d'autre part de la diversité des technologies disponibles dans le domaine de la pulvérisation en viticulture, la réalisation d'un tel projet doit alors nécessairement s'appuyer sur un grand nombre d'essais, recoupant modes de conduites, surfaces de végétation et combinaisons de



matériel. La mise en place d'essais au vignoble est cependant associée à diverses contraintes qui ne permettent pas d'envisager la réalisation d'une quantité exhaustive d'essais. Tout d'abord, au vignoble la végétation n'est présente qu'une partie de l'année et limite donc la période durant laquelle des essais de pulvérisation peuvent être menés ; en outre, en début de végétation, en raison de la rapidité de la croissance végétative, la moindre contrainte impondérable survenant à ce moment là, telle que des conditions météorologiques défavorables, peut totalement compromettre pour l'année en cours la réalisation des essais prévus à ce stade végétatif. Par ailleurs, il s'avère toujours difficile de trouver des parcelles d'essais qui possèdent tous les critères permettant de conduire des essais de manière pertinente (vigne bien conduite, parcelle plate et horizontale, nombre et longueur des rangs suffisants, tournières appropriées, absence d'ornière et de bute dans l'inter-rang, exposition moindre aux vents dominants, présence d'eau et d'électricité à proximité...). Enfin, juste avant le début des essais, les différents appareils doivent être

Perspectives : projet Ecosprayviti

Les essais réalisés au vignoble jusqu'à présent ont permis de clairement différencier des technologies entre elles et de déceler des pistes

intéressantes de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires dans le vignoble, et ce sans nuire à la qualité d'application (ex. pulvérisateurs en jet porté en configuration face par face, buses à injection d'air, panneaux récupérateurs). Le projet Ecosprayviti conduit par l'IFV et l'Irstea se fixe d'approfondir et de confirmer ces premières pistes, en tâchant d'identifier les combinaisons de matériels permettant de réaliser les meilleures pulvérisations d'un point de vue agronomique et d'un point de vue environnemental. Compte tenu d'une part de la variabilité des surfaces de végétation à traiter sur les parcelles du vignoble français, et d'autre part de la diversité des technologies disponibles dans le domaine de la pulvérisation en viticulture, la réalisation d'un tel projet doit alors nécessairement s'appuyer sur un grand nombre d'essais, recoupant modes de conduites, surfaces de végétation et combinaisons de

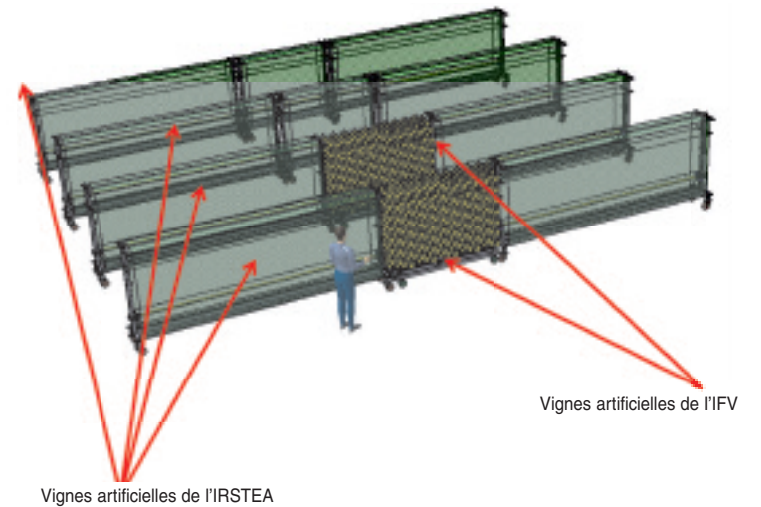


Figure 5 : Structure de caractérisation agro-environnementale de la pulvérisation au stade pleine végétation (deux autres stades seront également étudiés : début de végétation et stade intermédiaire).

transportés sur place avec toutes les contraintes logistiques et techniques que cela implique.

Compte tenu des contraintes évoquées ci-dessus, depuis plusieurs années déjà, l'IFV ainsi que l'Irstea développent des vignes artificielles, qu'ils ont respectivement conçues dans des objectifs différents. L'IFV a développé un rang artificiel de vigne, reproduisant la distribution feuille par feuille de la vigne, et permettant d'évaluer quantitativement et qualitativement les pulvérisations d'un point de vue agronomique ; cette structure n'étant composée que d'un seul rang, elle ne permet cependant pas d'effectuer une évaluation environnementale fine. L'Irstea, en vue de réaliser une évaluation environnementale quantitative et qualitative des pertes dans les différents compartiments (plante, air, sol), a développé une vigne artificielle composée de quatre rangs de vigne ; l'absence de reproduction de la distribution des feuilles ne permet pas quant à elle de caractériser finement les aspects agronomiques de la pulvérisation. Dès lors, compte tenu de cette complémentarité entre les deux structures artificielles, pour répondre aux objectifs que se fixe le projet Ecosprayviti, l'IFV et l'Irstea se sont engagés dans la conception d'une structure artificielle commune de caractérisation agro-environnementale de la pulvérisation (cf. figure 3).

Cette structure sera composée par l'association de deux rangs de vigne artificiels développés par l'IFV et de quatre rangs de vigne artificiels développés par l'Irstea. Ainsi, la partie de la structure composée par les deux rangs artificiels de vigne de l'IFV permettra de caractériser précisément la qualité agronomique de la pulvérisation, en fournissant des informations sur la quantité de bouillie déposée par unité de surface de feuille pour un gramme de bouillie pulvérisé à l'hectare, et sur sa distribution dans la végétation. De manière complémentaire, les quatre rangs artificiels de vigne de l'Irstea, qui reproduiront les caractéristiques générales de la couvertu-

re végétale d'une parcelle de vigne, permettront quant à eux de caractériser avec précision les pertes au sol, par unité de surface de sol pour un gramme de bouillie pulvérisée à l'hectare. Connaissant la quantité de bouillie pulvérisée à l'hectare, ainsi, après avoir estimé de manière précise avec cette nouvelle structure commune de caractérisation agro-environnementale de la pulvérisation les parts de bouillie reçues respectivement par la végétation et par le sol, par bilan de masse la part de bouillie perdue dans l'air peut alors être facilement déduite. Par ailleurs, pour une même parcelle, les performances des pulvérisateurs, qu'elles soient d'ordre agronomique ou bien d'ordre environnemental, varient généralement en fonction du stade végétatif de la vigne. En pleine végétation certains pulvérisateurs pourront en effet fournir des applications avec des dépôts de qualité satisfaisante, associés à de faibles pertes dans l'environnement, mais offrir des pulvérisations décevantes en début de végétation. Par conséquent, de manière à pouvoir caractériser les technologies de la pulvérisation à différents stades végétatifs discriminants, la structure artificielle de caractérisation agro-environnementale de la pulvérisation sera modulable et permettra de caractériser les pulvérisations à **trois stades végétatifs distincts : début de végétation, milieu de végétation et pleine végétation.**

Les résultats qu'elle fournira permettront d'une part de guider les viticulteurs dans leur démarche d'adaptation des doses en fonction du pulvérisateur actuel qu'ils utilisent, et d'autre part d'aider l'innovation des constructeurs vers le développement d'éco-technologies et de favoriser l'achat de ces éco-technologies par les viticulteurs.

Avec l'appui financier de l'Onema, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto 2018.

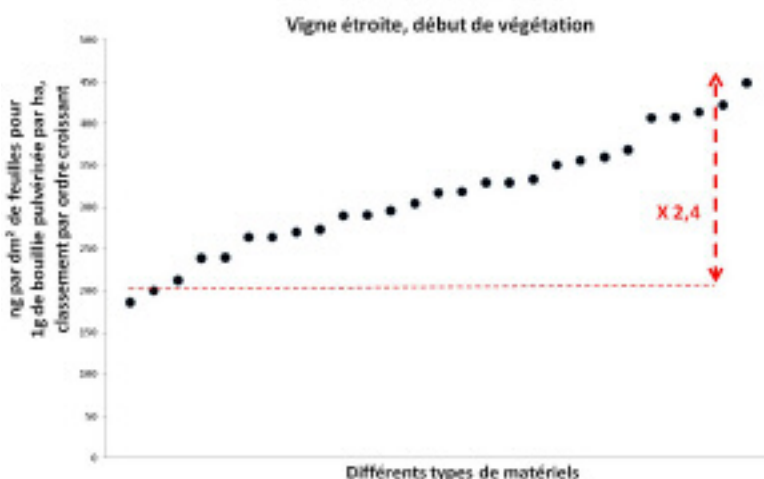


Figure 4 : Classement des dépôts de bouillie par unité de surface de feuilles pour un gramme de bouillie pulvérisée à l'hectare de différents pulvérisateurs testés en début de végétation sur vigne étroite.

En partenariat avec

