

Influence des conditions et matériels de pulvérisation sur les pertes de pesticides au sol et dans l'air en viticulture Languedocienne

SINFORT Carole^a, COTTEUX Eric^b, RUELLE Bernadette^b, DOUCHIN Michaël^b, BERENGER Magali^b, LAGREVOL Justine^b, LIET Oriane^b, DE RUDNICKI Vincent^b, BONICELLI Bernard^b

^aMontpellier SupAgro - UMR ITAP
2 pl. Viala - F-34060 Montpellier

^bCemagref – UMR ITAP
BP 5095 – F-34044 Montpellier

Résumé

Les traitements phytosanitaires des vignes entraînent des pertes vers l'environnement (sol, air) qui sont la cause de pollutions diffuses. Trois campagnes d'essais (une par an) ont été mises en place pour : i) quantifier les pertes de pesticide, ii) comparer les effets des technologies des pulvérisateurs et iii) évaluer l'importance des réglages des machines.

Une méthodologie a été développée pour évaluer les pertes de pesticides. Elle est basée sur l'utilisation d'un traceur fluorescent (de la Brillant Sulfo Flavine) piégé sur des collecteurs adaptés à chaque compartiment évalué (sol, plante, air). Les quantités de dépôt sont ensuite obtenues par une analyse spectro-fluorimétrique. L'efficacité des collecteurs a été préalablement testée en laboratoire. Le positionnement des collecteurs à l'intérieur des parcelles d'essai ont également été optimisées pour assurer une bonne estimation des dépôts réels.

Les résultats montrent que le protocole de mesure donne une bonne estimation du devenir des pesticides puisque environ 100% du produit pulvérisé est retrouvé à partir des collecteurs dans les différents compartiments. Les quantités de produit perdu sont considérables : entre 10 et 45% sur le sol et entre 15 et 40% dans l'air.

Mots-clés : produit phytosanitaire, pulvérisateur, pollution, sol, air

1. Introduction

Lors des pulvérisations de produits phytosanitaires, seule une partie de la quantité de pesticides épanchés atteint réellement la cible visée (mauvaise herbe, insecte ravageur, champignon, etc). La viticulture est particulièrement concernée, en partie à cause des quantités importantes pulvérisées mais aussi à cause des technologies utilisées. En effet, pour faciliter la pénétration des produits dans la végétation, les pulvérisateurs viticoles sont équipés de turbines créant un flux d'air turbulent qui assiste le transport des gouttes et secoue le feuillage. Une partie de cet air est dévié par le mur de végétation vers le sol et l'atmosphère et entraîne avec lui une part non négligeable de produits phytosanitaires. [Van der Berg, 1999] estime que 30 et 50% des masses épanchées peuvent être perdues vers l'air.

Ces pertes vers l'environnement sont difficiles à évaluer notamment du fait du grand nombre de molécules à rechercher (plusieurs centaines [L'Hermite, 2009]). L'estimation quantitative des pertes est d'autant plus difficile qu'elle dépend de la machine, de sa conduite et de ses réglages (qui dépendent de l'opérateur) ainsi que des conditions ambiantes. Depuis les années 60, de très nombreux travaux décrivent des méthodologies pour mesurer les pertes par dérive, en mesurant les dépôts au sol à proximité de la zone traitée et/ou les dépôts sur des cibles verticales : le consortium américain « Spray Drift Task Force » a recensé 2500 articles scientifiques concernant l'étude de la dérive. En général, une quantification complète de la contamination des compartiments air et sol n'est cependant pas recherchée. Par ailleurs on ne trouve pas, dans la littérature, de bilan des mesures dans les différents compartiments.

L'étude qui fait l'objet de cet article a été conduite pendant trois années consécutives sur un petit bassin versant viticole du département de l'Hérault - le bassin versant de la Valeille sur la commune de Neffies - avec la participation des viticulteurs. L'objectif de l'étude était de connaître les pratiques et les matériels utilisés en viticulture Languedocienne et d'estimer les pertes de pesticides vers l'environnement engendrées par les différentes pratiques sur le bassin versant.

Cet article a pour objectif de présenter les méthodologies mises en œuvre pour : i) quantifier les pertes de pesticides vers l'environnement, ii) comparer les effets des technologies des pulvérisateurs et iii) évaluer l'importance des réglages des machines. Après une description de la méthodologie développée ainsi que les protocoles mis en place, les principaux résultats obtenus sur trois années de campagne d'essais sont présentés et discutés.

2. Matériel et Méthodes

Les essais ont été réalisés à l'aide d'un traceur fluorescent, la Brillant Sulfo Flavine (BSF), piégée sur des collecteurs passifs dont la nature et le positionnement ont été optimisés pour le sol, l'air et les plantes.

2.1. Collecteurs

Les collecteurs au sol sont des bandes de dimensions 5cm x 1,5m, découpées dans des gaines d'irrigation souples. Afin de limiter les incertitudes liées à l'échantillonnage, on a choisi de mesurer les pertes au sol sur des lignes continues perpendiculaires à l'avancement du pulvérisateur. Après essais préliminaires, le nombre de collecteurs a été fixé à 10 lignes d'échantillonnage de 5 collecteurs, espacées de 0,5m.

Pour mesurer les pertes vers l'air, les collecteurs utilisés sont des fils en PVC de 2 mm de diamètre extérieur (1 mm intérieur). La capacité de ce dispositif à piéger le traceur et à échantillonner les pertes vers l'air a fait l'objet de nombreux travaux au Cemagref dont notamment une étude théorique, des essais en soufflerie et des essais pour quantifier le taux de restitution après rinçage [Gil, 2007]. Lors des essais, 5 fils de 10m de long sont placés au dessus de la parcelle, au dessus de 5 inter-rangs adjacents et à une hauteur de 2m50. Après pulvérisation, les fils sont ramassés et rincés dans un volume de 250 mL d'eau.

Sur la végétation, les collecteurs sont les feuilles et les fruits. Pour un point de mesure toutes les feuilles et les fruits présents sur une longueur de rang de 15cm sont collectés. La méthode a été mise en place lors de précédentes études [DaSilva, 2002] et a montré une excellente capacité à limiter la variabilité entre répétitions par rapport aux essais réalisés en prélevant seulement quelques feuilles ou en plaçant quelques collecteurs dans la végétation.

2.2. Protocoles

Les machines testées sont schématisées dans la figure 1. Quatre pulvérisateurs ont été sélectionnés parmi ceux des viticulteurs : deux pulvérisateurs à jet porté (A1 et A2) et deux pulvérisateurs pneumatiques (P1 et P2). Deux autres pulvérisateurs non présents sur le bassin versant mais cependant utilisés dans la région (A3 et T) ont également été testés dans certaines configurations.

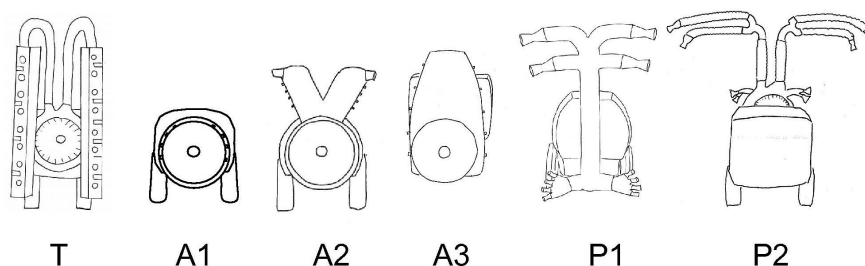


Figure 1. Schémas des pulvérisateurs testés : T, Tangential ; A1, atomiseur simple ; A2, atomiseur avec déflecteurs ; A3, atomiseur pour vignes étroites ; P1, pneumatique simple ; P2, pneumatique avec position des diffuseurs réglable en largeur.

Les pulvérisateurs ont tous été réglés avant les essais par un technicien de la Chambre d'Agriculture. Avant chaque essai, les orientations des jets et, le cas échéant, des déflecteurs étaient réglés pour s'adapter

au mieux à la position de la végétation. Les pulvérisateurs étaient conduits à une vitesse de 5 km/h en respectant les volumes par hectare en usage chez les viticulteurs.

Chaque essai a fait l'objet de trois répétitions.

Les différentes machines ont été testées sur une vigne artificielle, décrite dans [Gil, 2007], afin de s'affranchir de la variabilité de la végétation. La vigne est constituée de 4 rangs de 10m de long, espacés de 2m. Elle est composée de structures métalliques de 50cm de largeur et 1m50 de haut, recouvertes de filets pare-vent de mailles 1mm x 7mm. Le pulvérisateur réalise deux aller-retours dans le rang central. Les dépôts sont mesurés au sol et dans l'air (un fil au-dessus de l'inter-rang central et 2 fils de part et d'autre).

Ensuite, des essais ont été réalisés sur une parcelle plantée en cépage Marselan et palissée suivant un mode de conduite de type « Guyot ». La vigne est constituée de 10 rangs espacés de 2,5m. La machine traite un rang sur deux. Les dépôts au sol ont été mesurés pour les pulvérisateurs T, P1 et P2, sur une distance de 10m et une largeur de 7m50, dans une zone délimitée au centre de la parcelle. Ces essais ont été répétés aux mois de mai (apparition des inflorescences), juin (stade « pleine fleur ») et juillet (nouaison) pour lequel la végétation est totalement développée. Au mois de juillet, les essais ont eu lieu après relevage des fils de palissage, écimage et rognage. Aux trois mêmes périodes, des essais « de bilan » ont été réalisés avec le pulvérisateur P1 pour quantifier les dépôts au sol, dans la végétation et sur les fils au dessus de la parcelle.

3. Résultats

Pour les six pulvérisateurs testés, les pertes vers l'air sont beaucoup plus importantes que les pertes vers le sol (cf. Tab.1). Un test non paramétrique de Kruskal-Wallis fait apparaître deux groupes statistiquement différents : T et A1 d'une part, A2 et A3 de l'autre. Pour les pertes vers l'air, le test non paramétrique permet de dissocier le résultat de T, significativement plus faible, des résultats de A2 et A3.

Table 1. Pourcentages de pertes par rapport au débit pulvérisé, au sol et dans l'air, mesurés sur vigne artificielle.

	A1	A2	A3	P1	P2	T
Sol	7,7	10,4	10,2	8,7	9,1	7,7
Air	24,3	37,7	37,4	23,8	21,2	14,5

Les pertes au sol mesurées aux trois périodes avec des réglages optimisés montrent pour tous les pulvérisateurs une diminution importante avec le développement de la végétation (cf. Tab.2). Lors des premiers essais, les pertes au sol avoisinent les 40% ; en pleine végétation, les pertes ne sont plus que d'environ 10% sauf pour le pulvérisateur T pour lequel le réglage de l'orientation des jets n'a pas pu être optimisé.

Table 2. Pourcentages de pertes au sol par rapport au débit pulvérisé en fonction du stade végétatif et avec des réglages optimisés.

	Mai	Juin	Juillet
P1	44,5	17,4	10,3
P2	35,5	25,3	13
T	41	26,8	24,1

Des essais ont également été réalisés avec des réglages dégradés. En mai, on a testé l'effet du nombre de sorties ouvertes, en juin, l'effet de la vitesse d'avancement et en juillet, l'effet de l'orientation des jets. Les résultats (cf. Tab.3) montrent que le nombre de sorties ouvertes a peu d'effet : en début de végétation, les pertes au sol sont très importantes dans tous les cas. La vitesse d'avancement a également peu d'influence. L'orientation des jets a un effet variable suivant les pulvérisateurs : dans le pire des cas, les pertes au sol sont plus que triplées.

Table 3. Pourcentages de pertes au sol par rapport au débit pulvérisé pour des réglages dégradés.

	Mai	Juin	Juillet
	Nombre de sorties ouvertes	Vitesse d'avancement	Orientation des jets
P1	43,5	11,4	13,8
P2	29,8	27,9	37,4
T	20	24,9	22,2

Les résultats des essais « de bilan » (cf. Tab.3) montrent que les pertes vers l'air sont dans tous les cas très importantes (entre 25 et 35%), les pertes au sol sont comprises entre 15 et 25% et les quantités piégées dans la végétation s'étalent entre 20 et 70%. Il faut toutefois noter que le protocole mis en place au mois de mai n'était pas adapté : la végétation n'a été prélevée que sur deux rangs et les dépôts au sol n'ont été mesurés que sur trois rangs (au lieu de 7 dans les autres cas). On ne retrouve d'ailleurs dans les mesures que 73,6% du produit pulvérisé. Compte-tenu du stade végétatif et des résultats décrits dans le tableau 2, on peut s'attendre à ce que la part manquante ait été essentiellement déposée au sol. Le protocole a été optimisé pour les essais des mois de juin et de juillet. Au total, on trouve au mois de juin 107,5% du produit pulvérisé et 85,5%, au mois de juillet. Les quantités retrouvées sur les rangs éloignés sont d'environ 1/4 de celles retrouvées sur les rangs adjacents au traitement. Si on considère un traitement classique d'un rang sur deux, les rangs adjacents recevront donc deux fois plus de produit que les rangs intermédiaires.

Table 3. Pourcentages collectés dans l'air, la vigne et sur le sol, aux trois stades de développement.

	Mai	Juin	Juillet
Air	37,9	31	25,5
Rangs adjacents	19,6	43,2	34,2
Rangs éloignés	non mesuré	15,3	7,5
Sol	16,1	18	19,7

4. Conclusion

Les protocoles mis en oeuvre pendant pour mesurer les pertes de pesticides vers l'environnement sont globalement satisfaisants puisque les essais de bilan montrent qu'ils permettent de retrouver tout le produit émis, avec l'incertitude liée aux différents collecteurs.

Les différents essais montrent que la pulvérisation se répartit suivant un pourcentage d'environ 40-20-40 en début de végétation et 10-50-40 en pleine végétation, pour les compartiments sol-plante-air, respectivement.

Références

- Da Silva, A., Sinfort, C., Bonicelli, B., Voltz, M., Huberson, S., 2002. Resultats essais aquae, Aspects of Applied Biology, 66, pp.331-339
- 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
- L'Hermite, N.; Gouzy, A.; Le Gall, A.-C.; Farret, R.; Bedos, C.; Sinfort, C.; Bonicelli, B. & Marliere, F., . Identification and classification of pesticides of concern for human health: Sph'Air, a decision support system for pesticide air monitoring, Atmospheric Environment, soumis,
- Van den Berg, F.; Kubiak, R. .. & Benjey, W., 1999. Emission of pesticides into air, Water, Air, Soil and Pollution, 115, 195-218

Remerciements

Ce travail a été financé pour partie par le programme européen Life Aware et pour partie par le projet ANR Geduque. Les auteurs tiennent à remercier les viticulteurs qui se sont portés volontaires pour cette étude ainsi que l'ensemble de l'équipe qui a participé aux essais