



HAL
open science

Une nouvelle expression des doses en cultures pérennes

Sébastien Codis, Florence Verpont, Eric Chantelot, Adrien Verges, Anice Cheraïet, Olivier Naud

► To cite this version:

Sébastien Codis, Florence Verpont, Eric Chantelot, Adrien Verges, Anice Cheraïet, et al.. Une nouvelle expression des doses en cultures pérennes. *Phytoma*, 2023. hal-04632693

HAL Id: hal-04632693

<https://hal.inrae.fr/hal-04632693>

Submitted on 2 Jul 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.

Une nouvelle expression des doses en cultures pérennes

Exprimer les doses de produits phytosanitaires en fonction de la surface foliaire à traiter doit permettre une utilisation raisonnée des intrants en arboriculture et viticulture.

✉ SÉBASTIEN CODIS⁽¹⁾, FLORENCE VERPONT⁽²⁾, ÉRIC CHANTELOT⁽²⁾, ADRIEN VERGÈS⁽¹⁾, ANICE CHERAIET⁽³⁾ ET OLIVIER NAUD⁽³⁾

(1) IFV, (2) CTIFL, (3) Inrae

Le thème de l'expression des doses de produits phytosanitaires en cultures pérennes fait partie des priorités identifiées dès 2015 dans le rapport de la mission parlementaire conduite par le député Dominique Potier sur le plan Écophyto (mesure 49 : « Établir un système d'expression des doses de produits phytosanitaires harmonisé entre pays et tenant explicitement compte de l'évolution de la structure du végétal à protéger. »). Il a ensuite été repris dans le texte de la version 2+ du plan Écophyto (axe 1, action 1.2 et axe 3 action 15) :

(1) « L'optimisation de la pulvérisation sera recherchée. Des outils d'aide seront développés pour inciter l'ensemble des agriculteurs à prendre en considération l'adaptation des doses à appliquer en fonction de l'état végétatif des cultures » (axe 1).

(2) « Les modalités de délivrance des autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques seront revues, afin que les AMM délivrées intègrent des doses différenciées en fonction du stade végétatif » (axe 3).

Une disparité des modes d'expression des doses

L'expression des doses en Europe

Au niveau européen, on observe une disparité des modes d'expression des doses



Photo : CTIFL

Traitement d'un verger de pommier « standard » en pleine végétation (17 000 m² de LWA).

utilisés et apparaissant sur les étiquettes des produits (Walklate et Cross, 2009), certains modes d'expression tenant compte de l'évolution de la végétation au fil de la saison, d'autres nettement moins, voire pas du tout. L'Allemagne, par exemple, dispose en viticulture d'un système où les doses sont indexées sur le stade végétatif en tenant plus ou moins compte de la quantité de végétation à traiter et, en arboriculture, d'un système prenant en compte la hauteur de végétation à traiter. Dans ces conditions, les doses évoluent pour la plupart des produits dans un rapport de 1 à 4 en Allemagne entre les premiers traitements et les applications réalisées au stade de pleine végétation (Codis *et al.*, 2012). En Espagne et en

Italie, les doses sont exprimées sur la base d'une concentration (ou d'une fourchette de concentration) de produit à appliquer sur la végétation et d'un maximum de produit par hectare. Cette quantité maximale par hectare correspond, dans la majorité des cas, à la concentration appliquée avec un volume de bouillie de 1 000 l/ha en viticulture et au-delà, voire bien au-delà, en arboriculture. Cette dose en concentration peut être adaptée à la végétation en adaptant le volume de bouillie au volume de feuillage. De son côté, la Belgique a mis en place, il y a plusieurs années, l'unité de dose en LWA sur toutes les cultures hautes (vigne, arboriculture, légumes tuteurés, petits fruits, houblon...) (FPS Health, 2017).

RÉSUMÉ

✦ **CONTEXTE** – Depuis les années 2010, des discussions sont conduites notamment par les firmes phytosanitaires à l'échelle européenne sur la possibilité d'avoir un système d'expression des doses de produits phytopharmaceutiques harmonisé entre pays

européens, et tenant explicitement compte de l'évolution de la structure du végétal à protéger.

✦ **SURFACE FOLIAIRE** – Actée en 2016, la surface de haie foliaire LWA (Leaf Wall Area, en m²/ha) est utilisée depuis 2018

comme support de l'expression des doses dans les essais d'efficacité des produits phytopharmaceutiques pour la viticulture, les fruits à pépins et les cultures légumières hautes. Elle tient compte de la hauteur de végétation à traiter et de l'espacement entre rangs.

✦ **DOSE LWA** – La dose LWA est exprimée en l (litre) ou kg de produit pour 10 000 m² de LWA. Cette nouvelle expression de la dose doit faciliter l'analyse de résultats d'efficacité des produits conduits dans les différents contextes nationaux et doit permettre à l'utilisateur

de mettre en œuvre un ajustement sécurisé de la quantité d'intrants utilisée en fonction des caractéristiques de la végétation ciblée.

✦ **MOTS-CLÉS** – Dose, LWA (Leaf Wall Area), haie foliaire, pulvérisation.

En France, une dose maximale à l'hectare

En France, le système d'expression des doses de produits phytopharmaceutiques en vigueur est basé sur une dose maximale autorisée (en kg ou litre) (encadré ci-contre), définie par hectare de sol et indépendante de la densité de végétation et du stade de développement. Cette dose, qui, sur le plan légal, est un maximum, est souvent interprétée, à tort d'un point de vue agronomique, comme une dose fixe, utilisée tout au long de la saison, sans prise en compte d'autres paramètres comme le volume de végétation à protéger. Pourtant, en viticulture, entre les premiers traitements et le stade de pleine végétation, la quantité de surface foliaire totale à traiter (exprimée en m² de feuilles par hectare au sol) peut varier de 1 à plus de 10. À un même stade végétatif, en fonction des modes de conduite et de la vigueur des parcelles, la surface foliaire à traiter peut varier dans un rapport de 1 à plus de 3 (Raynal *et al.*, 2009). Ainsi, comparé aux pays mettant en œuvre une modulation de la dose en fonction du stade phénologique, le système français conduit dans la pratique à des quantités de produit déposées par unité de surface sur les zones-cibles (feuilles ou grappes) très variables selon la quantité de végétation à protéger. Pour un pulvérisateur donné, le niveau de dépôts moyen (moyenne des dépôts par unité de surface pour l'application de la dose autorisée) sur la végétation varie dans un rapport de 1 à 5 en fonction de l'évolution des stades végétatifs (Magnier *et al.*, 2015 ; Verpont *et al.*,

Dose autorisée : dose maximale ou dose d'emploi ? Une ambiguïté qui mériterait d'être levée

La dose actuellement autorisée en France est une dose maximale par hectare souvent interprétée à tort sur le terrain comme la dose d'emploi. On constate qu'effectivement, sur le plan juridique, dans le cas d'un échec de protection, en cas de recours contre la firme ou le distributeur, la responsabilité du producteur est engagée s'il n'a pas appliqué la dose figurant sur l'étiquette du produit. Dans le contexte de la traçabilité applicable au conseil et à la production, il est important de noter que le fait que seule la pleine dose d'emploi apparaisse sur

l'étiquette est un frein important aux préconisations de doses réduites, même si ces doses seraient largement suffisantes pour assurer la protection de la culture.

Ainsi, peu de conseillers ou de préconisateurs se risquent à engager leur responsabilité en conseillant de manière écrite l'utilisation de doses réduites. Il en est de même pour les sociétés réalisant de la prestation phytosanitaire qui emploient le plus souvent la dose maximale, quels que soient le stade de la plante et le mode de conduite.

2019). Ainsi, une dose réduite, prenant en compte les caractéristiques de la végétation et son stade de développement, serait aussi efficace dans de nombreuses situations. Elle permettrait de réduire significativement les usages de produits phytopharmaceutiques, et les risques d'impacts sur la santé et l'environnement.

Des doses autorisées différentes entre pays

Il est également important de noter qu'au-delà des différences entre les modes d'expression, la comparaison des niveaux de doses autorisées pour des produits iden-

tiques entre pays voisins (Italie, Espagne, France, Allemagne, Suisse) fait apparaître de nombreuses disparités qui se traduisent *in fine* par d'importantes variations de quantités de substance active appliquées par hectare (Codis *et al.*, 2016).

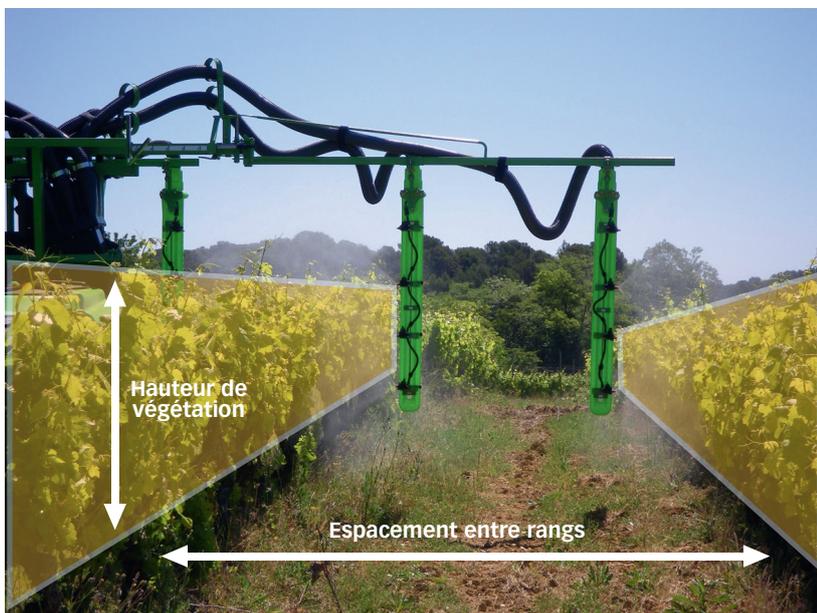
C'est pour l'ensemble de ces arguments et pour faciliter les évaluations d'efficacité biologique des produits que des discussions étaient conduites notamment par les firmes phytosanitaires à l'échelle européenne depuis les années 2010 sur la possibilité d'avoir un système d'expression des doses de produits phytopharmaceutiques harmonisé entre pays européens, et tenant explicitement compte de l'évolution de la structure du végétal à protéger (Frießleben *et al.*, 2006 ; Wohlhauser, 2009 ; Toews et Friessleben, 2012 ; Walklate et Cross, 2012).

Depuis 2018, une nouvelle expression des doses : LWA

Pour les essais d'efficacité en viticulture, verger et maraîchage

Le workshop intitulé « Harmonized dose expression for the zonal evaluation of plant protection products in high growing crops » organisé en 2016 par l'EPPPO (European Plant Protection Organization) a été décisif et a permis de trouver un consensus entre les différents acteurs (firmes phytosanitaires, prestataires réalisateurs d'essais, instituts techniques, agences d'évaluation) et les différents pays. Le but de ce workshop était d'harmoniser la façon dont les essais d'efficacité sont conduits dans les différents pays depuis la mise en place de l'évaluation zonale des produits en 2011. En effet, les agences d'évaluation, et également les sociétés (firmes phytopharmaceutiques ou prestataires) qui montent les dossiers, sont souvent confrontées à la difficulté de comparer des résultats d'essais qui sont conduits au niveau de chaque pays dans

Fig. 1 : Surface de haie foliaire (LWA, Leaf Wall Area)



des conditions et des modes d'expression de doses différents (dose par hectare en France, dose exprimée en concentration (%) avec application à la « goutte pendante » en Espagne...).

Le workshop a permis d'acter l'utilisation du LWA (Leaf Wall Area = surface de haie foliaire en m²/ha) comme support de l'expression des doses pour la mise en place des essais d'efficacité lors de la procédure de demande d'autorisation de mise sur le marché (AMM) des produits à l'échelle européenne. Depuis 2018, les firmes phytopharmaceutiques sont ainsi incitées à conduire les essais d'évaluation de l'efficacité des nouveaux produits sur les cultures vigne, fruits à pépins et cultures légumières hautes avec des doses exprimées en fonction de la Leaf Wall Area (LWA).

Pour les autres cultures hautes (notamment les vergers à forme plus globuleuse et/ou avec de la porosité entre les arbres), il n'y a pas encore à ce jour de consensus au niveau européen.

La dose.LWA, définition et principe

Les éléments ci-dessous sont principalement extraits du document technique CEB n° 28 (première édition : 2021) intitulé : « Recommandations pour l'utilisation de l'unité de dose LWA en cultures hautes (Leaf Wall Area : surface de haie foliaire) ».

La LWA acronyme de *Leaf Wall Area* est la surface de haie foliaire exprimée en m² par ha de sol. La LWA correspond à la surface projetée de la végétation à traiter (sans tenir compte des trous) en comptabilisant les « m² » de végétation sur chacune des deux faces du rang pour un ha de culture au sol. La valeur du LWA est relativement facile à déterminer sur le terrain par les agriculteurs car elle se calcule à partir de la mesure de l'inter-rang et de la hauteur de la végétation à traiter. Le LWA se calcule de la façon suivante (Figure 1) :

$$LWA = \frac{2 \times \text{hauteur de la végétation (m)}}{\text{espacement entre rangs (m)} \times 10000}$$

La dose. LWA est exprimée en l (litre) ou kg de produit pour 10 000 m² de LWA. Cette nouvelle expression de dose doit permettre à l'utilisateur de mettre en œuvre un ajustement de la quantité de produits en fonction de la quantité de végétation à traiter tout en maintenant l'efficacité de la protection, ce qui va dans le sens des objectifs du plan Écophyto.

Pourquoi ce choix du Leaf Wall Area ?

Le LWA tient compte de la hauteur de végétation à traiter et de l'espacement entre rangs. De ce fait, la dose à appliquer évolue en fonction de la quantité de végétal à protéger, ce qui est beaucoup plus satisfaisant que le principe actuel d'une dose maximale

Fig. 2 : Représentation graphique de la dose par hectare (de sol) en fonction de la surface de haie foliaire (m²) par ha (les valeurs chiffrées sont indiquées uniquement à titre d'exemple) (document technique n° 28 de la CEB)

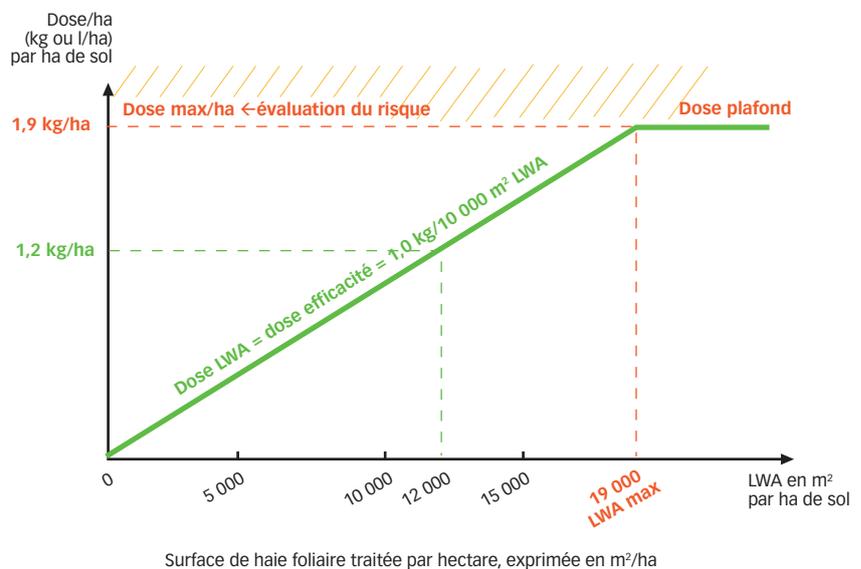


Tableau 1 : détermination de la dose à appliquer par hectare en fonction des caractéristiques de la parcelle (hauteur de végétation et espacement entre rangs) pour un produit disposant d'une dose.LWA de 1 kg/10 000 m² avec une dose max de 1,2 kg (LWA max = 12 000 m²/ha)

Dose.LWA du produit	Hauteur de feuillage mesuré (cm)	Surface LWA sur la parcelle (en m ² /ha)	Dose à appliquer (en kg/ha) Dose.LWA x surface LWA parcelle/10 000 plafonnée à 1,2 kg/ha
Vignes larges (interrang = 2,5 m)			
1 kg/10 000 m ² de LWA	40	3 200 m ² /ha	0,32 kg/ha
	60	4 800 m ² /ha	0,48 kg/ha
	100	8 000 m ² /ha	0,80 kg/ha
	120	9 600 m ² /ha	0,96 kg/ha
	140	11 200 m ² /ha	1,12 kg/ha
Vignes étroites (interrang = 1 m)			
1 kg/10 000 m ² de LWA	40	8 000 m ² /ha	0,8 kg/ha
	60	12 000 m ² /ha	1,2 kg/ha
	80	16 000 m ² /ha	1,2 kg/ha (plafonnée)
	100	20 000 m ² /ha	1,2 kg/ha (plafonnée)

par hectare indépendante des conditions d'application.

La dose exprimée en LWA est à la fois relativement simple et mieux adaptée que la dose par hectare de sol ou que la dose en concentration pour permettre une adaptation de dose à la parcelle. Pour l'évaluation de l'efficacité, c'est ainsi une expression qui doit permettre de mieux observer un effet dose, permettant de sélectionner la dose efficace (y compris dans les situations de forte pression parasitaire).

Une expression des doses selon le volume de végétation aurait pu être choisie mais elle serait soumise à une grande difficulté de mesure de l'épaisseur de végétation (en arboriculture et vignes larges). En effet, la mesure de l'épaisseur est soumise à une forte variabilité interopérateur.

« Dose max/ha » et « LWA max »

Une dose maximale par hectare (dose max/ha) ou « dose plafond » est requise pour toute demande de mise sur le marché. Il s'agit de

Tableau 2 : moyennes des surfaces de haie foliaire (LWA) selon les espèces, pour les stades « pleine végétation » (BBCH > 67 pour verger et BBCH > 75 pour vigne) (parcelles adultes > 5 ans)

La valeur des cas extrêmes est également donnée au travers de la valeur du 95^e centile.

Type de verger	Surface de haie foliaire (LWA en m ² /ha)		Nombre de données*
	Moyenne	95 ^e centile	
Pommier	16 850	20 900	169
Poirier	17 450	19 200	15
Pommier à cidre	15 900	21 300	39
Vignes étroites (Bourgogne)	13 700	18 000	78
Vignes très larges (Cognac)	9 050	12 600	25
Vignes toutes régions confondues	10 900	14 500	676

la dose utilisée pour l'évaluation des risques (pour l'être humain, l'environnement, les organismes non-cibles...). L'agriculteur ne doit pas dépasser cette dose plafond définie par ha de sol.

La conversion entre la dose.LWA et la dose maximale de produit par hectare fait apparaître une surface maximale de haie foliaire « LWA max » pour laquelle le produit pourra être appliqué en respectant la dose.LWA.

La LWA max correspond à la valeur de LWA à partir de laquelle la dose appliquée est bornée et correspond à la dose plafond. Elle correspond également à la valeur de la LWA à partir de laquelle la dose appliquée par les agriculteurs devient plus faible que la dose.LWA retenue dans l'homologation (Figure 2).

Dans l'exemple décrit sur la Figure 2, la quantité de produit appliquée à l'hectare est ajustée de manière proportionnelle à la surface traitée de haie foliaire jusqu'à la « LWA max » de 19 000 m² (excepté dans

le cadre de l'expérimentation, où celle-ci peut être dépassée). La dose.LWA de cet exemple est 1 kg/10 000 m². Pour toutes les parcelles de surface foliaire inférieure à cette valeur de « LWA max », la dose appliquée est inférieure à la dose maximale par hectare. *A contrario*, au-delà de 19 000 m²/ha, la quantité de produit appliquée est bornée et correspond à la « dose max/ha » (1,9 kg/ha).

Utilisation de la dose.LWA en pratique

Prenons l'exemple du produit X disposant d'une dose.LWA de 1 kg/10 000 m² avec une dose max de 1,2 kg (LWA max = 12 000 m²/ha). Pour une vigne étroite dont la LWA en pleine végétation est de 20 000 m², la dose.LWA n'est plus applicable au-delà de 12 000 m², alors que pour une vigne large dont LWA en pleine végétation est de 11 000 m², la dose.LWA est applicable jusqu'à la pleine végétation (Tableau 1).

Ainsi, dans le cas de vignes étroites à LWA élevée, aux stades de pleine végétation, la

LWA max et par conséquent la dose maximale seront atteintes plus précocement pendant l'accroissement de la haie foliaire que pour des vignes larges pour lesquelles la LWA en pleine végétation est plus faible. La connaissance de la LWA max permet donc de déterminer la surface de haie foliaire au-delà de laquelle la dose.LWA n'est plus applicable car limitée par la dose maximale.

Un accompagnement pour la mise en œuvre

En France, de manière à accompagner ce changement qui pour le moment concerne principalement les personnes impliquées dans les essais d'efficacité visant au développement de nouveaux produits, un groupe de travail interprofessionnel associant les firmes phytosanitaires, les sociétés prestataires de services, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), la Direction générale de l'alimentation (DGAL), le Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), l'Institut français de la vigne et du vin (IFV) et Inrae a été mis en place en 2017 au sein de la Commission des essais biologiques (CEB) de l'association Végéphyll (association pour la santé des végétaux). Les échanges ont permis la rédaction du document technique CEB n° 28 (première édition : 2021). Ce document s'adresse principalement aux expérimentateurs et aux chefs de projet de l'industrie phytopharmaceutique.

Quel affichage prochain de la dose.LWA sur les étiquettes ?

Premières AMM

Depuis 2018, certains nouveaux produits



Traitement de la vigne avec des LWA très contrastées : pleine végétation (photo 2) et début de végétation (photo 3).

sont évalués au niveau européen en dose. LWA. Libre à chaque pays d'utiliser ce mode d'expression sur l'étiquette des produits. L'expression de la dose dans les décisions d'AMM et sur les étiquettes des produits phytopharmaceutiques reste de la responsabilité de chaque État membre (unités de doses historiques et/ou dose exprimée en LWA). En France, à ce jour, aucune décision n'est actée et les deux modes d'expression vont probablement cohabiter. À titre d'exemple, une nouvelle spécialité commerciale vient d'être autorisée sur l'usage « Fruits à pépins*Traitements parties aériennes*Tavelure » à « 1,3 l/10 000 m² de LWA, sans dépasser la dose de 2 l/ha ». Des campagnes de mesures conduites par les firmes, l'IFV et le CTIFL ont permis de recenser les plages de variation des surfaces de haie foliaire (ou LWA) pour la vigne et les fruits à pépins en France.

Un levier de réduction des produits

Répondre à un double besoin

La nouvelle dose exprimée en fonction de la LWA doit permettre de répondre à un double besoin. Le premier besoin est de disposer d'une expression des doses harmonisée entre pays au niveau européen. L'utilisation de la dose LWA doit permettre de faciliter l'analyse de résultats d'efficacité conduits dans les différents contextes nationaux dans des conditions et des modes d'expression de doses qui étaient jusqu'à présent différents. Cette nouvelle expression doit ainsi permettre de mieux observer un effet dose, permettant d'identifier la dose efficace. Le second besoin, au niveau national, est de disposer d'une expression des doses plus cohérente que le principe de la dose de produit maximale/ha actuellement utilisée en étant adaptée à la quantité de végétation à protéger. Cette nouvelle expression de dose doit permettre à l'utilisateur de mettre en



Photo : CTIFL

4 Traitement d'un verger de pommier « standard » en début de végétation.

œuvre un ajustement sécurisé de la quantité d'intrants utilisée en fonction des caractéristiques de la végétation ciblée. La mise en pratique de l'adaptation des doses est un des leviers forts de la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques visée par le plan Écophyto. Le niveau effectif de cette réduction dépendra, pour un produit donné, de la dose LWA (pente de la droite sur la Figure 2) et du LWA max.

Mettre à jour les étiquettes

Pour contribuer à cette réduction, il conviendrait toutefois qu'un certain nombre d'informations apparaissent sur les étiquettes des produits. Il s'agirait notamment de faire figurer :

- la dose maximale par hectare (en l ou kg de produit par ha) ; c'est la dose utilisée pour l'évaluation des risques (évaluation

toxicologique et écotoxicologique) ; c'est une dose plafond qui ne doit jamais être dépassée ;

- la dose LWA (en l ou kg de produit pour 10 000 m² de LWA) ; c'est l'information qui permet d'ajuster la dose à la végétation à traiter.
- la surface de « LWA max » (en m² de surface de haie foliaire par hectare de sol) ; sa connaissance facilite la perception par l'utilisateur des éventuelles limites d'efficacité du produit utilisé dans des conditions de culture dépassant cette valeur ; cela apporte ainsi plus de transparence dans l'utilisation des produits.

Perspectives

Les équipes du CTIFL, de l'IFV et d'Inrae ont engagé des études visant à définir des méthodes d'ajustement des doses tenant compte des caractéristiques de la végétation ainsi que du type de pulvérisateur utilisé (outils d'aide à la décision *Decitrait* et *Optidose* en viticulture, méthode d'ajustement sur le « LWA 17 000 » en fruits à pépins) (Verpont *et al.*, 2021). Ces études sont d'autant plus nécessaires qu'un changement d'expression des doses, même s'il va dans la bonne direction comme le LWA, suppose d'établir de nouvelles références applicables sur le terrain. Dans cette réflexion, l'efficacité du matériel est une question essentielle. L'ensemble de ces éléments montrent des marges de manœuvre importantes pour la réduction des usages et des impacts des produits phytosanitaires qui devront être mobilisées, par les agriculteurs comme par le système institutionnel, pour atteindre les objectifs du plan Écophyto. □

Dans cette réflexion, l'efficacité du matériel est une question essentielle.

POUR EN SAVOIR PLUS



CONTACT :
sebastien.codis@vignevin.com



BIBLIOGRAPHIE : - Codis S., Douzals, J.-P. Davy, A., Chapuis G. (2012). Comparaison des systèmes d'expression des doses de produits phytosanitaires en cultures pérennes entre les différents pays de l'Union européenne et le besoin d'harmonisation. AFPP – Cietap. Conférence sur les techniques d'application de produits de protection des plantes (Lyon).

- Codis S. (2016). Stakes for a new model of dose expression in viticulture : advantages and points to be taken into consideration. In Workshop on Harmonized Dose Expression for the Zonal Evaluation of Plant Protection Products in High Growing Crops (Vienna).

- Codis S., Ruelle B., Vergès A., Savajols B., Delpuech X., Carra M., Montegano P., Ribeyrolles X. (2016). Mieux et moins traiter la vigne : moduler les doses dans la saison.

Première proposition pour une contribution réaliste des agroéquipements aux objectifs du plan Écophyto : Faire évoluer le système d'expression des doses autorisées pour les adapter aux besoins réels du végétal. UMT EcoTechViti (IFV, Irstea, Montpellier Sup Agro) d'après la note « Utiliser moins et mieux les produits phytosanitaires en viticulture ». *Phytoma* n° 698, p. 22-23.

- Friebleben R., Rosslensbroich H., Elbert A. (2006). Dose expression in plant protection product field testing in high crops : need for harmonization. *Pflanzenschutz Nachrichten-Bayer* n° 60, p. 85.

- Magnier J., Naud O., Codis S., Vergès A., Ruelle B. (2015). New approach for pesticides doses adjustment with regards to vegetation structure and sprayers based on predictive modeling (Giesco).

- FPS Health (2017). Food Chain Safety and Environment, dose expression for vertical

crops in Belgium Guidance document, Version 1.0, December 2017.

- Raynal M., Davy A., Heinzl Y., Guittard S. (2009). La réduction maîtrisée des doses de produits phytosanitaires.

- Toews R.-B., Friessleben R. (2012). Dose Rate Expression - Need for Harmonization and Consequences of the Leaf Wall Area Approach. *Erwerbs-Obstbau* n° 54, p. 49-53.

- Verpont F., Favareille J. (2019). Identifier les techniques de pulvérisation performantes pour utiliser mieux et moins les produits de protection des plantes. *Info CTIFL* n° 352, p. 20-26.

- Verpont F., Favareille J. (2021). Adapter la dose appliquée en arboriculture : les méthodes développées dans le projet PulvArbo. *Info CTIFL* n° 369, p.38-48.

- Verpont F. (2021). Guide pratique de mise en œuvre d'une adaptation de la dose en

vergers de pommiers. PulvArbo : mise en œuvre d'une adaptation de la dose en vergers de pommiers Non définie – CTIFL.

- Walklate P. J., Cross J. V. (2009). Support system for translation of dose expression and dose adjustment (Wageningen).

- Walklate P.J., Cross J.V. (2012). An examination of Leaf-Wall-Area dose expression. *Crop Protection* n° 35, p. 132-134.

- Walklate P. J., Cross J. V., Richardson G. M., Murray R. A., Baker D. E. (2002). Information technology and the human interface : Comparison of different spray volume deposition models using LiDAR measurements of apple orchards. *Bio-systems Engineering* n° 82, p. 253-267.

- Wohlhauser R. (2009). Dose Rate Expression in Tree Fruits - the Need for Harmonization Approach from a Chemical Producer Industry Perspective. In Proceedings of the Tree Fruit Dose Adjustment Discussion Group Meeting.