FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICIENCE DES TRAITEMENTS

L'augmentation de l'efficience des traitements consiste à améliorer l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (de synthèse et de biocontrôle) par le raisonnement des périodes d'application (observations, outils d'aide à la décision, seuils d'intervention), le choix des produits **(Fiche technique n° 4 « OAD et choix des produits »),** le **réglage d**es appareils et le **mode de pulvérisation (**limitation du phénomène de dérive des produits), **l'ajustement des volumes et des doses** de produits appliqués, ainsi que par l'optimisation de l'efficacité des traitements. Ces différents points font l'objet de **guides des bonnes pratiques phytosanitaires** et/ou de documents régionaux qui développent aussi tous les aspects essentiels de la réglementation et de la protection des applicateurs (voir aussi le portail EcophytoPIC). Les points importants pour améliorer l'efficience des interventions sont juste rappelés.

Choix, réglage et entretien du matériel

Le **choix du matériel** est un facteur important pour optimiser l'efficacité des traitements et limiter la dérive (choix du pulvérisateur, du type de flux – radial ou tangentiel –, de la pression de fonctionnement et des buses adaptées au traitement). Le matériel conditionne aussi très fortement le volume de bouillie optimal à appliquer. Se référer aux documents spécialisés.

L'entretien du matériel de pulvérisation est également important pour permettre un traitement homogène et optimal (révision et nettoyage régulier du pulvérisateur, contrôles interne et externe...).

Par ailleurs, le **réglage du matériel** est primordial pour appliquer la dose voulue à l'hectare, avoir une pulvérisation homogène sur l'ensemble de la végétation et minimiser la dérive. Différents paramètres sont à étalonner :

– **la vitesse d'avancement** (km/h) ;

– le **débit de l'appareil** (l/min) qui tient compte du volume de bouillie par hectare qu'on veut pulvériser, de la largeur de traitement (en mètres, correspondant généralement en arboriculture à la largeur séparant les rangs de plantation) et de la vitesse d'avancement (km/h) ;

– le choix des buses et de la pression (se référer aux tableaux des fabricants).

La qualité de la répartition de la pulvérisation peut être vérifiée en plaçant des papiers hydrosensibles dans la végétation (agrafés sur les feuilles), en vérifiant par des observations phytosanitaires les efficacités des interventions ou par la vérification de l'adéquation entre les volumes appliqués et les surfaces traitées.

Rappel sur la notion de « dose de produit phytopharmaceutique »

Il faut distinguer deux notions : le **volume de bouillie** (mélange, généralement dans l'eau, qui sert de vecteur, d'une préparation phytopharmaceutique destinée à être appliquée par pulvérisation, arrosage ou trempage) qui a pour but d'assurer une bonne répartition du produit phytopharmaceutique (mouillage, proportion de la surface des organes recouverte par le produit...) et la **dose** qui correspond à la quantité (masse ou volume) de produit ou de substance active appliqué par unité de surface (dose/hectare) ou par hectolitre de bouillie (dose/hectolitre). La dose d'emploi doit être conforme à la réglementation (autorisation de mise sur le marché, AMM), qui définit une dose homologuée maximale à ne pas dépasser pour l'usage donné (couple culture x bio-agresseur, complété éventuellement par des précisions sur le mode ou le champ d'application).

En arboriculture, la dose d'un produit phytopharmaceutique est historiquement exprimée en dose/hectolitre pour les produits de traitements des parties aériennes, avec une généralisation progressive à une expression en dose maximale/hectare à ne pas dépasser. Cette spécificité propre aux plantes pérennes a pour objectif de permettre une modulation de la dose/hectare en fonction du volume de végétation des arbres, dans la limite de la dose maximale/hectare autorisée qui est indiquée sur l'étiquette du produit.

▶ **Des surfaces foliaires/hectare différentes selon les vergers**

L'intérêt d'une dose/hectolitre est de pouvoir adapter la dose à apporter à l'hectare en fonction du type de verger. En effet, les arbres peuvent avoir des volumes de végétation et des surfaces foliaires très différents en fonction de leur gabarit qui dépend de leur âge, du mode de conduite, du porte-greffe, des distances de plantation et de l'itinéraire cultural. La surface foliaire évolue également dans la saison, sur une même parcelle, entre le débourrement et la pleine feuillaison. Pour la quasi-totalité des produits phytopharmaceutiques, c'est la dose par centimètre carré de feuillage (ou de fruit) qui fait l'efficacité.

La dose à appliquer par hectare devra être modulée, dans le respect de la réglementation, en fonction du gabarit du verger, de son stade végétatif et de sa surface foliaire, au risque sinon de sous-doser les produits dans les vergers de fort volume et de les sur-doser dans les vergers de faible volume.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICIENCE DES TRAITEMENTS

▶ **Notion de « point de ruissellement » ou de « goutte pendante » (volume normal)**

Historiquement, les pulvérisations se faisaient à la lance en balayant la végétation, jusqu'à la limite du ruissellement. On recouvrait ainsi totalement le végétal avec la bouillie, sans déperdition. La quantité de bouillie effectivement pulvérisée à l'hectare, et par conséquent la dose de produit phytosanitaire, dépendait donc bien de la surface foliaire et du volume de végétation. En pulvérisation à volume normal sur des vergers avec des arbres de grande dimension (plus de 3,50 m de hauteur), le volume de bouillie pour atteindre le point de ruissellement peut correspondre à 1500-2000 l/ha. Par contre, en vergers piétons (hauteur de 2 à 2,5 m), le point de ruissellement est souvent atteint avec un volume de 1 000 l/ha. Ce volume est donc devenu, pour de nombreuses espèces et types de verger, le volume de référence usuel pour déterminer la dose/hectare de substance active.

Ainsi, un peu arbitrairement, la dose/hectare correspondait pour la majorité des vergers à la dose/hectolitre multipliée par 10, c'est-à-dire calculée sur une base d'un traitement à 1 000 l/ha de bouillie. Exemple : pour un produit homologué à 0,100 kg/hl avec un volume de 1 000 l, la dose/hectare est égale à 1 kg de produit commercial. Mais pour un verger de gros gabarit où le volume « point de ruissellement » est par exemple de 1 500 l/ha, un produit à 0,100 kg/hl est théoriquement appliqué à 1,5 kg/ha **(tableau 1)** si la dose maximum de l'AMM le permet.

▶ **Le volume réduit**

Avec l'amélioration des performances du matériel de pulvérisation, il est possible d'obtenir une bonne homogénéité de la répartition des produits pulvérisés au sein de la frondaison avec un volume de bouillie inférieur à celui correspondant au point de ruissellement. Dans ce cas, le volume de bouillie pulvérisé ne dépend plus de la surface foliaire du verger, mais du type et de la performance du matériel de pulvérisation utilisé. L'objectif de la pulvérisation reste toutefois le même qu'en volume normal : recouvrir l'ensemble du végétal de façon homogène avec la substance active. Selon les régions et les espèces, les volumes de bouillie effectivement pulvérisés pour le pommier en axe varient le plus souvent de 200 l à 800 l/ha.

Se pose alors la question de la dose/hectare de produit phytosanitaire. En toute logique, pour un même verger, cette dose/hectare doit être la même, quel que soit le volume de bouillie utilisé, l'eau n'étant qu'un vecteur.

En pulvérisation à volume réduit, la dose/hectare correspond donc à la dose/hectolitre multipliée par le nombre d'hectolitres estimés nécessaires pour arriver au point de ruissellement sur ce type de verger. Par simplification et convention, cette dose/hectare est souvent calculée sur la base d'un volume de bouillie de 1 000 l/ha (soit dose/hectolitre x 10).

▶ **Le calcul de la dose/hectare pour l'adapter au volume foliaire**

Lors de l'autorisation de la mise sur le marché, les doses sont aujourd'hui données soit par hectare soit par hectolitre (calculées sur une base d'un traitement de 1 000 litres de bouillie/hectare), mais avec une dose maximale à ne pas dépasser par hectare.

Pour augmenter l'efficience d'utilisation des produits phytopharmaceutiques, il serait nécessaire de déterminer précisément le volume de surface foliaire à traiter à l'instant t, afin d'apporter juste ce qui est nécessaire pour garantir une efficacité optimale par rapport aux bio-agresseurs.

Pour cela, il serait souhaitable de disposer d'une méthode à la fois simple d'utilisation et fiable pour réaliser cette adaptation, comme c'est le cas dans de nombreux pays ; ces méthodes consistent généralement à évaluer la surface foliaire du verger à partir de mesures simples comme la hauteur de frondaison, l'épaisseur des arbres, la largeur entre rangs.

Au niveau de l'Union européenne, c'est la méthode LWA *(leaf wall area*, en français « surface de haie foliaire ») qui devrait être adoptée dans les années à venir. Le verger en haie fruitière est considéré comme un mur dont on calcule la surface de la façon suivante : (hauteur de la haie x 10 000)/largeur entre rang) x 2. La dose de produit serait exprimée par mètre carré de LWA avec une dose maximale à ne pas dépasser.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICIENCE DES TRAITEMENTS

Le tableau 1 présente un exemple de détermination de la dose/hectare d'un produit phytopharmaceutique (produit ayant une dose autorisée de **0,100 kg/hl** pour l'espèce et l'usage considéré, avec une **dose maximale à ne pas dépasser de 1,3 kg/ha).** Quatre dimensions de vergers sont prises comme exemple afin d'illustrer le volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement.

Dans le cas du verger **1,** l'adaptation de la dose au volume de surface foliaire permet de réduire la quantité de produit appliquée par hectare par rapport à la dose usuelle calculée sur la base de 1 000 l/ha de bouillie (cas du verger **2**). Pour les vergers **3** et **4**, la surface foliaire étant élevée, la dose/hectare théorique dépasse la dose calculée sur la base de 1 000 l/ha de bouillie, mais reste plafonnée à la dose AMM maximale à ne pas dépasser. L'exemple illustre également que l'utilisation d'un volume de bouillie réduit ne modifie pas la dose/hectare : la concentration de la bouillie sera alors augmentée pour appliquer cette dose/hectare dans le volume réduit utilisé.

Tableau 1. Détermination de la dose/hectare.

Verger	Volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement (volume normal/hectare)	Volume de bouillie réellement utilisé/hectare dans le cadre d'un volume réduit	Coefficient multiplicateur correspondant au volume de végétation du verger [1]	Dose/hectare[3]
Verger 1	700 l	400 l	7	**0,700 kg/ha**
Verger 2	1000 l	400 l	10	**1,000 kg/ha**
Verger 3	1200 l	400 l	12	**1,200 kg/ha**
Verger 4	1500 l	400 l	13 [2]	**1,300 kg/ha** [3]

[1] **Le coefficient multiplicateur** permet de calculer la dose/hectare en fonction de la dose/hectolitre et du volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement. Ce coefficient est égal au volume de bouillie permettant d'atteindre le point de ruissellement divisé par 100, dans la limite de ne pas dépasser la dose maximale autorisée.

[2] Si le coefficient calculé entraîne une dose/hectare supérieure à la dose maximale autorisée, alors le coefficient est égal à la dose/hectare maximale autorisée divisée par 100.

[3] Si la dose/hectare calculée est supérieure à la dose maximale autorisée alors la dose/hectare est égale à la dose maximale autorisée.

Cette technique permet, sur des jeunes vergers, des économies substantielles de produits phytopharmaceutiques. Il est cependant important de signaler que cette méthode d'adaptation de la dose au volume de végétation nécessite d'être expérimentée dans des conditions très diversifiées (conditions climatiques, types de pulvérisateur, stades phénologiques des arbres et des bio-agresseurs...) afin de garantir le maintien de l'efficacité des produits phytopharmaceutiques et d'évaluer les risques d'induire plus fréquemment des phénomènes de résistance des bio-agresseurs aux produits phytopharmaceutiques avec l'utilisation de doses réduites.

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICIENCE DES TRAITEMENTS

Optimisation de l'efficacité des traitements

L'efficacité d'un traitement dépend de différents paramètres qu'il faut intégrer pour optimiser l'intervention :

▶ **le stade biologique du bio-agresseur** (ravageur, maladie ou adventice). Les bio-agresseurs sont plus ou moins sensibles aux traitements selon leur stade de développement. C'est souvent l'âge et l'état des cuticules (couche externe qui recouvre et protège les adventices et les ravageurs) qui expliquent les niveaux d'efficacité. Par ailleurs, pour certaines substances actives (modes d'action spécifiques), le stade biologique du bio-agresseur conditionne totalement l'efficacité (ex. un insecticide ovicide doit être positionné juste avant le dépôt des œufs ciblés) ;

▶ **les conditions climatiques** avant et après le traitement :

• **l'hygrométrie et la température** conditionnent l'état des cuticules des ravageurs et l'état d'ouverture des stomates (petits orifices dans l'épiderme du végétal) et donc la pénétration du produit dans la cible (porosité de la cuticule au milieu aqueux pour les ravageurs, pénétration des produits systémiques dans le végétal) et une part de l'efficacité de la substance active. En outre, en plein soleil avec une température élevée et une faible hygrométrie, la vaporisation rapide du produit peut réduire son efficacité. Les températures optimales pour réaliser un traitement sont situées entre 15 et 22 °C, les températures extrêmes sont donc à éviter. L'humidité relative de l'air est optimale au-delà de 75 %, ce qui correspond en général au début de la matinée ou à la fin de la journée,

• **le vent** entraîne un phénomène de dérive des produits. Il doit être faible lors d'un traitement avec une limite réglementaire à ne pas dépasser (vitesse inférieure à 19 km/h),

• **la pluie** entraîne le lessivage des produits. Les traitements ne doivent pas être effectués en cas de prévision de pluie importante à court terme. De plus, les traitements doivent être effectués sur feuillage sec (sauf exception). Cependant, pour certains bio-agresseurs, il peut être nécessaire d'appliquer un traitement préventif pour protéger le végétal juste avant un épisode pluvieux pouvant occasionner de graves risques de contamination (ex. cloque, tavelure...), notamment lorsque les traitements curatifs sont moins efficaces ou plus susceptibles d'induire des mécanismes de résistance aux produits phytopharmaceutiques. Dans ce cas, il est conseillé de choisir des spécialités commerciales ayant une meilleure tenue au lessivage quand elles existent,

▶ **l'ajout d'adjuvant(s)** dans la bouillie avec le(s) produit(s) phytopharmaceutique(s) peut améliorer l'efficacité du(es) produit(s) phytopharmaceutique(s). Toutefois, ces adjuvants doivent être autorisés et avoir démontré une efficacité.

En expé

– Adaptation de **l'outil Optidose® sur raisin de table** par la station La Tapy (Reynaud, 2013).

– Pulvérisateurs limitant la dérive :

=> Type tunnel permettant de limiter la dérive en verger, en haie fruitière basse (Turbocoll®).

=> Pulvérisateur à pulvérisation électrostatique (ex. Kwh®).

=> Pulvérisateur à flux tangentiels.

– Systèmes de traitement fixe sur frondaison : utilisation d'un réseau fixe d'irrigation pour l'application des produits phytopharmaceutiques sur la culture. Pulvérisation par aspersion sur frondaison à l'aide de micro-asperseurs situés au-dessus de chaque arbre. En étude au Ctifl et en stations régionales, mais ce mode d'application est **non autorisé** actuellement (contrairement aux pulvérisateurs en expérimentation ci-dessus).

Pulvérisateur pneumatique à jet porté pour contrôle optimal des traitements

FICHE n°5 : AUGMENTATION DE L'EFFICIENCE DES TRAITEMENTS

POUR EN SAVOIR PLUS

Pour en savoir plus...

Réglage et entretien du matériel de pulvérisation

• Agroscope/Agora/Agridea/Amtra/EIC, 2012. Guide arbo 2014-2015 [en ligne] *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* Vol. 46 (1), 54-55. Disponible sur : http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/guide_arbo_2014-2015.pdf [consulté le 12/06/14]

• Chambre d'Agriculture du Vaucluse, 2013. Guide phytosanitaire à l'usage des producteurs de Paca, 48 p.

• Chambre régionale d'agriculture Paca, Station La Pugère, 2014. Guide production fruitière intégrée 2014. *Objectifs Info Arbo*, 36-39.

• Corpen, 2012. Techniques d'application et de manipulation des produits phytosanitaires [en ligne].Disponible sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/Techniques-d-application-et-de.html [consulté le 12/06/14]

• Gendrier J.-P., Lichou J., Baudry O., Orts R., Rondeau S., Soing P., Mandrin J.-F., 1999. *Outils de pilotage. Bonnes pratiques en arboriculture fruitière.* Éditions Ctifl, coll. Hortipratic, 214 p.

• Maaf. *Optimisation de l'application* [en ligne]. Disponible sur : http://agriculture.gouv.fr/Reduction-de-dose [consulté le 12/06/2014]

• MSA, 2005. Prévention et produits phytosanitaires [en ligne]. Disponible sur : http://references-sante-securite.msa.fr/front/id/SST/S_Des-outils--sante-et--securite/S_RISQUES/S_Chimique-et-phytosanitaire/publi_Prevention-et-produits-phytosanitaires.html [consulté le 12/06/14]

• Station La Pugère, 2005. Le machinisme en arboriculture. Le point sur les réglages. Dossier technique 2005 [en ligne]. *Objectif Info Arbo*. Disponible sur : http://www.lapugere.com/lapugere_public/publi/Dossier_tech/2005/DT2005_06-09.pdf [consulté le 12/06/14]

• UIPP, 2013. Bonnes pratiques phytopharmaceutiques : 10 gestes responsables et professionnels. Disponible sur : http://www.uipp.org/Bonnes-pratiques/Phytoprevention [consulté le 12/06/14]

Adaptation de la dose/hectare

• Agroscope/Agora/Agridea/Amtra/EIC, 2012. *Guide arbo* 2014-2015 [en ligne]. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* Vol. 46 (1), 52-53.
Disponible sur : http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/guide_arbo_2014-2015.pdf [consulté le 12/06/14]

• Ghion K., Sagnes J.-L., Dordolo M., Rivière N., Méry D., Maguy A., Lessoult C., 2013. Le guide Arbo du sud-ouest 2014. *L'action agricole.*Disponible sur : http://www.agri82.fr/arboriculture-et-raisin-de-table/traitementsphytosanitaires [consulté le 06/06/2014]

Outil Optidose en viticulture (raisin de table)

• Maaf-ACTA. EcophytoPIC [en ligne]. Disponible sur : http://viticulture.ecophytopic.fr/vt/v-boites-%C3%A0-outils/v-oad/optidose%C2%AE-en-ligne-sur-le-web-un-outil-pour-ajuster-les-doses-de [consulté le 12/06/14]

• Reynaud C., 2013. Réduire les doses d'intrants phytosanitaires avec Optidose®. *Vaucluse agricole*, 26/04/2013, 11.

• Reynaud C., 2013. Compte-rendu d'essai La Tapy. Raisin de table 2013 : Faisabilité du programme Optidose® en raisin de table au sein d'un réseau de parcelles – parcelles de Carpentras-Serres.

• Reynaud C., 2014. Compte-rendu d'essai La Tapy. Raisin de table 2013 : Faisabilité du programme Optidose® en raisin de table au sein d'un réseau de parcelles – parcelle de La Tour d'Aigues.

• Reynaud C., 2014. Compte-rendu d'essai La Tapy. Raisin de table 2013 : Optimisation des doses de pulvérisation par le concept Optidose® sur petites parcelles de raisin de table en lyre..