

ADAPTATION DES DOSES EN ARBORICULTURE FRUITIERE : QUELS SCENARIOS POSSIBLES?

F. VERPONT ⁽¹⁾, J. LE MAGUET ⁽²⁾ ET C. BELLEVAUX ⁽³⁾

⁽¹⁾ Verpont F., Ctifl, verpont@ctifl.fr

⁽²⁾ Le Maguet J., IFPC, jean.lemaguet@ifpc.eu

⁽³⁾ Bellevaux C., Invenio, c.bellevaux@invenio-fl.fr

RÉSUMÉ

L'adaptation des doses à l'état végétatif des cultures constitue un objectif clair de réduction des intrants identifié par la mission parlementaire et retranscrit dans le plan Ecophyto II. La construction d'une méthode d'adaptation de la dose à l'état végétatif des arbres en arboriculture nécessite plusieurs étapes dont la première, visant à caractériser la végétation à l'aide d'indicateurs simplifiés selon les typologies, les espèces et le stade végétatif. Cet article décrit les travaux et premiers résultats obtenus dans le cadre du projet PulvArbo (1), piloté par le Ctifl, en partenariat avec l'IRSTEA, les stations expérimentales d'Invenio, du Cehm, de La Morinière, de La Pugère, du Cefel, de la filière cidricole (IFPC, CRA Normandie, Agrial, APPCM) et mené en étroite collaboration avec la DGAL.

⁽¹⁾ Ce projet est financé par l'ONEMA et soutenu par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Mots-clés : Protection des cultures – adaptation dose – pommier – indicateurs de végétation.

ABSTRACT

DOSE ADJUSTMENT FOR FRUIT ORCHARDS : WHAT OPTIONS ?

Adapting pesticide doses to the growth stages of crops is clearly aimed at reducing inputs as identified by the parliamentary mission and implemented in the National Ecophyto II plan. The development of a method adapting the dose to the growth stage of the trees in orchards necessitates several stages, of which the first aims to characterize canopy volume using simplified indicators depending on typology, species and growth stage. This article presents the work carried out and the first results obtained within the PulvArbo project, led by the Ctifl, in partnership with the IRTSEA, the experimental stations (Invenio, CEHM, La Morinière, La Pugère, Cefel), and the cider sector (IFPC, CRA Normandie, Agrial, APPCM) and conducted in close collaboration with the DGAL.

Keywords: Crop protection – Dose adjustment – apple orchards – vegetation indicators.

UN CONTEXTE EN PLEINE EVOLUTION

AU NIVEAU NATIONAL

Fin 2015, la version du Plan d'action national Ecophyto 2 est présentée par le gouvernement. L'adaptation des doses à l'état végétatif des cultures constitue un objectif clair de réduction des intrants identifié par la mission parlementaire et retranscrit dans le plan ECOPHYTO II.

En France, l'arboriculture est une filière où la dose de produit appliquée est une vraie problématique. Elle se caractérise par une forte diversité des modes de conduite des vergers (haie fruitière, gobelet, grand volume) et une variation importante du volume de végétation entre le débourrement et la récolte. Historiquement, dans les dossiers d'homologation d'autorisation de mise sur le marché, la dose du produit phytosanitaire pour les traitements des parties aériennes en arboriculture était exprimée en kg ou l de produit / hl de bouillie. Le volume de bouillie pulvérisé correspondait à cette époque au point de ruissellement qui, tenant compte du mode de pulvérisation, était nécessaire à la bonne répartition du produit dans la végétation. Aujourd'hui, au vu de l'amélioration des performances du matériel de pulvérisation, un volume réduit (inférieur à celui nécessaire pour atteindre le point de ruissellement) permet de répartir la dose de matière active efficace dans l'ensemble de la végétation, sous-entendu comme le permettrait une application réalisée jusqu'au point de ruissellement. Mais dans la pratique, dans un souci de simplification et de sécurisation de l'efficacité, les producteurs multiplient la dose/hl par 10 (sur une base d'un volume de bouillie de 1000 l/ha) puis appliquent cette dose unique sur tous leurs ha cadastraux quel que soit le volume de végétation et le volume de bouillie appliquée (250 à 1000 l/ha). Cette pratique revient à une dose/ha cadastral fixe que les homologations ont défini depuis quelques années comme une dose maximum applicable. Certes, cette pratique de la dose fixe est facile à mettre en œuvre par le producteur mais elle conduit à des quantités de produits déposés par unité de surface sur le végétal très variables selon les typologies ou le développement végétatif des arbres. Dans certains cas, notamment sur jeunes vergers ou en début de végétation, la réduction de dose se pratique mais de manière non formalisée et non tracée. Bien entendu cette approche visant à adapter la dose au développement de la végétation ne pourra se faire qu'en considérant les performances du matériel de pulvérisation. Un pulvérisateur bien réglé pour une performance optimale est la condition nécessaire pour rentrer dans une démarche sécurisée d'adaptation de la dose.

A L'ECHELLE EUROPEENNE

A l'échelle européenne, les modes d'expression de la dose utilisés en arboriculture varient mais un certain nombre de pays disposent déjà d'un mode d'expression de la dose tenant compte du stade végétatif : l'Allemagne, l'Autriche dans la zone Centre et tous les pays de la Zone Nord (soit la Finlande, le Danemark, la Suède) avec une dose exprimée selon la hauteur de la canopée, la Belgique avec une dose exprimée pour 10 000 m² de LWA (Leaf Wall Area), la Suisse avec une dose pour 10 000 m³ de TRV (Tree Row Volume). Avec un mode d'expression de ce type, quel que soit l'indicateur (hauteur de canopée, LWA, TRV), la dose appliquée évolue au cours de la saison avec le développement végétatif des arbres : les doses sont réduites sur jeunes vergers ou en début de saison sans pour autant que l'efficacité des produits soit moindre.

L'expression de la dose a été discutée à plusieurs occasions en Europe durant les 10 dernières années et ces discussions avaient abouti à la rédaction du document guide OEPP Standard PP1/239 « *Dose expression for plant protection products* ». A l'époque, la zone Sud, dont la France fait partie, n'avait pas été associée à ces échanges sur le sujet et dans tous les cas, même si l'intérêt de l'harmonisation de l'expression de la dose avait été reconnu, aucun consensus n'avait pu être trouvé par les pays participants à ces discussions (Zones Nord et Centre). Récemment (17 au 20 octobre 2016), un colloque OEPP a eu lieu sur l'harmonisation du mode d'expression de la dose en cultures « hautes » dans le cadre de l'évaluation zonale des produits. Ce workshop a réuni les Agences d'évaluation (l'ANSES pour la France), les firmes phytosanitaires (à travers l'ECPA, European Crop

Protection Association), les instituts techniques, et les prestataires réalisant des essais d'efficacité. Un consensus a été trouvé entre les pays sur les cultures de fruits à pépins, la vigne et les cultures de tomates/concombres sous serre. Pour ces 3 types de cultures, il a été acté que le LWA (Leaf Wall Area) serait désormais le mode d'expression de la dose utilisé dans le cadre de l'évaluation zonale des produits phytosanitaires. Libre ensuite à chaque pays d'utiliser ce mode d'expression sur l'étiquette produit ou de le convertir dans le mode d'expression réglementaire en cours à l'échelle nationale. Pour les autres cultures, comme les fruits à noyaux, les citrus et oliviers, aucune décision n'a été prise par manque de références à l'heure actuelle. Dans tous les cas, cette décision montre combien le sujet d'une dose tenant compte de l'évolution de la végétation est d'actualité.

LA DEMARCHE UTILISEE DANS PULVARBO

La construction d'une méthode d'adaptation des doses tenant compte du développement du végétal nécessite plusieurs étapes :

- 1 - La caractérisation des vergers français par différents indicateurs : quelles surfaces et volumes de végétation à traiter selon les typologies, les espèces ?
- 2 – La définition du ou des indicateurs végétatifs les plus pertinents pour passer de la dose homologuée actuelle fixe à une dose variant en fonction du développement des arbres
- 3 – L'évaluation in situ de différents scénarios d'adaptation des doses et de leurs impacts sur l'efficacité biologique, le rendement commercial, l'IFT et le coût des intrants.

La caractérisation de l'évolution de la végétation selon les typologies fruitières est une étape primordiale pour envisager les travaux d'adaptation des doses. Les arbres fruitiers se développent dans un espace à trois dimensions, matérialisé à l'échelle de l'hectare de verger par le linéaire (longueur totale des rangs), la hauteur et la largeur de la haie foliaire. A partir de là, les surfaces et volumes foliaires à traiter peuvent être calculés selon les stades végétatifs mais aussi selon la forme des arbres. En arboriculture, on recense 3 grands groupes de typologie : forme « sapin » (haie fruitière fruits à pépins : pommiers, poiriers, pommiers à cidre), forme « boule » (gobelet fruits à noyaux), arbres de grand volume (noyers, châtaigniers). Deux indicateurs d'évaluation des surfaces et volumes foliaires à traiter existent déjà à l'échelle internationale. Il s'agit du LWA (Leaf Wall Area) et du TRV (Tree Row Volume). Le LWA s'exprime en m² de surface foliaire à traiter / ha cadastral et se calcule à partir de la hauteur traitée de végétation et de la distance entre rangs, le TRV s'exprime en m³ de volume foliaire à traiter / ha cadastral et se calcule à partir de la hauteur traitée, de la largeur de la canopée et de la distance entre rangs. L'acquisition de ces données permet de définir pour chaque typologie et chaque espèce étudiée :

- Le LWA et le TRV représentatifs du verger « standard » (90^{ème} percentile) en pleine végétation de l'espèce considérée : ces données seront indispensables pour l'éventuelle définition du plafonnement de la dose max en fonction d'une valeur LWA ou TRV.
- L'évolution des paramètres hauteur, largeur de canopée, LWA et TRV au cours de la saison selon la typologie considérée (quelle évolution entre le 1^{er} traitement en sortie d'hiver et le dernier traitement en pleine végétation ?). Ces données permettront d'évaluer la marge de manœuvre en termes de réduction d'intrants que l'on pourra attendre par typologie avec un mode d'expression de la dose tenant compte de l'évolution du végétal au cours de la saison.

ETAPE 1 : CARACTERISATION DES VERGERS

QUELS SURFACES ET VOLUMES FOLIAIRES A TRAITER PAR ESPECE ET/OU TYPOLOGIE ?

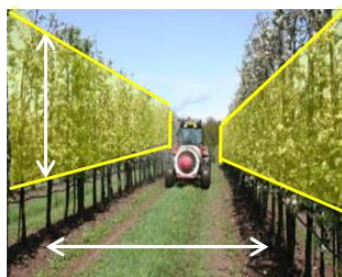
300 vergers ont été suivis depuis 2015 par les partenaires du projet PulvArbo mais aussi par des partenaires hors projet PulvArbo sur leur propre initiative (stations expérimentales de la Serfel, de la

Senura, BIP, GRCETA Basse Durance, Raison'Alpes et Chambre d'Agriculture Hautes-Alpes). La participation active à ces mesures de ces collègues a permis d'élargir le panel des espèces à la prune d'ente, aux pêchers et abricotiers ainsi qu'aux noyers.

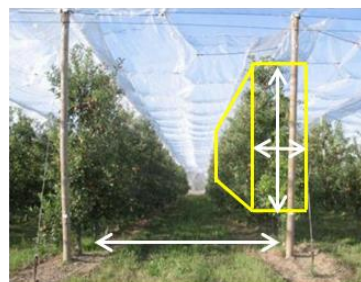
Compte-tenu des évolutions de méthodologie entre 2015 et 2016, seuls les jeux de données 2016 et 2017 sont présentés dans cette synthèse. Pour chaque verger suivi sont relevés sur 10 arbres par verger à chaque date de mesure : le stade BBCH, l'espèce, la variété, la conduite, la hauteur traitée, la largeur de la canopée, la distance entre rangs, la typologie (sapin, boule ou grand volume). A partir de ces mesures sont calculés les indicateurs LWA (Leaf Wall Area en m²/ha) et TRV (Tree Row Volume en m³/ha) selon les formules suivantes (Figure 1) :

Cas d'un verger de pommier

LWA : estimation surface foliaire à traiter



TRV : estimation volume foliaire à traiter



$$\text{LWA en m}^2 \text{ de haie/ha} = \frac{(2 \times \text{hauteur canopée}) \times 10000}{\text{distance entre rangs}}$$

$$\text{TRV en m}^3 \text{ de haie/ha} = \frac{(\text{hauteur canopée} \times \text{largeur canopée}^*) \times 10000}{\text{distance entre rangs}}$$

* : dans le cas de verger de type « boule » (gobelet) un facteur de 2/3 est affecté.

Figure 1 : calcul des indicateurs LWA et TRV sur un exemple de verger de pommiers

Une base de données multi-sites a été créée afin de regrouper tous les résultats. Cette base de données permet de croiser différents paramètres selon des clés de tri et de représenter ainsi différentes figures. La figure 2 ci-dessous représente par exemple la distribution des valeurs Hauteurs traitées / Largeurs canopée selon l'espèce, tous stades et tous âges confondus. Pour plus de lisibilité, les valeurs issues des vergers de noyers ont été retirées (sur les vergers de noyers mesurés, les hauteurs traitées varient de 6 à 11 m et les largeurs de canopée de 6.5 à 12.7 m) :

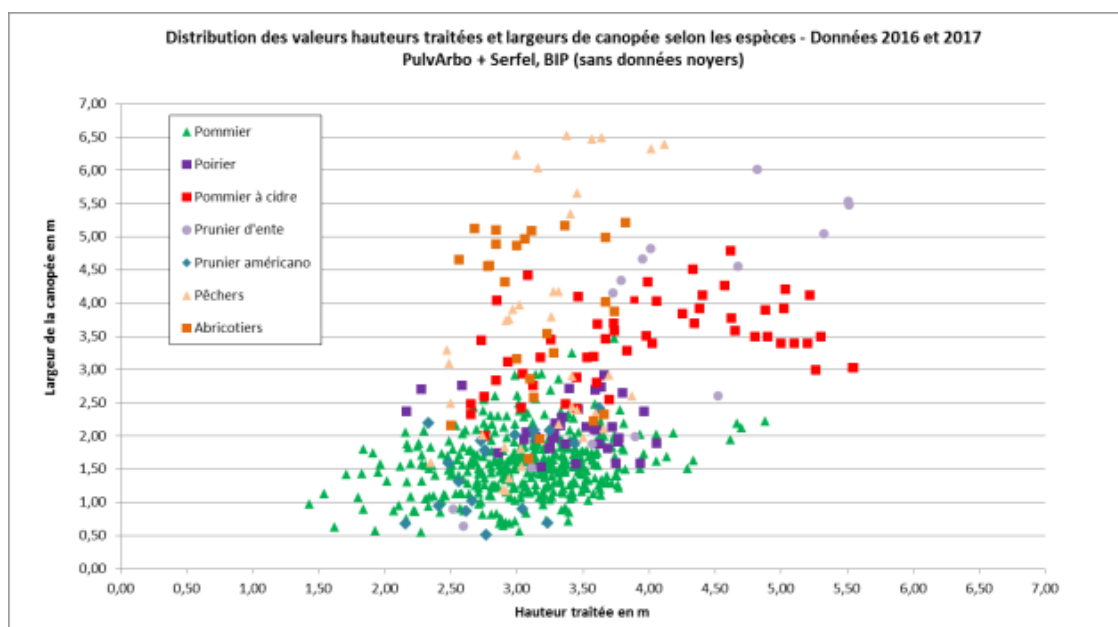


Figure 2 : distribution selon l'espèce des valeurs Hauteurs traitées et Largeurs de canopée

En connaissant les distances entre rangs de chaque verger suivi, on peut alors calculer les indicateurs de végétation LWA et TRV. La figure 3 montre l'étendue des valeurs LWA et TRV entre espèces mais aussi au sein d'une même espèce :

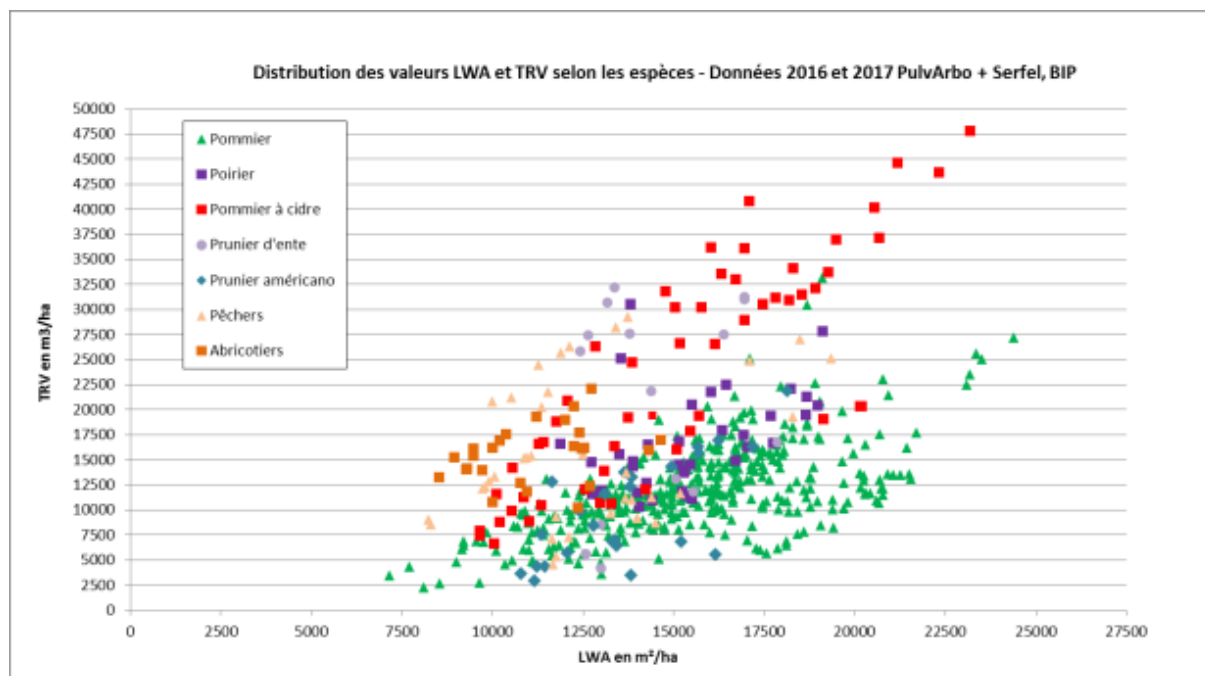


Figure 3 : distribution des valeurs LWA et TRV selon les espèces

Quelle que soit l'espèce considérée, cette figure montre la variabilité caractérisant les vergers français. Et ces résultats démontrent bien l'intérêt d'aller vers une adaptation de la dose appliquée qui tienne compte de la variabilité de la végétation tant d'une espèce à l'autre qu'au sein d'une même espèce. Pour ne prendre que l'exemple du pommier, à l'heure d'aujourd'hui, que le verger ait une surface foliaire à traiter de 7500 m² de LWA/ha ou de 25000 m² de LWA/ha, la dose appliquée exprimée en dose/ha cadastral est la même, ce qui conduit dans certains cas à des surdosages en début de végétation ou sur des jeunes vergers et à des probables sous dosages en fin de végétation ou sur des vergers très développés. Dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité des produits de protection des plantes en vue de leur homologation pour les fruits à pépins il a été acté fin 2016 que le mode d'expression de la dose utilisé à l'échelle européenne serait le LWA. A partir de là, les pays des différentes zones (Nord, Centre et Sud) vont devoir définir un verger standard pour les espèces concernées (fruits à pépins), défini par une valeur LWA qui fixera la dose maximale à appliquer par ha. Les données acquises au sein du projet PulvArbo vont donc être profitables à la définition de ce verger « fruits à pépins » standard. Avec l'aide et l'expertise de l'ANSES et de la DGAL, nous avons retenu plusieurs critères pour la définition de ce verger standard : sélection unique des valeurs obtenues sur les vergers « adultes » (pour les fruits à pépins ≥ à 5 ans), au stade pleine végétation (à partir de fin juin). Ce traitement des données conduit à un verger standard « fruits à pépins » de 16980 arrondi à 17000 m² de LWA par ha cadastral (Figure 4). Pour les produits bénéficiant déjà d'une AMM, cette valeur de 17000 m² de LWA pourrait correspondre au plafonnement de la dose maximale à appliquer par hectare, avec possibilité d'adapter la dose sur des vergers fruits à pépins dont le LWA est inférieur à 17000 m² et une dose max applicable dès lors que le verger a un LWA supérieur ou égal à 17000 m² par hectare cadastral.

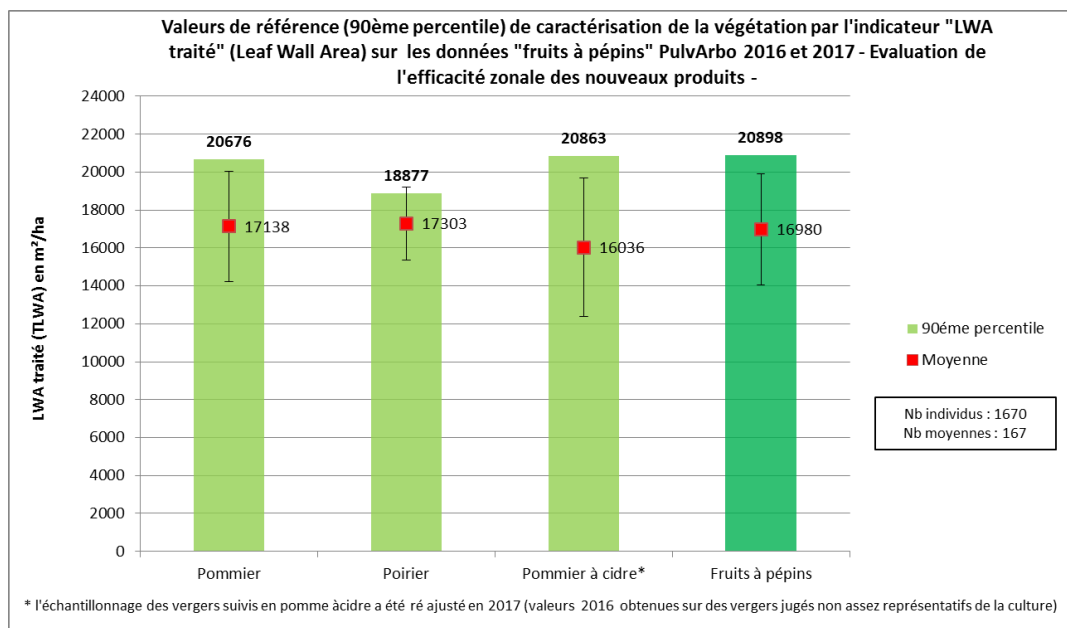


Figure 4 : Valeurs LWA de référence pour la définition de vergers « fruits à pépins » standards.

Grâce à la base de données construite, la même analyse peut être faite sur les autres espèces ainsi que sur l'indicateur de végétation TRV.

Outre la définition des surfaces et volumes foliaires « standards » à traiter selon les espèces, l'intérêt de ces mesures est de pouvoir estimer l'évolution des différents paramètres mesurés et calculés au cours de la saison pour un même verger.

QUELLE EVOLUTION DE LA VEGETATION A TRAITER EN COURS DE SAISON ?

L'évolution des paramètres hauteur traitée, largeur de canopée, LWA, TRV au cours de la saison selon la typologie ou l'espèce considérée, est importante à connaître. Cela permettra de déterminer les indicateurs les plus pertinents à prendre en compte dans les différents scénarios possibles d'adaptation de la dose au développement végétatif des arbres. L'évolution de ces variables étant forte à très forte sur de jeunes vergers en pleine croissance, la figure ci-dessous est donnée à titre d'exemple et basée uniquement sur les valeurs issues des vergers adultes. Pour ne prendre que le cas du pommier, on peut considérer que la hauteur traitée d'un verger de pommier standard adulte augmente en moyenne de 20% (figure 5) entre le mois de mars, lors des premiers traitements, et la fin juillet, alors que la largeur de la canopée augmente de 30% en moyenne.

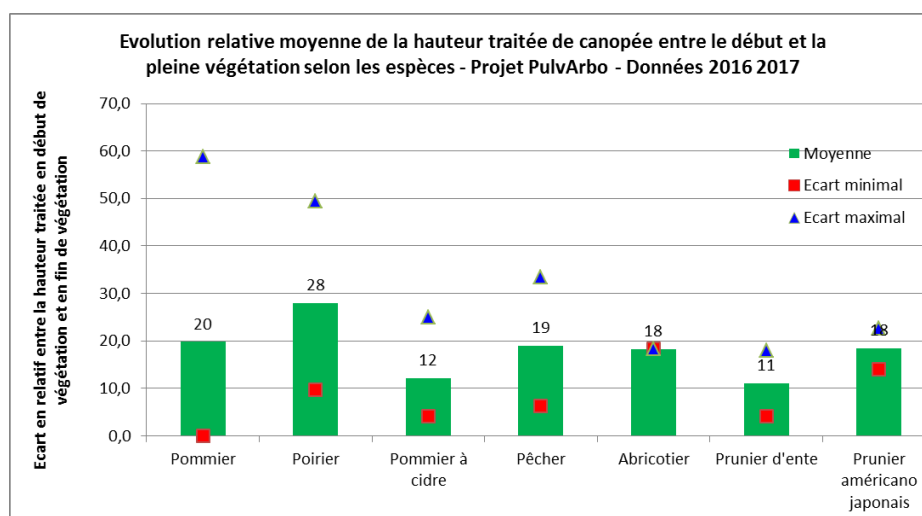


Figure 5 : Evolution relative moyenne de la hauteur traitée de canopée entre le début et la pleine végétation.

LES PERSPECTIVES DE SIMPLIFICATION DES MESURES MANUELLES DE CARACTERISATION DE LA VEGETATION...

Les mesures manuelles de hauteur, de largeur, oui, mais....ces dernières restent difficiles à mettre en œuvre sur des typologies type gobelet ou arbres de grands volumes (noyers par exemple) voire même sur des haies fruitières. Dans le cadre du projet PulvArbo, l'idée est de « standardiser » ces mesures par l'utilisation d'un capteur laser embarqué (le LiDAR, Light Detection and Ranging). Les travaux seront décrits dans un article dédié et une présentation spécifique des résultats sera faite à l'oral par l'IRSTEA.

ETAPE 2 : ELABORATION DE SCENARIOS D'ADAPTATION DES DOSES

Les scénarios élaborés et testés en 2016 et 2017 ont évolué, tenant compte à la fois de de l'acquisition des données de caractérisation de la végétation de l'étape 1 et tenant compte aussi des évolutions en cours à l'échelle européenne (préconisations ECPA – European Crop Protection Association) et des réflexions en cours au niveau national (ANSES et DGAL).

Le tableau 1 ci-dessous décrit les scénarios d'adaptation des doses testés en 2016 et 2017 :

Année	Type d'adaptation	Principe	Remarque
2016	Adaptation sur le principe du LWA	Adaptation linéaire de la dose en fonction de l'évolution du LWA dans la saison avec un plafonnement de la dose à la dose max dès que le verger atteint un LWA de 15000 m ² /ha	La valeur de 15000 m ² /ha a été définie par l'ECPA (European Crop Protection Association). Valeur verger pommier standard Zone Centre.
2017	Adaptation sur le principe du LWA	Adaptation linéaire de la dose en fonction de l'évolution du LWA dans la saison avec un plafonnement de la dose à la dose max dès que le verger atteint un LWA de 17000 m ² /ha	La valeur de 17000 m ² /ha a été définie à partir des données PulvArbo obtenues dans l'action 1. Valeur correspondant à un verger de pommier standard en France.
	Adaptation sur le principe d'une grille croisant les stades BBCH et des classes de hauteurs traitées et largeurs de canopée.	En fonction du stade, de la hauteur des arbres et de la largeur de la canopée, l'adaptation est préconisée en % de la dose pleine	1 grille pomme de table, 2 grilles pomme à cidre.

Tableau 1 : Principes des scénarios testés en 2016 et 2017

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES SCENARIOS TESTES

Le premier scénario testé et ayant évolué entre 2016 et 2017 est basé sur la méthode recommandée par l'ECPA (European Crop Protection Association), déjà appliquée dans les pays utilisant comme mode d'expression de la dose le LWA. Ce scénario n°1 vise à tester une méthode d'adaptation linéaire de la dose en fonction du LWA du verger. L'adaptation est plafonnée par une valeur de LWA pré définie correspondant à un verger standard en pleine végétation à partir de laquelle la dose pleine sera appliquée. En 2016, c'est la valeur préconisée par l'ECPA qui a été utilisée, à savoir 15000 m² de LWA/ha (valeur issue des données collectées par l'ECPA sur des vergers fruits à pépins de la Zone Centre, soit en Allemagne, Belgique, Autriche...). Cette valeur s'est avérée trop basse ne permettant pas à tous les sites une adaptation de la dose sur les vergers supports de ces essais. En effet, dans plusieurs cas, les vergers supports avaient un LWA en début de végétation supérieur à cette valeur de 15000 m²/ha. C'est pourquoi en 2017, en s'appuyant sur les données 2016 acquises dans l'action 1 sur la caractérisation des vergers, nous avons défini une valeur de verger standard « pommiers » pour la France de 17000 m²/ha. Par conséquent, une fois que le verger a atteint cette valeur de LWA, la dose max est appliquée.

Le second scénario vise à tester une méthode d'adaptation des doses ne mettant en œuvre aucun calcul et prenant en compte la largeur de la canopée et le stade de végétation, ce que ne fait pas le scénario n°1. Une grille a été établie pour les vergers de pommiers (figure 6) et deux autres pour les vergers de pommiers à cidre, avec des classes de hauteur et largeur de canopée adaptées à la typologie pommiers à cidres. Ces grilles ont été construites à partir de la base de données PulvArbo après un traitement statistique pour la mise en classe de ces données. Dans les deux cas, les doses à appliquer sont exprimées en % de la dose pleine :

Grille Pommes de table :

	Stade BBCH < 69			Stade BBCH > 69		
	Largeur canopée en m			Largeur canopée en m		
Hauteur traitée en m	0.5 à 1.5 m	[1.5 à 2.5 m[	≥ 2.5 m	0.5 à 1.5 m	[1.5 à 2.5 m[	≥ 2.5 m
< 2.5 m	40	50		60	70	
2.5 à 3.2 m[	70	80	100	80	90	100
[3.2 à 4.2 m[	80	90	100	90	100	100
≥ 4.2 m		90	100	90	100	100

Figure 6 : exemple grille pomme de table

ETAPE 3 : EVALUATION DES SCENARIOS

Ces scénarios ont été évalués sur les sites du Ctifl Lanxade, d'Invenio, de La Morinière, du Cefel, de La Pugère, du Cehm, de l'IFPC et de la CRA Normandie (2 sites producteurs). L'intérêt d'avoir ces 9 sites est de pouvoir tester ces scénarios dans différentes conditions de productions soumises à des pressions de bioagresseurs différentes.

Chacun des scénarios d'adaptation des doses est comparé à un Témoin non traité indicateur de la pression parasitaire annuelle, à une référence Dose homologuée pleine. En 2016, la valeur de 15000 m²/ha de LWA a été limitante sur plusieurs sites dont les vergers avaient déjà atteint cette valeur dès le début de la saison, ne permettant pas une adaptation de la dose. L'alternative d'une modalité « ¾ dose » toute la saison a été mise en place sur les sites concernés. Sur certains sites, une modalité « ½ dose », bas niveau, a aussi été mise en œuvre dans le comparatif.

Les protocoles d'observations et de notations bioagresseurs (tavelure, carpocapses, pucerons cendrés, pucerons lanigères, oïdium) sont identiques sur tous les sites. Un Indice de qualité sanitaire (élaboré dans le cadre du projet ExpDéphy Pommes 2012 – 2017) a été utilisé pour définir l'état général de qualité sanitaire du verger en fin de campagne. Cet indice se base sur les seuils et critères suivants :

	Seuil (%) Pommes de tables	Seuil (%) Pommes à cidre
Fruits tavelés (à la récolte)	2	10
Pousses tavelées (à la récolte)	20	40
Fruits touchés par carpo/tordeuses (à la récolte)	2	5
Pousses touchées par pucerons cendrés (mi-mai, juin)	15	20
Pousses touchées par pucerons lanigères (juillet)	30	30
Pousses oïdiées (juillet)	20	20

A partir de ces seuils, la qualité sanitaire du verger se définit ainsi :

- Maîtrise insuffisante : un seuil est dépassé sur les fruits pour au moins un bioagresseur, qu'il y ait, ou pas, des bio agresseurs sur pousses.
- Maîtrise moyenne : aucun seuil n'est dépassé sur les fruits mais un seuil est dépassé sur pousses pour au moins un bioagresseur.
- Bonne maîtrise : aucun bioagresseur n'est présent sur le verger ou aucun seuil dépassé sur fruits et pousses.

En plus de cet indice de qualité sanitaire, plusieurs indicateurs sont calculés en fin de campagne pour chacun des scénarios dont l'IFT (Indice de Fréquence de Traitement) et charge en intrants phytosanitaires.

LES PRINCIPAUX RESULTATS ACQUIS A CE JOUR :

Le tableau 2 ci-dessous résume les principaux points marquants de ces essais Adaptation des doses conduits dans différents contextes de production :

Scénarios Adaptation des doses			
	% réduction IFT (2016)	Qualité sanitaire par rapport à la Référence	
LWA avec plafonnement à 15000 m² LWA/ha	-7 à -24%	Egale dans 4 cas sur 4 à la Référence	
Avantages	Facile à mettre en œuvre sur vergers pomme de table conduits en axe.		
Limites / inconvénients	Valeur de 15000 m²/ha trop limitante par rapport à nos configurations françaises. 5 sites sur 9 n'ont pas pu mettre en place le scénario compte tenu du fait que cette valeur de 15000 m² de LWA / ha était déjà atteinte au débourrement.		
	% réduction IFT (2017)	Qualité sanitaire par rapport à la Référence	
		Pommes de table	Pommes à cidre
LWA avec plafonnement à 17000 m² LWA/ha	-1 à -22%	Egale dans 4 cas / 5 < à Référence dans 1 cas / 5	< à Référence dans 1 cas / 1
Avantages	Facile à mettre en œuvre sur vergers pomme de table conduits en axe. Peut permettre dans certains cas une réduction d'IFT allant jusqu'à 22%.		
Limites / inconvénients	Importance de la valeur de plafonnement. Selon la conduite du verger, impossibilité d'adapter la dose car LWA au débourrement = LWA plafonnement (2 cas sur 8). Quid si évolution vers une conduite des vergers allant vers une augmentation de la hauteur des arbres ? Vigilance particulière à avoir annuellement sur les périodes de mesures des indicateurs, bien tenir compte de l'effet année selon l'avancement végétatif et adapter les mesures en adéquation avec ce développement.		
	% réduction IFT (2017)	Qualité sanitaire par rapport à la Référence	
		Pommes de table	Pommes à cidre
Grille Adaptation des doses	-8 à -26%	Egale dans 6 cas / 6	Grille 2 : égale dans 1 cas / 1 Grille 3 : < dans 1 cas / 1
Avantages	Tient compte de plusieurs paramètres : stades BBCH, hauteur canopée, largeur canopée. Marge de réduction d'IFT intéressante, maîtrise qualité sanitaire identique à la Référence		
Limites / inconvénients	Vigilance particulière à avoir annuellement sur les périodes de mesures des indicateurs, bien tenir compte de l'effet année selon l'avancement végétatif et adapter les mesures en adéquation avec ce développement.		

Tableau 2 : conclusions principales sur les scénarios testés

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Tous ces travaux et résultats encourageants seront approfondis et poursuivis en 2018, 2019 et 2020. L'entrée dans une démarche d'adaptation de la dose ne peut se faire bien entendu qu'à la condition sine qua non d'utilisation d'un matériel de pulvérisation performant, sous-entendu bien réglé. L'identification des matériels, pratiques et réglages les plus performants a donc démarré dans le cadre de PULVARBO en 2015 ce qui donne lieu à un autre article présenté dans ces annales.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements aux partenaires du projet PulvArbo (Ctifl, IRSTEA, IFPC, La Morinière, Invenio, Cefel, SudExpé/Cehm, La Pugère, CRA Normandie, CRA Bretagne, Agrial, Cidres de Loire) et aux membres actifs du Comité de Pilotage de ce projet piloté par le MAAF/DGAL/SDQPV et financé par l'ONEMA.