

**AFPP – COLLOQUE SUR LES TECHNIQUES D'APPLICATION DE PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES
LYON – 13 ET 14 MARS 2018**

**PULVEFIX, UN NOUVEAU MODE D'APPLICATION DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES EN
VERGERS DE POMMIERS ?**

F. VERPONT ⁽¹⁾, S. BALLION ⁽²⁾, F. LEBERRE ⁽³⁾ ET D. VINCENT ⁽⁴⁾

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

⁽²⁾ Ballion S., Cefel, ballion.cefel@orange.fr

⁽³⁾ Leberre F., La Morinière, leberre.lamoriniere@orange.fr

⁽⁴⁾ VINCENT D., Netafim France, Damien.Vincent@netafim.com

RÉSUMÉ

L'évolution de la réglementation et de la société nous conduit à réfléchir au verger de demain et à étudier des techniques d'application des produits de protection des plantes « alternatives » et performantes pouvant répondre aux exigences environnementales, sociétales, techniques et réglementaires. Une nouvelle méthode innovante d'application, par système fixe de micro-asperion sur frondaison, a été développée par le Ctifl et son réseau de partenaires, dans un premier temps sur des vergers de pommiers, et donne des résultats prometteurs. Son adoption provoquerait un changement sans précédent des pratiques phytosanitaires avec un fort impact aussi bien au niveau environnemental, sociétal qu'économique.

Mots-clés : Protection des cultures – technique d'application – pommier – pulvérisation fixe.

ABSTRACT

PULVÉFIX : A NEW SPRAY APPLICATION METHOD FOR THE ORCHARDS ?

Taking into account regulatory and societal developments, the actions of the Pulvefix project aim to study an innovative method of applying crop protection products using a fixed system of overtree micro-sprinklers, first of all in apple orchards. This project, led by the Ctifl, began in January 2016 for a three-year period. There are four collaborators : the Ctifl, Netafim France and the regional experimental stations of la Morinière and Cefel. Besides the development of an optimised, efficient and sustainable prototype, this project aims to evaluate this technique on its agronomic, environmental and economic performances. The first results are very encouraging.

Keywords: Crop protection – Spray application technique – apple orchards – Fixed Spraying system.

QUELQUES ELEMENTS DE CONTEXTE

LES PULVERISATEURS ET LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES SOUVENT EN LIGNE DE MIRE...

À l'heure actuelle, la principale technique utilisée pour l'application des produits phytosanitaires en arboriculture est la pulvérisation à jet porté multidirectionnelle. Cette technique présente l'inconvénient majeur d'engendrer une forte dispersion des produits phytosanitaires. Du fait de leur impact pour l'homme et son milieu, les produits phytosanitaires posent aujourd'hui un réel problème environnemental et de santé publique et les contraintes pesant sur leur application se multiplient. Les traitements par pulvérisation dans certaines zones sensibles sont déjà fortement sur le déclin. Ils sont en de moins en moins acceptés par le public, sont parfois techniquement difficilement réalisables (phénomène de dérive lié aux matériels) et enfin, génèrent des risques vis-à-vis de l'environnement immédiat des arbres traités (faune, flore, public, problématique du délai de ré-entrée...). L'urbanisation continue de rapprocher fortement les habitants des zones de cultures déjà en place, induisant pour les riverains des problèmes de nuisances (bruit du pulvérisateur et du tracteur). Face à ces constats, la recherche de solutions alternatives tant en termes de produits que de matériel est incontournable. L'une des pistes de travail dégagée est l'étude sur l'application des produits de protection des plantes par système de pulvérisation fixe sur frondaison.

PRINCIPE ET INTERETS DE LA TECHNIQUE

Le principe consiste à appliquer les produits de protection des plantes et autres (régulateurs de croissance, engrais foliaires) via un système d'irrigation fixe sur frondaison équipé de micro-asperseurs. Ce système offre a priori plusieurs avantages :

- Un temps très court d'intervention permettant l'application des produits au moment le plus opportun indépendamment des contraintes climatiques ou de disponibilités de la main d'œuvre et à des cadences adaptées (optimisation de l'utilisation de produits de biocontrôle).
- La réduction des nuisances sonores.
- Une moindre exposition de l'applicateur.
- La réduction de la dérive de par la taille des gouttes.
- La réduction de la compaction des sols.



Figure 1 : Dispositif PulVéFix sur le site Ctifl de Lanxade

NAISSANCE DU PROJET CASDAR « PULVEFIX »

L'étude de ce mode d'application adapté aux cultures pérennes n'en est qu'à ses débuts au niveau mondial. Les études sur le sujet sont encore limitées et le champ d'exploration est donc très important. Les études exploratoires ont montré les intérêts indéniables que peut présenter ce mode d'application au vu du contexte réglementaire, sociétal et environnemental actuel mais un grand nombre de paramètres reste à optimiser en termes de technologies et de nombreuses questions d'ordre scientifique sont encore sans réponse. Dans le cadre du Réseau Expé Ecophyto Pommes et en s'appuyant sur les travaux américains, un premier prototype a été mis en place en 2012 sur le site du Ctifl de Lanxade, puis en 2014 sur le site de La Morinière et les résultats obtenus en terme de maîtrise des bio agresseurs étaient très encourageants et similaires à ceux obtenus avec une application par pulvérisation classique. Cependant, plusieurs verrous technologiques restaient à lever en vue d'une potentielle intégration de ce mode d'application dans le contexte professionnel et réglementaire. C'est pourquoi a été monté le projet CASDAR Recherche et Technologie PulVéFix. Ce projet, par la création d'une équipe de travail alliant l'industrie (Netafim), la recherche appliquée (Ctifl, Cefel, La Morinière), le développement et la profession (Réseau Dephy Ferme, CAN Dephy), vise à rendre opérationnelle cette technique et ce, de manière efficace, avec un accompagnement des instances réglementaires (DGAL, ANSES) afin de répondre très rapidement aux attentes des producteurs.

LES OBJECTIFS

Les objectifs du projet sont les suivants :

- Conception d'un prototype optimisé, performant et durable de pulvérisation fixe sur frondaison.
- Evaluation par des indicateurs chiffrés les performances agro-environnementales de cette nouvelle méthode d'application des produits de protection des plantes. En effet la condition sine qua none d'une intégration de cette nouvelle méthode dans le paysage arboricole et dans le cadre réglementaire est qu'elle garantisse d'une part une maîtrise des bioagresseurs et donc un rendement commercial à la récolte identiques à ceux obtenus avec une application classique par pulvérisateur. D'autre part qu'elle garantisse moins d'impacts sur l'environnement, notamment en termes de dérive.
- Evaluation des freins et des atouts à l'adoption par les professionnels de cette technique innovante et de rupture par rapport aux pratiques actuelles, par un travail d'enquête
- Etude de la possibilité de transférer et mettre en œuvre, de manière sécurisée, cette méthode d'application des produits de protection des plantes à la production, en impliquant les professionnels eux-mêmes. Pour cela, trois sites « pilotes » professionnels ont été choisis dans trois grandes régions de production de pommes : Val de Loire, Tarn et Garonne, Languedoc.

LES LIVRABLES

La finalité de ces recherches est de pouvoir livrer à moyens termes :

- un dossier complet de résultats aux instances réglementaires afin qu'elles puissent intégrer ce nouveau mode d'application dans le cadre réglementaire.
- la technique « clés en mains » aux professionnels par un Cahier des charges « conception du système » à destination des agro-fournisseurs et un Guide « Installation et mise œuvre PulVéFix » à destination des producteurs et des conseillers techniques.

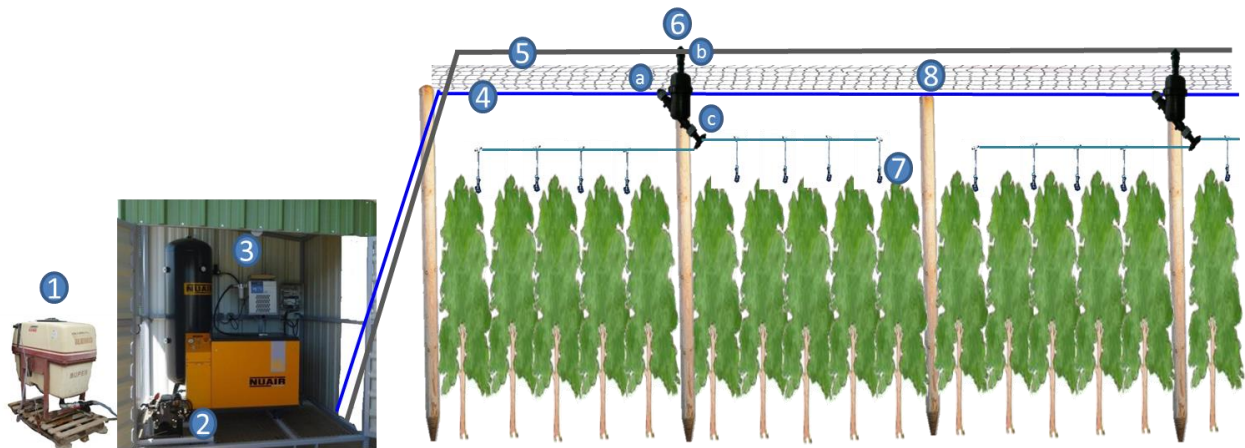
LES PREMIERS RESULTATS OBTENUS SUR...

LA CONCEPTION D'UN PROTOTYPE OPTIMISE OPERATIONNEL

Pour rappel, le principe théorique de la méthode consiste à profiter du palissage du verger pour fixer un réseau d'irrigation au-dessus de la canopée et utiliser ce réseau pour appliquer, par le biais de micro-asperseurs, la bouillie phytosanitaire. Le premier prototype conçu sur ces bases présentait néanmoins des verrous technologiques importants et très limitants pour envisager un transfert à plus grande échelle. Le principal de ces verrous était le problème des volumes morts, trop importants (200% du volume de bouillie appliqué à l'hectare) lié au remplissage du réseau et à son rinçage. Après une analyse du fonctionnement global et des points critiques de chaque composante du système (circuit hydraulique, mode d'injection, distributeur, gestion des volumes morts, gestion du rinçage), plusieurs solutions ont été testées. Ce travail de recherche a abouti à la conception et l'installation en 2016, sur trois sites expérimentaux, à petite échelle (<2500 m²) d'un prototype opérationnel et qui sera en mesure d'être transféré à plus grande échelle. Comment se système fonctionne-t-il ? Ce système est composé de deux parties : une partie « fixe » positionnée au-dessus des arbres correspondant au réseau de pulvérisation et une partie « fixe ou mobile » selon l'option choisie, située en amont du réseau de pulvérisation correspondant à l'unité d'injection de la bouillie dans le réseau fixe de pulvérisation. Le schéma ci-dessous présente les composantes du système et les phases du process appliqué sur le site du Ctifl de Lanxade :

Les composantes du système :

- ① cuve de préparation de la bouillie.
- ② pompe hydraulique (injection de la bouillie dans le réseau hydraulique).
- ③ compresseur d'air et sa cuve (injection air dans le réseau air comprimé).
- ④ réseau hydraulique.
- ⑤ réseau air comprimé.
- ⑥ réservoir à 3 voies
- ⑦ micro-asperseurs.
- ⑧ filets paragrêle.



Les phases du process :

- 1) Préparation de la bouillie dans la cuve.
- 2) Envoi, via la pompe hydraulique, de la bouillie dans le réseau hydraulique et remplissage des réservoirs
- 3) Pulvérisation de la bouillie. Durée : 30 secondes pour un volume de 525 l/ha.

Figure 2 : Descriptif du prototype optimisé PulVéFix installé sur le site du Ctifl de Lanxade

Concernant la partie hydraulique, le principe de base d'installation est le même sur tous les sites. Concernant la partie « Unité d'injection », le principe peut être différent d'un site à l'autre. Cela permet d'évaluer différents types d'injection sur des aspects technico-économiques afin de pouvoir les proposer selon les besoins de chacun. Sur le site du Cefel, le choix s'est porté sur l'utilisation de l'air comprimé pour l'ensemble des phases du process. Un compresseur est connecté à une cuve de

bouillie le tout étant mobile puisque attelé à un tracteur. L'air, « injecté » à faible pression dans la cuve, pousse la bouillie dans le circuit (figure 3) pour remplir les réservoirs, puis comme sur les autres sites, la pulvérisation est déclenchée par une canalisation d'air qui pousse la bouillie contenue dans les réservoirs.

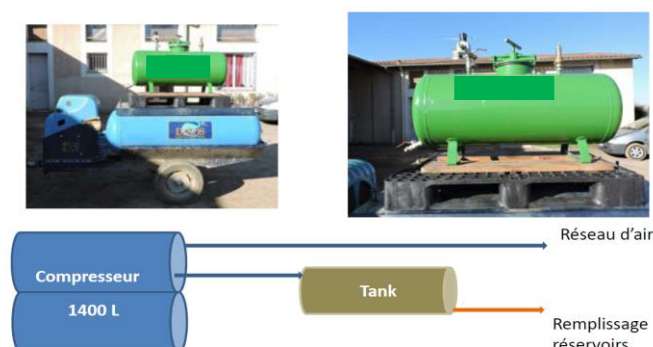


Figure 3 : Descriptif de l'unité d'injection mis en œuvre sur le site du Cefel

Sur chacun des sites, plusieurs réglages et ajustements ont été nécessaires pour rendre opérationnelles les différentes phases du process et pouvoir commencer à mettre en œuvre la technique dès le début de la campagne de production 2017.

LA QUALITE D'APPLICATION

L'un des paramètres essentiels à l'efficacité d'une application de produit phytosanitaire est la capacité du matériel utilisé à localiser le maximum de bouillie pulvérisée sur la cible visée et ce, de la manière la plus homogène possible tout en limitant les pertes au sol et dans l'air. A partir des prototypes installés sur les sites supports expérimentaux, les travaux d'évaluation des performances de pulvérisation ont pu commencer en partie, notamment sur le site Ctifl. Ces performances sont évaluées à partir de deux indicateurs : un indicateur de performance agronomique (la quantité de dépôts par unité de surface d'organe à protéger) et un indicateur de performance environnementale (le pourcentage de pertes de produit dans l'environnement). Ces quantifications sont faites selon des méthodologies déjà maîtrisées données par les normes ISO 22522, relative au « Mesurage au champ de la répartition de la pulvérisation pour arbres et arbustes fruitiers » et ISO 22866 relative à la « Mesure de la dérive au champ ». En complément de ces évaluations quantitatives, le pourcentage de recouvrement de la végétation et le nombre d'impacts de gouttelettes par cm² sont évalués par la mise en place dans la canopée de papiers hydro sensibles. Concrètement, cette action visera donc à :

- la caractérisation des arbres supports sur chacun des sites expérimentaux : mesures de la surface et du volume foliaire à traiter à deux stades végétatifs (début et pleine végétation).
- la quantification des dépôts au sein de la canopée et au sol, à deux stades végétatifs : début de végétation et pleine végétation.
- la quantification de la dérive selon le type de distributeurs (micro-asperseurs, buses) utilisés.
- la caractérisation du recouvrement et du type de gouttes selon le type de distributeurs et l'architecture des arbres.
- l'analyse et la synthèse des résultats multi-sites sur les indicateurs précités.

MATERIEL ET METHODE UTILISES

Modalités testées

Au total, 7 micro-asperseurs ont été testés, tous ayant des caractéristiques différentes. L'objectif de ces essais était de pouvoir sélectionner le micro-asperseur présentant le meilleur compromis entre qualité d'application (recouvrement et à minima autant de dépôts dans les différentes zones de

l'arbre que le pulvérisateur classique) et la dérive visuelle. Le tableau 1 ci-dessous décrit les différents micro-asperseurs testés :

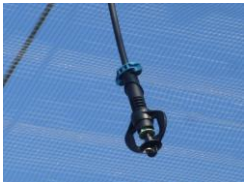
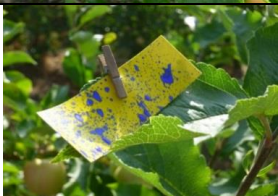
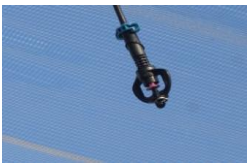
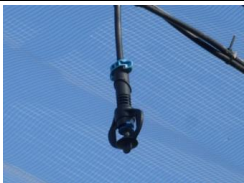
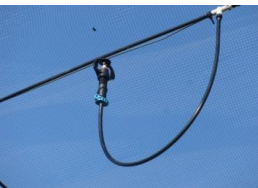
Modalité		Dérive au sol à 4 m dernier rang	Exemple Recouvrement canopée
1) Double Vibronet montés sur tige - 2 × 30 l/h			
2) Double Vibronet fixés sur tubing - 2 × 30 l/h			
3) Supernet turbine verte SSR (embase bleue clair) 35 l/h portée 1m Ø buse = 1.20 mm			
4) Supernet turbine violette (embase bleue clair) 35 l/h portée 1.5 m Ø buse = 1.20 mm			
5) Supernet turbine bleue (embase bleue clair) 35 l/h portée 1.8 m Ø buse = 1.20 mm			
6) Supernet turbine marron (embase bleue) 35 l/h portée 1 m Ø buse = 1.20 mm			
7) Simple Vibronet monté sur tubing 30 l/h			

Tableau 1 : descriptif des micro-asperseurs testés

Méthodologie utilisée

Les essais de quantification des dépôts ont été réalisés le 29/09/16 sur des arbres en pleine végétation sur les modalités 1, 2, 3, 4, 7 et la référence au pulvérisateur. Les modalités décrites ci-dessus ont été comparées à une pulvérisation dite de référence. Cette modalité dite de référence représente à 90% la

pratique nationale en fruits à pépins. Elle est définie par un pulvérisateur à ventilation axiale, roulant à une vitesse d'avancement de 6 km/h, un réglage de la prise de tour de force à 540 tr/min et équipé de buses à turbulence classiques et un volume de bouillie appliqué de 400 l/ha. L'essai a été conduit sur la parcelle support PulVéFix pour la quantification des dépôts sur les différents micro-asperseurs et sur les rangs adjacents à la parcelle support PulVéFix pour la quantification des dépôts avec la pulvérisation de référence. Concernant cette modalité, la figure 4 ci-dessous décrit le schéma de passage du pulvérisateur :

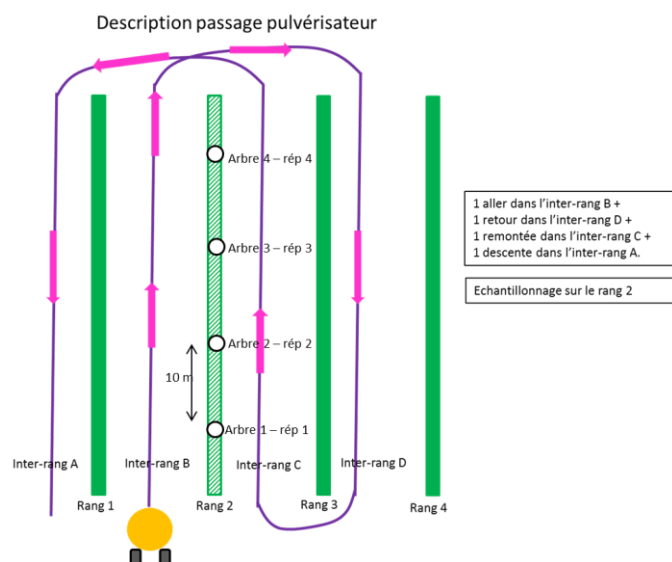


Figure 4 : descriptif du passage du tracteur+pulvérisateur

Sur ce principe de passage du pulvérisateur, basé sur les pratiques producteur, la quantification des dépôts se fera sur le rang 2 et prendra en compte : les dépôts apportés par le passage pulvé côté droit inter-rang B + dépôts apportés par le passage pulvé côté gauche inter-rang C + dépôts apportés par dérive passages inter-rang D et inter-rang A.

Pour toutes les modalités, 2 arbres ont été échantillonnés. Chacun de ces 2 arbres est divisé en 6 zones prenant en compte les différentes strates de la canopée :

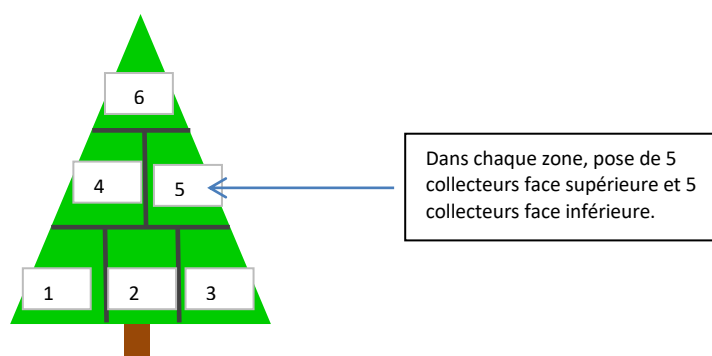


Figure 5 : zonage de la canopée

Le principe des essais repose sur la pulvérisation d'une bouillie « eau+traceur » à concentration connue. Une fois cette bouillie appliquée dans chacune des modalités, les collecteurs sont relevés arbre par arbre, zone par zone et dans chaque zone les collecteurs positionnés sur les faces supérieures sont distingués de ceux positionnés sur les faces inférieures des feuilles. Le traceur est ensuite extrait par une mise en solution dans de l'eau et ces solutions sont analysées au spectrophotomètre. A partir de l'équation établie sur la gamme étalon initialement préparée, les

concentrations en traceur sont calculées en fonction des lectures d'absorbance au spectrophotomètre. Le calcul de la quantité de produit déposé prend ensuite en compte plusieurs variables comme le volume d'eau employé pour le rinçage des collecteurs, la concentration utilisée ainsi que la concentration mesurée. L'équation suivante permet de calculer le volume de la solution pulvérisée captée : $V_{\text{capté}} = ([]_{\text{évaluée}} \times V_{\text{H}_2\text{O}}) / ([]_{\text{sol mère dans le pulvé}})$

Avec $V_{\text{capté}}$: volume de produit déposé par collecteur

$V_{\text{H}_2\text{O}}$: volume d'eau distillée utilisé pour diluer le dépôt

$[]_{\text{sol mère pulvérisée}}$: concentration initiale de la solution pulvérisée

$[]_{\text{évaluée}}$: concentration mesurée de l'échantillon

En connaissant la surface de 5 collecteurs (feuillages) constituant un échantillon, le volume de produit capté est ramené à un volume capté par unité de surface et exprimé en $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ puis en unité permettant de comparer les données entre elles : en ng de produit / cm^2 de surface foliaire pour 1 g de traceur appliqué à l'ha.

Résultats

La figure suivante présente les quantités de dépôts de bouillie exprimés en ng / dm^2 de surface foliaire pour 1 g de produit pulvérisé par hectare en tenant compte de la répartition des dépôts par zone.

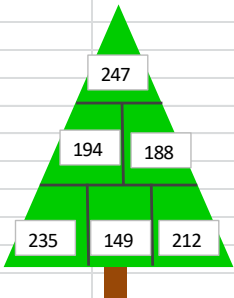
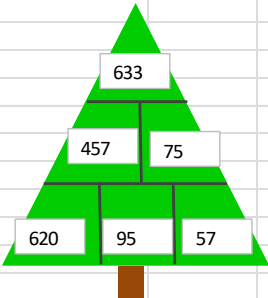
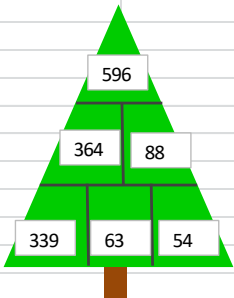
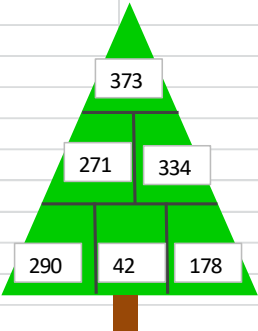
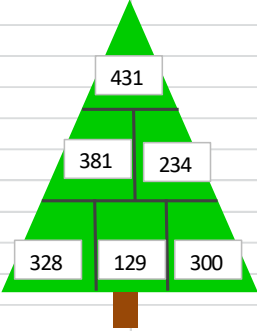
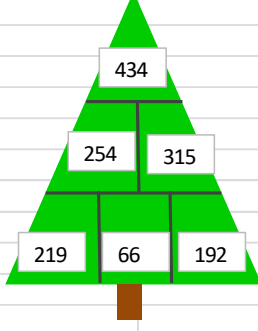
Référence Pulvérisateur	Turbonet fixé sur tige 2*30 l/h	Turbonet sans tige 2*30 l/h
		
Dépôts moyens = 204 ng/ dm^2 pour 1 g de traceur/ha	Dépôts moyens = 323 ng/ dm^2 pour 1 g de traceur/ha	Dépôts moyens = 302 ng/ dm^2 pour 1 g de traceur/ha
CV en % = 17%	CV en % = 86%	CV en % = 87%
Turbonet fixé sur tubing 30 l/h	Supernet turbine verte	Supernet turbine violette
		
Dépôts moyens = 248 ng/ dm^2 pour 1 g de traceur/ha	Dépôts moyens = 300 ng/ dm^2 pour 1 g de traceur/ha	Dépôts moyens = 246 ng/ dm^2 pour 1 g de traceur/ha
CV en % = 49%	CV en % = 36%	CV en % = 50%

Figure 6 : quantité de dépôts normalisés selon la zone de la canopée (en ng/ dm^2 de surface foliaire pour 1 g de traceur / ha)

On note de manière générale que la modalité présentant des dépôts les plus homogènes au sein de la canopée, en comparaison avec la référence, est la modalité Supernet turbine verte. De toutes les typologies de micro-asperseurs testées lors de cet essai, c'est le seul qui permet d'obtenir des dépôts d'un ordre de grandeur similaire dans la zone 2, en bas au centre de l'arbre. Pour cette zone-là, les autres micro-asperseurs ne permettent pas d'obtenir des dépôts égaux ou supérieurs à la référence et les coefficients de variation sont élevés ce qui traduit une hétérogénéité des dépôts au sein de la canopée, même si dans plusieurs cas ces dépôts sont bien supérieurs à la référence. L'objectif est de trouver un asperseur qui permette d'assurer un dépôt au moins équivalent à ceux obtenus avec le pulvérisateur et ce dans toutes les zones échantillonnées. Celui qui répond le mieux à ces objectifs est donc bien le Supernet turbine verte. Dans cet essai, la turbine verte était associée à une embase bleue soit un débit de 35 l/h. Afin de réduire ce débit et d'affiner la taille des gouttes, nous avons refait des tests visuels cette fois-ci uniquement avec cette turbine verte montée sur une embase marron, soit un débit de 30 l/h et un diamètre de buse de 1.14 mm au lieu de 1.20 mm. Les résultats étant concluants, c'est ce micro-asperseur qui a été installé sur tout le système pour la saison de mesure d'efficacité biologique en 2017. Ces essais seront reconduits en 2017 avec un bilan complet air (quantification de la dérive sédimentaire et aérienne) /sol/canopée.

L'EFFICACITE BIOLOGIQUE

Appliquer les produits autrement, oui...mais à condition que ce mode d'application garantisse une maîtrise des bioagresseurs identiques à une application classique par atomiseur et donc un rendement à la récolte équivalent. L'évaluation de l'efficacité de ce mode d'application a été faite sur les principaux ravageurs et maladies du pommier : tavelure, oïdium, pucerons cendrés et lanigères, carpocapses et tordeuses. Afin d'avoir des données objectives sur chacun des sites expérimentaux en fonction des pressions annuelles des bio agresseurs, l'évaluation de l'efficacité biologique de ce nouveau mode d'application se fait en comparaison à une application par pulvérisation classique (jet porté, atomiseur à ventilation axial) et d'un témoin non traité qui permet d'évaluer l'efficacité en valeur absolue. Ce travail consiste donc à mesurer les efficacités biologiques (pulvérisation classique et système fixe de pulvérisation sur frondaison) selon un protocole commun au Ctifl, à la Morinière et au Cefel (notations des pressions de bioagresseurs aux stades clés prédéfinis et à mesurer les rendements à la récolte (rendements commerciaux et déchets).

Résultats

Les résultats obtenus en termes d'efficacité biologique sont très encourageants puisque les deux modes d'application (PulVéFix et pulvérisateur axial classique) permettent une maîtrise équivalente des bio agresseurs observés, et des rendements équivalents. Une attention toute particulière sera à porter à l'oïdium et aux pucerons cendrés en termes de volume de bouillie à appliquer pour une maîtrise optimale de ces ravageurs avec PulVéFix. Aucun souci n'a été détecté sur les analyses de résidus sur fruits à la récolte, même dans le pire des cas, à savoir les fruits situés sous les micro-asperseurs. Les itinéraires de protection utilisés sont de type « conventionnels » avec l'utilisation de produits phytopharmaceutiques classiques couramment utilisés selon les pratiques régionales. Ci-dessous, l'exemple des résultats « tavelure » obtenus en 2017 sur le site du Ctifl Lanxade.

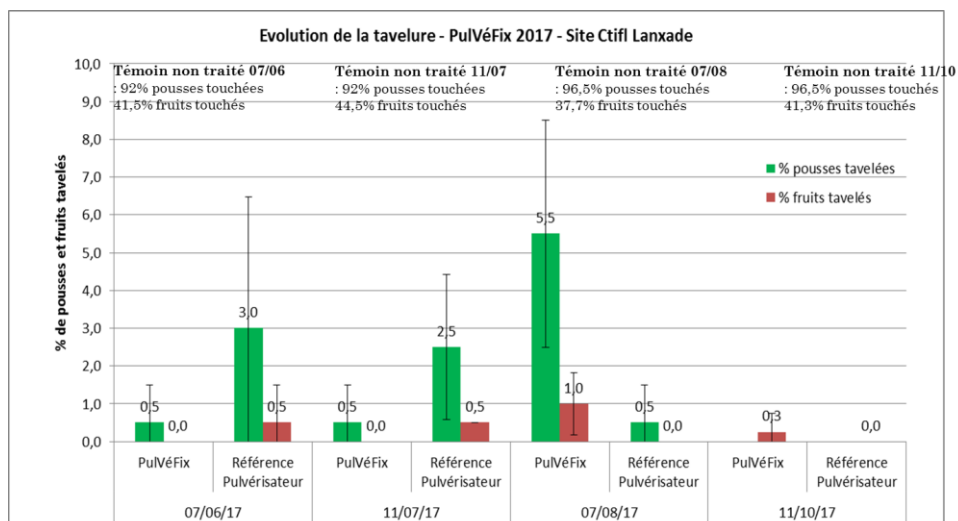


Figure 7 : Exemple de résultats obtenus sur la tavelure, site Ctifl Lanxade 2017

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La preuve de concept a été faite sur la base d'itinéraires de traitements classiques pour ne pas introduire de biais lié au type de produit et les résultats d'efficacité biologique sont très encourageants. Côté qualité d'application, cette technique induit des quantités de produit déposées par unité de surface de végétal à protéger supérieures à une application au pulvérisateur, jusqu'à 50% de dépôts en plus avec un recouvrement très hétérogène mais qui a priori n'impacte pas l'efficacité des produits. Ces résultats couplés à la levée des verrous technologiques permettent d'envisager la validation de ces résultats à l'échelle « producteur » dès 2018 sur les 3 sites pilotes professionnels volontaires pour être équipés mais ils permettent surtout de confirmer les intérêts de cette méthode innovante et la valeur ajoutée que cette méthode peut apporter à la filière. L'avantage de cette technique réside dans la possibilité d'intervenir rapidement, au moment le plus opportun et elle présente donc a priori un intérêt indéniable à l'avenir pour l'utilisation des produits de bio contrôle. Les travaux à venir se focaliseront à moyen terme sur cet aspect particulier d'application de produits de bio contrôle avec cette technique mais aussi sur le transfert à plus grande échelle et l'automatisation du système.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements aux partenaires du projet (Netafim, La Morinière, Cefel) et aux membres actifs du Comité de Pilotage de ce projet CASDAR financé par le Ministère de l'Agriculture sur le compte d'affectation spécial « développement agricole et rural »

BIBLIOGRAPHIE

- AGNELLO A., LANDERS A., 2013. « Further developments of a fixed spraying system for high-density fruit trees ». 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Valencia (Spain), p.12-131, 2013.
- BONDESAN D., et al., 2016 : «First assessments of fixed spray application systems in narrow-wall apple orchards». Aspects of Applied Biology **132**, International Advances in Pesticide Application, p.411-414, 2016.
- SPARKS B., 2013. « The solid set delivery canopy system has the potential to revolutionize pest control in tree fruits orchard ». American fruit Grower 133-2, p. 8-10, 2013.
- VERPONT F., FAVAREILLE J., ZAVAGLI F., 2014. «Pulvérisation : appliquer les produits de culture autrement... ». L'Arboriculture Fruitière, Hors-série, p.10-11, décembre 2014.
- VERPONT F., FAVAREILLE J., ZAVAGLI F., 2013. « Preliminary trial on spray deposition with a fixed spraying system in apple orchard ». 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Valencia (Spain), p.74-76, 2013.
- VERPONT F., FAVAREILLE J., ZAVAGLI F., 2015. « Fixed spraying system : a future potential way to apply pesticides in an apple orchard ». 13th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Lindau (Germany), p.53-54, 2015.