

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

**EVALUATION DES PERFORMANCES AGRO-ENVIRONNEMENTALES DES MATERIELS, DES REGLAGES,
ET DES PRATIQUES DE PULVERISATION EN ARBORICULTURE**

F. VERPONT ⁽¹⁾

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

RÉSUMÉ

L'un des paramètres essentiels à la réduction des quantités de produits phytosanitaires employées à chaque intervention est la capacité du matériel à localiser le maximum de bouillie pulvérisée sur la cible de la manière la plus homogène possible tout en limitant les pertes au sol et dans l'air. Afin d'orienter les professionnels dans leurs pratiques, des travaux sur l'évaluation des performances agro-environnementales des pulvérisateurs, de leurs réglages et des pratiques ont vu le jour en 2015 dans le cadre du projet collaboratif national PulvArbo (1). Cet article décrit les travaux et premiers résultats obtenus dans le cadre de ce projet, porté par le Ctifl, en partenariat avec 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 piloté par 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 – pulvérisateur – pommier – performances – réglages.

ABSTRACT

PERFORMANCES ASSESSMENT OF SPRAYERS, SETTINGS PARAMETERS AND PRACTICES USED IN ORCHARDS

A better knowledge of spray distribution in the canopy, in the air and on the soil surface depending on the sprayers and setting parameters is essential to accompany the fruits growers towards optimal practices. And it is such a necessary prerequisite for the study of the implementation of a safe dose reduction approach. This article presents the work carried out and the first results obtained within the PulvArbo project, led by the Ctifl, in partnership with IRSTEA, 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 – sprayer – apple orchards – performance – settings.

CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'amélioration des performances du matériel de pulvérisation, de son réglage et des pratiques est un levier essentiel à la limitation des pertes dans l'environnement. En partant de l'hypothèse que plus le matériel est performant, moins les pertes sont importantes, on peut, de ce constat, penser qu'il en découlera une part de produit perçue par la cible plus importante. Le parc matériel utilisé en arboriculture est constitué à 95% de pulvérisateurs à jet porté multidirectionnel si l'on considère toutes les espèces arboricoles. Des efforts importants de la part des constructeurs ont été réalisés ces 5 dernières années pour proposer des pulvérisateurs permettant de cibler la bouillie au mieux sur la végétation (flux d'air horizontal). Ces matériels sont bien adaptés aux typologies haie fruitière mais l'adoption de pulvérisateurs « nouvelle génération » est lente du fait principalement du coût à l'achat de ces pulvérisateurs, de la crainte du manque de robustesse de ces machines et du manque de références chiffrées sur leurs performances. Ce manque de références chiffrées sur les performances agronomiques et environnementales des pulvérisateurs et des pratiques en arboriculture est d'ailleurs générale et constitue un vrai frein à la diffusion des pratiques de pulvérisation les plus performantes. L'acquisition de ces données de références à l'échelle nationale est une composante importante du projet PulvArbo et une étape incontournable dans l'identification des combinaisons « matériel, réglage, pratique » permettant de réaliser les pulvérisations les plus performantes.

COMMENT CARACTERISER CES PERFORMANCES PAR DES INDICATEURS OBJECTIFS?

Dans un premier temps, les essais sont conduits en vergers selon une méthodologie commune aux sites partenaires participant à cette action (IFPC, Agrial, CRA Bretagne, La Morinière, Cehm, Ctifl Lanxade). Cette méthodologie est issue de la norme ISO 22522 : 2007 relative au « Mesurage au champ de la répartition de la pulvérisation pour arbres et arbustes fruitiers » et a été adaptée aux spécificités de l'arboriculture. Ces essais consistent, comme dans les essais dérive, à pulvériser un traceur sur la végétation et à disposer au sein de celle-ci et au sol des collecteurs artificiels permettant d'échantillonner l'intérieur, l'extérieur de la canopée, le bas, le milieu, le haut de la canopée ainsi que les faces supérieures et inférieures des feuilles (figure 1). Cette évaluation de la qualité d'application est basée sur le principe selon lequel la quantité de dépôt de traceur par unité de surface de collecteur est représentative de la qualité de pulvérisation. Plus les dépôts par unité de surface foliaire à protéger sont importants et homogènes, plus la pulvérisation est performante.



- 1) Découpage de la canopée en compartiments sur 4 arbres du même rang.
- 2) Pose dans chaque compartiment de collecteurs (face supérieure et inférieure des feuilles) et pose de collecteurs au sol.
- 3) Pulvérisation d'une bouillie eau+traceur (colorant alimentaire) selon un sens de passage du pulvérisateur pré défini.
- 4) Récupération des collecteurs, extraction du traceur par dilution avec de l'eau.
- 5) Analyse des solutions au spectrophotomètre, transformation des absorbances en concentration de traceur à partir d'une solution mère de la bouillie pulvérisée.

Figure 1 : méthodologie de quantification des dépôts de pulvérisation utilisée dans PulvArbo

UNE PULVERISATION DITE DE REFERENCE

Une pulvérisation commune à tous et dite de référence a été définie ainsi : utilisation d'un pulvérisateur à ventilation axiale, roulant à une vitesse d'avancement comprise entre 6 et 7 km/h, avec réglage de la prise de tour de force à 540 tr/min et équipé de buses à turbulence classiques. Le volume de bouillie appliqué diffère selon les deux typologies pomme de table (400 l/ha) et pomme à cidre (500 l/ha). L'objectif des essais mis en place vise à comparer les performances de cette pulvérisation dite de référence à un réglage, une pratique ou un matériel différent de cette référence, en visant des pratiques qui théoriquement pourraient limiter la dérive et le bruit, et augmenter les débits de chantier. Au total sur les 30 premiers mois du projet, 33 essais ont été conduits sur les sites impliqués sur cette action. La mise en œuvre de ces essais sur les différents sites partenaires se traduit concrètement depuis 2015 par plus de 40 000 collecteurs posés dans la végétation et plus de 6500 échantillons analysés au spectrophotomètre.

A titre d'exemples, la figure 2 décrit différentes modalités testées dans le cadre de ces essais en 2016 et 2017 :

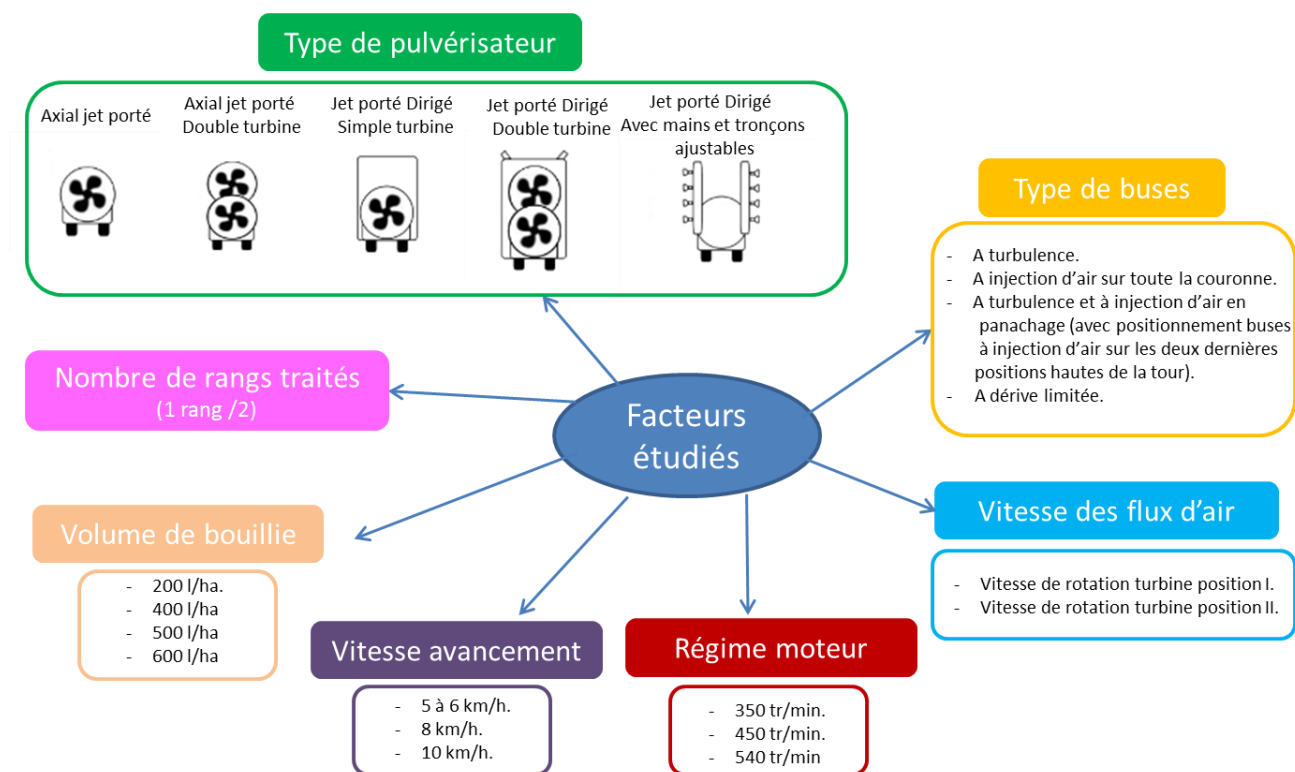


Figure 2 : paramètres testés dans les essais 2016 et 2017

LES PREMIERS RESULTATS MARQUANTS

Les résultats étant très nombreux, seuls certains exemples notoires seront présentés. Dans la démarche de traitement des données, un fichier commun de calcul et de mise en forme des données a été créé. Ce fichier permet de calculer les dépôts moyens de chaque essai et chaque modalité testée et de faire ensuite une synthèse de tous les essais de la campagne. Les graphes se présentent tous de la manière suivante : une représentation graphique des dépôts de bouillie sur la canopée (dépôts exprimés en ng traceur/dm² de surface foliaire pour 1 g de traceur pulvérisée à l'hectare) dans le sens transversal (Figure 3) et une représentation graphique des dépôts dans le sens de la hauteur de la canopée (Figure 4). Ci-dessous pour exemple, les représentations graphiques d'un essai conduit sur le site du Ctifl en juin 2016 sur l'impact de l'utilisation de buses à injection d'air (anti-dérive) sur les dépôts :

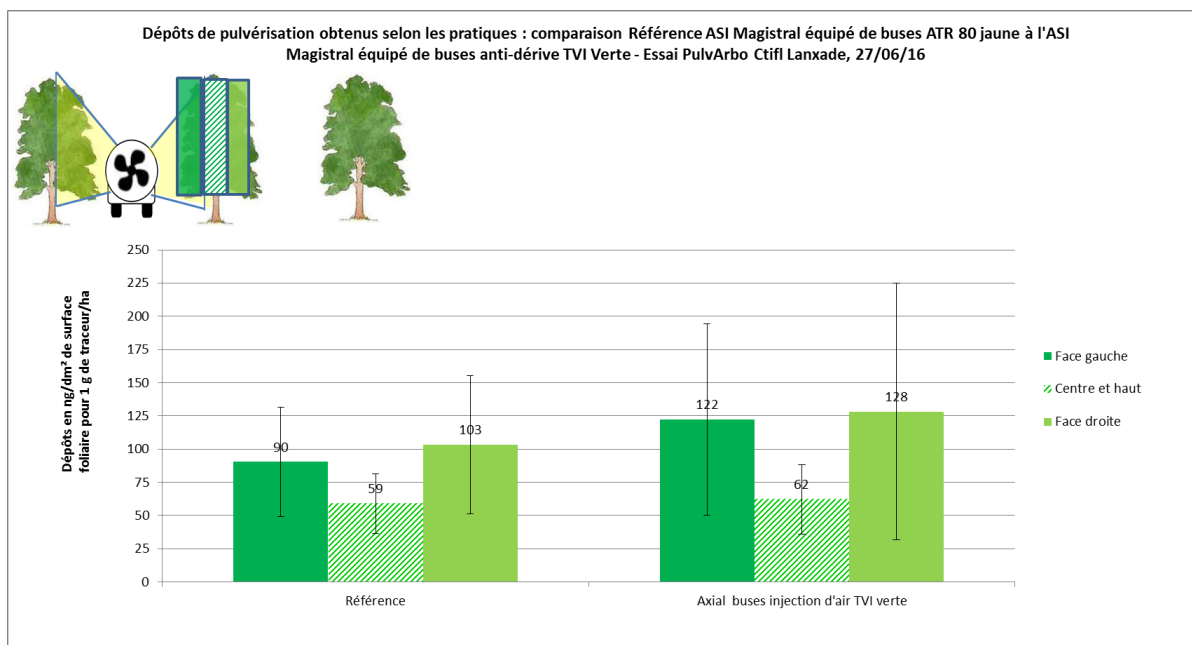


Figure 3 : répartition transversale des dépôts de bouillie sur la canopée pour les deux modalités testées (moyenne $\pm$ ETR)

Dans le cas de cet essai, sur la modalité dite de référence (axial ASI Magistral équipé de buses à turbulence ATR jaune), les dépôts varient de 59 ng/dm² de surface foliaire à protéger pour la partie centrale de l'arbre à 90 et 103 ng/dm² pour les deux faces directement exposées à la pulvérisation. Comme souvent montré dans les essais visant à tester des buses anti-dérive, les dépôts quantifiés avec ce type de buse sont plus importants : dans les conditions de cet essai, les buses à injection d'air permettent de déposer en moyenne 23% de plus de produits par dm² de surface foliaire à protéger. Ces résultats confirment de manière chiffrée le fait que le taux de perception par la canopée est plus important avec les buses anti-dérives qui génèrent des gouttes plus lourdes et donc moins soumises à la dérive au-dessus des arbres.

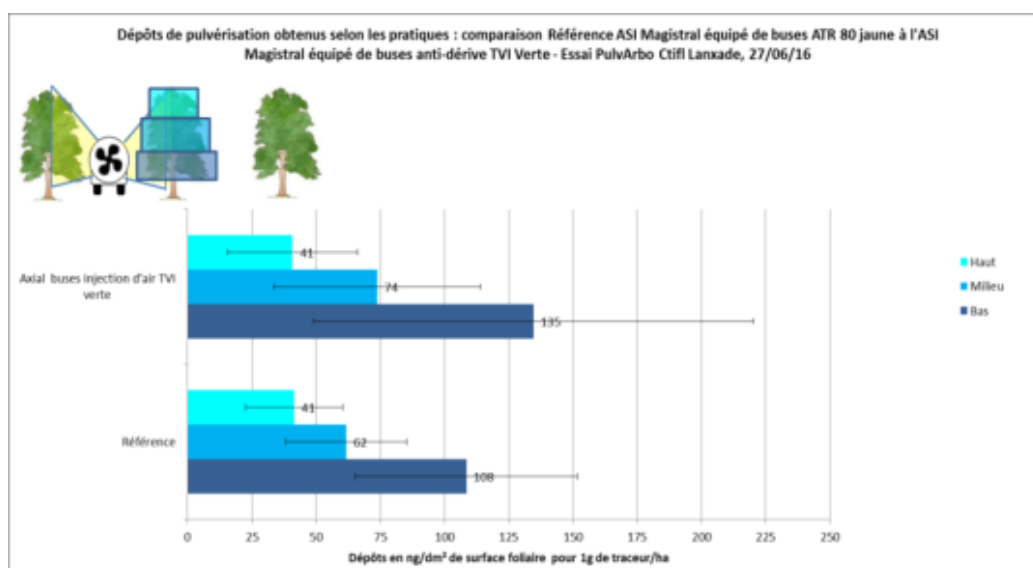


Figure 4 : répartition de bas en haut des dépôts de bouillie sur la canopée

On note les mêmes tendances avec des dépôts mesurés plus importants avec les buses anti dérive TVI verte, notamment sur la partie inférieure des arbres. Sur cette partie basse des arbres, les

dépôts obtenus avec les buses TVI sont significativement supérieurs au seuil de 5% aux dépôts obtenus avec la référence équipé de buses ATR.

D'autres réglages ont pu être testés comme le réglage de la vitesse de la turbine de ventilation et le réglage du régime moteur. A titre d'exemple les résultats obtenus à l'IFPC en 2017 sur la répartition transversale des dépôts de bouillie dans la canopée :

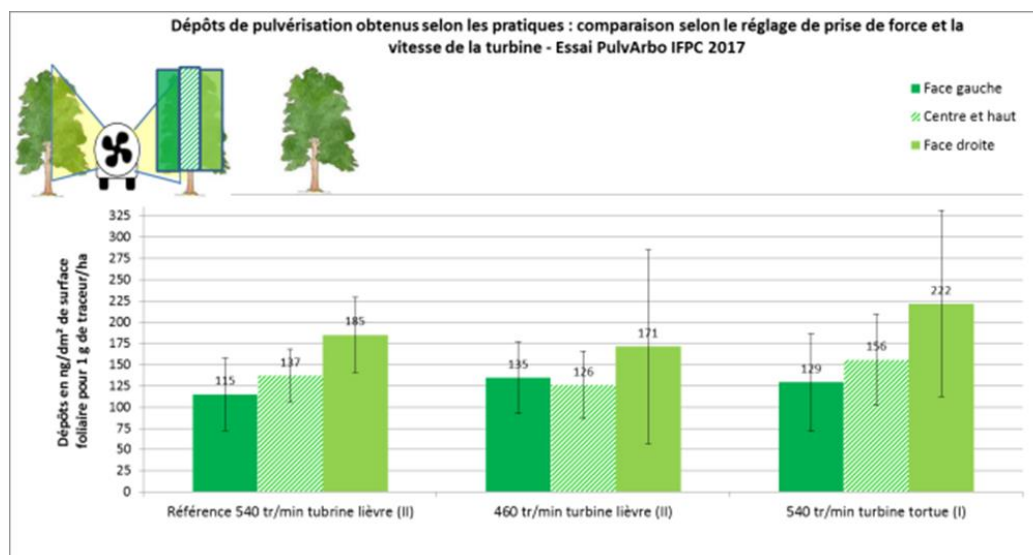


Figure 5 : répartition transversale des dépôts de bouillie sur la canopée

On constate qu'une baisse du régime moteur ou que la turbine réglée sur la faible vitesse de ventilation « tortue I » ne détériorent pas la qualité d'application, les dépôts obtenus sont équivalents voire supérieurs à ceux obtenus dans la modalité de Référence.

Outre les réglages, certains essais ont porté sur l'évaluation de pratiques en plein développement et qui visent à augmenter les débits de chantier donc à traiter plus vite. Parmi ces pratiques : le 1 rang sur 2, pratique en plein essor sur laquelle beaucoup de questions se posent. Plusieurs sites partenaires ont donc mis en place des essais de quantification des dépôts portant sur le 1 rang sur 2, avec différents matériels. Les résultats des essais déjà analysés sont concordants quel que soit le site d'expérimentation. Pour exemple, les résultats obtenus en 2016 sur le site du Ctifl (figure 6) et sur le site de La Morinière (figure 7) :

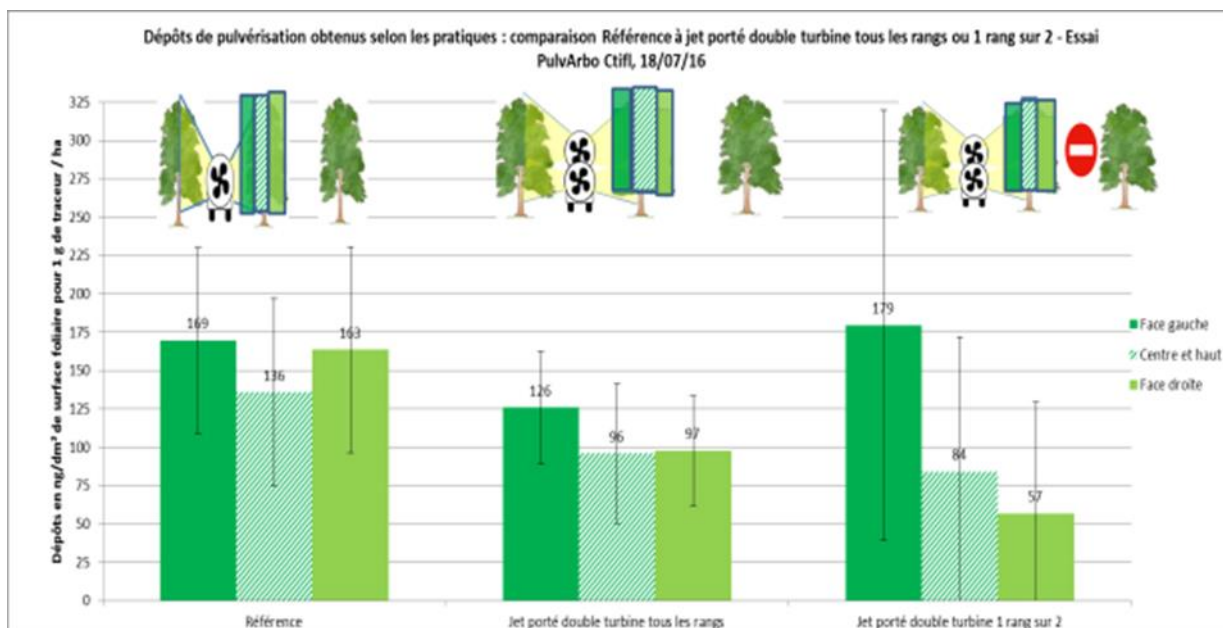


Figure 6 : répartition transversale des dépôts de bouillie sur la canopée

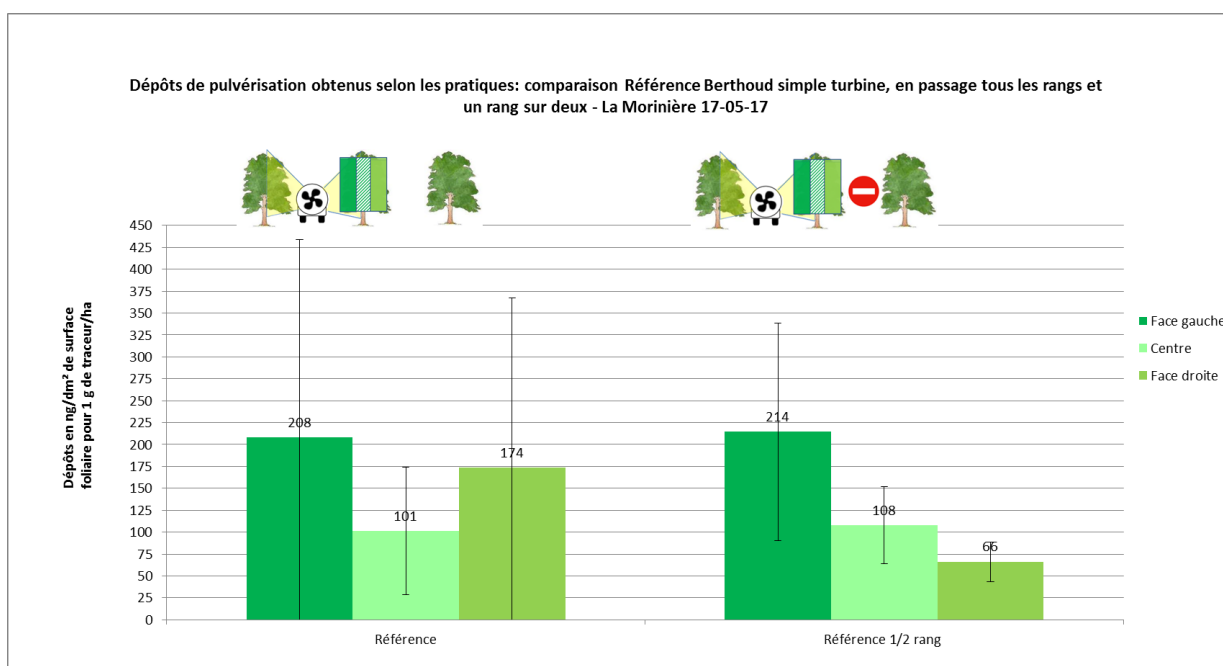


Figure 7 : répartition transversale des dépôts de bouillie sur la canopée

On note que quel que soit le type d'appareil, jet porté double turbine ou jet porté dirigé pneumatique (OA), la pratique du 1 rang sur 2 entraîne un déséquilibre en termes de dépôts avec des quantités de dépôts plus faibles sur la face non exposée directement au pulvérisateur. En 2017, des essais en début de végétation ont été conduits pour analyser le stade de début de végétation sur lequel cette pratique est de plus en plus courante (les résultats sont en cours d'analyse). Dans tous les cas, ces résultats montrent bien que cette technique est à pratiquer de manière raisonnée avec des réglages appropriés pour limiter l'impact négatif de cette technique. Ces résultats pourraient expliquer le manque d'efficacité et les échecs de cette pratique dans certains cas retournés par les producteurs. L'efficacité d'un produit est garantie par un dépôt minimal efficace, si le dépôt mesuré est inférieur à ce dépôt minimal efficace, des problèmes d'efficacité peuvent être rencontrés.

Toutes ces données chiffrées vont donner lieu à la rédaction de Fiches Conseils permettant d'orienter les professionnels vers les pratiques qui ressortent comme les plus performantes ou permettant une qualité d'application identique à la référence mais répondant mieux aux exigences actuelles : moins de dérive, moins de bruit, débit de chantier augmenté.

PERSPECTIVES D'ANALYSES DES DONNEES

Une première ébauche de travail de caractérisation et de classification des performances de pulvérisation a été réalisée sur le principe de la démarche adoptée en vigne (projet PulvéPerf, financé par Ecophyto, conduit par l'UMT EcoTech Viti). En quoi consiste cette démarche ?

Comme vu précédemment, les essais présentés consistent à mesurer le dépôt de produit normalisé par unité de surface exprimé en ng/dm² pour 1g de bouillie appliquée par hectare dans chacun des compartiments constituant la végétation. A partir de ces données, deux indicateurs de caractérisation de la qualité de pulvérisation sont mesurés en routine lors des essais réalisés en verger :

- **Le dépôt de pulvérisation moyen**, exprimé en ng/dm² pour 1 g de produit appliqué par ha.
- **Le coefficient de variation** (rapport entre l'écart-type et la moyenne) des dépôts mesurés dans les différents compartiments composant la végétation. Ce deuxième indicateur est révélateur de l'homogénéité des dépôts de pulvérisation au sein du couvert végétal (en %).

Un mode de représentation des résultats des évaluations des performances des pulvérisateurs selon ces deux critères a été adopté et permet de présenter les résultats de manière synthétique : il s'agit d'un graphique où les performances d'une technique de pulvérisation donnée sont représentées par un point, dont la position dépend de chacune des deux valeurs des indicateurs pré-cités. Le graphique s'organise selon deux axes. Pour chaque point représentant les performances d'une technique de pulvérisation :

- son ordonnée indique la valeur du coefficient de variation en % ;
- son abscisse indique la valeur de dépôt de pulvérisation moyen (ng/dm² pour un g/ha).

Sur ce principe là (figure 8), plus les dépôts sont importants et homogènes (donc points situés en bas à droite du graphique), plus la performance de pulvérisation est élevée.

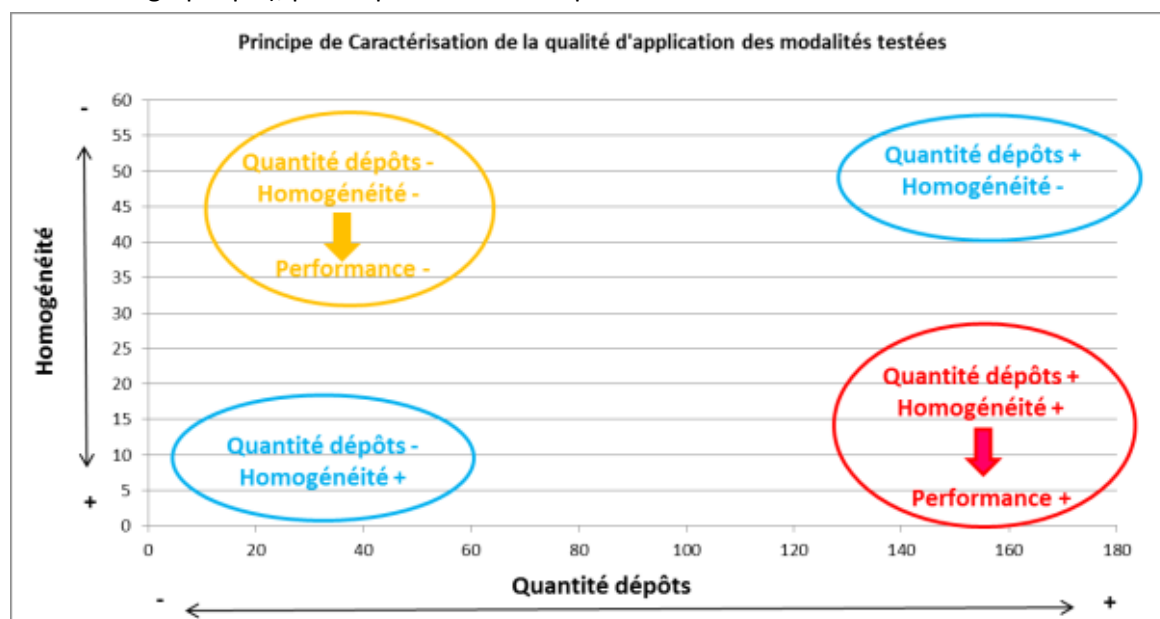


Figure 8 : principe de caractérisation des performances pulvérisateurs.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Tout ce travail d'analyse est en cours et donnera lieu à un document de synthèse en 2018 permettant une première classification des matériels, réglages et pratiques à partir de cette méthodologie mise en œuvre *in situ*.

La mise en place de ce type d'essais en verger est cependant associée à diverses contraintes ne permettant pas d'envisager une quantité importante d'essais : les conditions météorologiques, nombre de rangs et longueurs de rangs suffisants, contraintes logistiques d'acheminement des pulvérisateurs sur les différents sites... De plus les premiers résultats confirment la forte variabilité mesurée sur la variable dépôts (et déjà constatée dans divers essais menés au niveau européen). Une première classification des appareils, réglages et pratiques est en cours d'élaboration à partir des résultats obtenus *in situ* mais compte-tenu de ces contraintes et en s'appuyant sur les travaux menés en vigne dans le cadre du projet Ecosprayviti, l'un des objectifs de cette action du projet est de concevoir une haie fruitière artificielle qui permettra à moyen/long terme d'évaluer de manière globale les performances agro-environnementales des pulvérisateurs utilisés en arboriculture en conditions standardisées. Les étapes entreprises sur la conception de ce verger artificiel sont décrites dans un article dédié.

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.