



Workshop sur la pulvérisation en grandes cultures

Une journée d'échanges dédiée à l'innovation en pulvérisation en grandes cultures a permis de recueillir les attentes de la filière.

MAUDE LEWIS⁽¹⁾, SÉBASTIEN CODIS⁽¹⁾, XAVIER DELPUECH⁽¹⁾, BENJAMIN PERRIOT⁽²⁾, CAROLINE DESBOURDES⁽²⁾,
MARIANNE SELLAM⁽³⁾ ET LAURENT DAHINE⁽⁴⁾ (1) IFV. (2) Arvalis. (3) Acta. (4) Axema.

Dans le cadre du projet européen Innoseta H2020, des ateliers participatifs sur la pulvérisation sont organisés dans différents pays. Un objectif est de porter la synthèse aux autorités européennes pour définir les nouvelles priorités en termes de politiques publiques. En juillet 2020, le troisième workshop organisé en France dans le cadre de ce projet et du Contrat de solutions était dédié à l'innovation en pulvérisation en grandes cultures.

Identifier les enjeux, les solutions et les besoins

La journée d'échanges techniques Innoseta était co-organisée par l'IFV (institut français du vin et de la vigne) et Arvalis-Institut du végétal avec le support du Cema (syndicat européen des industriels de l'agroéquipement), de la FNCuma et de Végéphyll (voir Encadré 1). Un atelier participatif, qui a réuni vingt-sept personnes, avait pour objectif d'inviter les parties prenantes impliquées dans le secteur des grandes cultures en France (constructeurs de pulvérisateurs, firmes phytosanitaires, administrations, acteurs du développement agricole, agriculteurs, instituts techniques, etc.) à réfléchir aux enjeux autour de l'innovation en matière de pulvérisation et d'identifier les façons d'encourager son appropriation par les



Photo : Micron

< Varidome, de Micron, avec capots de protection : pulvérisateurs pour le traitement localisé entre les rangs ou sur le rang des cultures en ligne telles que le colza, le maïs, les betteraves ou les cultures légumières et maraîchères.

agriculteurs. Trois thèmes ont été abordés :
– optimisation de la qualité et de la précision de pulvérisation ;
– réduction de la dérive de pulvérisation ;
– prévention des pollutions ponctuelles - Sécurité environnementale et santé de l'opérateur.

Pour chacun des trois thèmes, les participants ont tout d'abord défini les enjeux et les défis prioritaires liés au thème. Une dizaine d'innovations relatives au thème et présélectionnées par les organisateurs leur ont ensuite été présentées. Les participants ont classé ces innovations par ordre d'importance selon leur capacité à répondre aux enjeux préalablement identifiés. Pour les deux innovations les mieux classées, ils ont identifié des moyens permettant de promouvoir leur utilisation sur le terrain, qu'il s'agisse de moyens techniques, régle-

mentaires mais aussi relatifs à l'organisation de la filière. Les discussions ont porté sur l'identification des besoins non couverts par les innovations présentées ainsi que la définition des priorités en termes de politiques publiques à l'échelle nationale et européenne pour répondre aux enjeux. Enfin, les participants ont donné leur avis sur les thèmes à favoriser pour les prochains appels à projet de recherche au niveau de l'UE et les collaborations multi-acteurs à mettre en place.

Optimiser la qualité et la précision de pulvérisation Défis à relever pour l'optimisation de la qualité de pulvérisation

Le premier défi identifié pour l'optimisation de la qualité de pulvérisation consiste à offrir davantage de formations aux agriculteurs concernant le réglage de leur appareil de traitement. La question du coût des innovations a également été soulevée : en fonction des types d'exploitations, certaines innovations ne sont pas accessibles économiquement, ce qui freine considérablement leur diffusion. Par ailleurs, concernant l'application d'herbicides, les participants ont identifié un manque de maturité concernant les technologies de détection des plantes adventices pour permettre un rapide développement des applications localisées (Spot Spraying). Il serait souhaitable que les technologies permettant la fourniture

RÉSUMÉ

♦ **CONTEXTE** - Le troisième workshop organisé en France dans le cadre du projet européen Innoseta H2020 (réseau thématique sur la pulvérisation) et du Contrat de solutions s'est déroulé par visioconférence le 2 juillet 2020.

Cette journée d'échanges techniques dédiée à l'innovation en pulvérisation en grandes cultures était co-organisée par l'IFV (Institut français du vin et de la vigne) et

Arvalis Institut du végétal avec le support du Cema (syndicat européen des industriels de l'agroéquipement), de la FNCuma et de Végéphyll.

♦ **ATELIER** - Lors d'un atelier participatif, les parties prenantes ont sélectionné les innovations les plus à même selon elles de répondre aux différents enjeux : optimisation de la qualité et de la précision de

pulvérisation ; réduction de la dérive ; sécurité environnementale et santé de l'opérateur. Les besoins non couverts et les priorités en termes de politiques publiques ont été identifiés.

♦ **MOTS-CLÉS** - Pulvérisation, grandes cultures, buses à injection d'air, capot de protection, systèmes Closed-Transfer (CTS), optimisation, réduction de la dérive.



de ces cartes de détection soient davantage développées pour limiter l'utilisation des herbicides. Enfin, un dernier défi consiste à faire connaître les avantages des technologies de pulvérisation afin de susciter l'intérêt des agriculteurs et les encourager à se procurer ces technologies.

Douze innovations présélectionnées par les organisateurs ont été présentées :

- 1) les dispositifs PWM et les porte-buses à sélection automatique pour le maintien de la qualité de pulvérisation (taille de gouttes et vol/ha) quelle que soit la vitesse d'avancement ;
- 2) les applications basées sur la technologie GPS (pour les innovations 1 à 7) avec :
- 3) la coupure de tronçons ON/OFF ;
- 4) les dispositifs de guidage/autoguidage du pulvérisateur ;
- 5) les dispositifs de modulation des doses en intraparcellaire ;
- 6) la détection de plantes adventices sur sol nu ou chaume ;
- 7) la détection de plantes adventices en culture ;
- 8) les systèmes de régulation du débit sous la rampe en courbe ;
- 9) l'injection directe ;
- 10) les dispositifs de contrôle de la hauteur et de la stabilité de la rampe de pulvérisation ;
- 11) les buses à double fente et les buses à jet incliné ;
- 12) Drop Leg (pour les applications sous couvert végétal) ;
- 13) les pulvérisateurs à rampe avec assistance d'air.

Parmi ces douze innovations, les participants ont sélectionné les deux innovations qui leur paraissaient les plus importantes à promouvoir auprès des agriculteurs.

À promouvoir : la détection des plantes adventices

La première est relative à la détection des plantes adventices en culture. Les participants ont collectivement souligné l'enjeu d'appuyer le développement de cette innovation qui consiste à détecter les plantes adventices au sein des cultures à partir de différents capteurs (capteurs hyperspectraux et RGB). Comme mentionné dans le paragraphe relatif aux défis à relever, il apparaît tout d'abord nécessaire de développer la maturité technologique des solutions qui commencent à émerger. Il semble utile d'investir davantage dans la R&D liée à ce sujet. Pour développer l'utilisation de ce type d'outil par les agriculteurs, il pourrait être intéressant de le combiner avec un dispositif de contrôle de la rampe au tronçon, une technologie plus accessible que le contrôle à la buse. Fournir un système d'assurance aux agriculteurs qui testent cette technologie dans la phase de maturation les inciterait à faire le pas pour s'équiper.

1 – Une journée dédiée à la pulvérisation en grandes cultures

Le troisième workshop organisé en France dans le cadre du projet européen Innoseta H2020 et du Contrat de solutions s'est déroulé par visioconférence le 2 juillet 2020. Après la viticulture⁽¹⁾ et l'arboriculture⁽²⁾, cette journée d'échanges techniques était dédiée à l'innovation en pulvérisation en grandes cultures. Elle était co-organisée par l'IFV (Institut français du vin et de la vigne) et Arvalis Institut du végétal

avec le support du Cema (syndicat européen des industriels de l'agroéquipement), de la FNCuma et de Végéphyll. Elle a débuté avec la présentation du projet Innoseta et sa plateforme web interactive qui recense toutes les innovations en matière de pulvérisation, toutes filières confondues, au niveau européen⁽³⁾.

Cette introduction a été suivie de la présentation du Contrat de solutions⁽⁴⁾,

un recueil de solutions pour la réduction de l'utilisation et de l'impact des produits phytosanitaires établi de manière concertée par une quarantaine de partenaires au niveau national. L'atelier participatif qui a suivi a permis de recueillir les témoignages des participants.

(1) Voir Phytoma n° 728 p. 12.

(2) Voir Phytoma n° 732 p. 13.

(3) <https://platform.innoseta.eu>

(4) <https://contratsolutions.fr>



▲ Pulvérisateurs avec lame qui oriente la pulvérisation (Wing Sraayer).

À promouvoir : une qualité indépendante de l'avancement

La deuxième innovation sélectionnée correspond aux technologies permettant le maintien de la qualité de pulvérisation (taille de gouttes et volume/ha) quelle que soit la vitesse d'avancement. Deux technologies relativement matures et présentes chez la plupart des constructeurs permettent de répondre à cet objectif : les porte-buses à sélection automatique et les systèmes de commande de buses basés sur la technologie PWM (Pulse Width Modulation - dispositifs de modulation de largeur d'impulsion). Afin de promouvoir leur développement sur le terrain, il faut démontrer aux agriculteurs que ces technologies permettent de répondre à des besoins concrets : découpler la vitesse d'avancement de la taille des gouttes et donc gagner en flexibilité. Il faut

également informer et former les agriculteurs à l'utilisation de cette technologie, car il n'est pas toujours facile de comprendre rapidement son fonctionnement. Un enjeu connexe reste le développement de cartes de modulation des doses qui permettraient de valoriser ces deux technologies. Dans cet objectif, l'identification des critères agronomiques permettant d'envisager la modulation intraparcellaire des fongicides reste une question de recherche à travailler. Le volet « traçabilité des applications » ne faisait pas partie des innovations sélectionnées par les organisateurs. Or, ce sujet est identifié par les participants comme un élément important car il permet d'aider les agriculteurs à optimiser leurs pratiques. Des dispositifs permettant la traçabilité existent mais ils mériteraient d'être beaucoup plus largement utilisés. La traçabilité permet



également de prouver que les opérations effectuées par les agriculteurs l'ont été dans de bonnes conditions.

Réduction de la dérive de pulvérisation

Défis à relever pour la dérive

Parmi les principaux défis à relever pour réduire la dérive de pulvérisation, le premier relevé porte sur la communication liée aux technologies réductrices de dérive. Les riverains, et plus généralement l'ensemble de la population, doivent être sensibilisés sur le fait que les nouvelles technologies de pulvérisation permettent de réduire considérablement le niveau de dérive lors des applications. Il faut également expliquer et démontrer aux agriculteurs que ces technologies sont efficaces pour réduire la dérive sans pénaliser la qualité d'application. Cette communication, à destination des agriculteurs, les inciterait sans doute à utiliser de manière plus systématique ces techniques. La formation certiphyto, passage obligé de la profession, pourrait être mise à profit pour former les agriculteurs sur le sujet. À noter toutefois que les formations relatives à la dérive nécessiteraient d'être adaptées à chaque filière, car les techniques et les moyens disponibles en termes de réduction de la dérive, sont assez différents d'une culture à l'autre.

Six innovations présélectionnées par les organisateurs ont été présentées lors du second atelier sur la dérive :

- 1) les buses à injection d'air ;
- 2) les buses asymétriques en bout de rampe de pulvérisation ;
- 3) les pulvérisateurs avec capots de protection ;
- 4) les pulvérisateurs avec lames qui orientent la pulvérisation ;
- 5) les outils de sensibilisation tels que le banc Pulvé Dynamic, de Syngenta ;
- 6) le référentiel européen Topps Prowadis sur les bonnes pratiques pour la réduction de la dérive.

Les participants ont choisi deux innovations qui, selon eux, sont les plus importantes à promouvoir auprès des agriculteurs.

À promouvoir : les buses à injection d'air

La première innovation sélectionnée correspond aux buses à injection d'air, un outil économique et facile d'utilisation. Il peut être surprenant de constater que ces buses, apparues il y a maintenant une quinzaine d'années sur le marché, apparaissent en tête de liste du vote. Mais il existe toujours une

forte réticence de la part des agriculteurs concernant l'utilisation de ces buses. Malgré les nombreuses références techniques qui démontrent leur intérêt, des doutes persistent quant à l'efficacité de la protection en comparaison avec des buses classiques. Les participants ont énoncé deux façons d'appuyer le développement des buses à injection d'air. D'abord, il est nécessaire de développer une communication associant toutes les parties prenantes (firmes phytosanitaires, constructeurs, concessionnaires, agents du développement agricole...) pour promouvoir leur utilisation. Autre proposition, les pulvérisateurs pourraient être montés en usine de série avec des buses à injection d'air afin d'encourager les agriculteurs à les utiliser.

À promouvoir : les pulvérisateurs avec capots de protection

La deuxième innovation sélectionnée correspond aux pulvérisateurs avec capots de protection. Ces pulvérisateurs sont munis d'une rampe de pulvérisation située près du sol, ce qui réduit la dérive. Celle-ci est d'autant plus réduite que les capots de protection ajoutés sur la rampe interceptent les gouttelettes qui s'éloignent de la cible pulvérisée. Malgré le principe intéressant de cette technologie, ce type de pulvérisateur n'est actuellement pas ou peu

Promouvoir les pulvérisateurs avec capots de protection est un défi d'ordre réglementaire.



Photo : Vibby Teknik

▲ Pulvérisateurs avec lame qui oriente la pulvérisation Cropsurfer (Vibby Teknik).

utilisé en France, car l'utilisation de capots de protection induit très souvent l'utilisation de produits non homologués en culture. Le défi est donc d'ordre réglementaire. En effet, les pulvérisateurs avec capots de protection permettent de désherber l'interrang à l'aide d'un produit phytosanitaire non sélectif, par opposition au désherbage classique. Puisque les produits phytosanitaires utilisés

(1) Voir « Le réglage : essentiel pour limiter les pertes », Phytoma n° 730, p. 29.



ne sont pas sélectifs, l'intérêt des capots est aussi de protéger la culture dans le rang. En France, les produits non sélectifs ne sont généralement pas autorisés en culture, tel que le glyphosate qui est un produit adapté pour travailler avec un pulvérisateur muni de capots de protection.

- Une innovation non présentée aux participants a été mentionnée par les participants par rapport à son efficacité pour la réduction de la dérive. Il s'agit du contrôle de la hauteur de la rampe de pulvérisation combiné avec un espacement entre les buses de 25 cm (au lieu de 50 cm). L'intérêt de cet espacement raccourci entre les buses est de pouvoir traiter avec une rampe abaissée et donc une pulvérisation moins sensible à la dérive. Toutefois, cet outil est efficace à condition de respecter une hauteur de rampe adéquate, car les buses espacées de 25 cm sont de calibres deux fois plus petits, donc générant des gouttes fines et plus sensibles à la dérive.

- Le robot autonome de pulvérisation n'a pas non plus été présenté dans les innovations pour réduire la dérive, alors qu'il peut représenter une solution pour travailler le plus près possible du sol. Il pourrait aussi offrir la possibilité de calculer automatiquement la taille optimale des gouttelettes pour réduire la dérive et l'imposer par défaut à l'appareil.

Besoins non couverts par les innovations présentées

- Les participants s'accordent sur le fait qu'il serait très utile d'harmoniser au niveau européen les réglementations et les dispositifs reconnus par les différentes administrations pour la réduction de la dérive. Une réglementation harmonisée entre états membres sur ces questions permettrait d'accélérer

2 – Une plateforme européenne sur l'innovation en pulvérisation

Le réseau thématique européen H2020 InnoSeta⁽¹⁾ a été créé afin d'accélérer la diffusion sur le terrain des techniques et des pratiques de pulvérisation innovantes. La plateforme InnoSeta⁽²⁾ est un répertoire libre d'accès sur le matériel et les technologies de pulvérisation innovantes, les dernières ressources de formation disponibles sur le sujet, les projets et les documents adaptés aux besoins des agriculteurs.

L'ambition de la plateforme InnoSeta est de collecter en un même lieu au niveau européen « l'ensemble » :

- des solutions techniques de pulvérisa-



tion innovantes proposées par le secteur privé :

- des publications (scientifiques et articles techniques à visée de vulgarisation) ;
- des outils de formation (brochures, applications, support de formation) ;
- des projets liés aux « nouvelles technologies d'application des produits de protection des plantes ».

(1) www.innoSeta.eu

(2) <https://platform.innoSeta.eu>

et d'uniformiser les bonnes pratiques de pulvérisation.

Politiques publiques : harmoniser, communiquer, former, financer

En ce qui concerne les politiques publiques, plusieurs priorités ont été mentionnées par les participants :

- Harmoniser la réglementation en matière de pulvérisation pour l'ensemble des pays européens comme cela a déjà été mentionné. Cette harmonisation contribuerait à la diffusion des technologies de pulvérisation et des bonnes pratiques.

- Offrir davantage de formations aux agriculteurs, aux techniciens agricoles, aux contrôleurs de pulvérisateurs, aux fabri-

cants de pulvérisateurs sur le bon réglage des pulvérisateurs, sur les moyens de réduction de la dérive, sur la pulvérisation de précision, etc. Il a d'ailleurs été mentionné à plusieurs reprises qu'il est nécessaire de mieux former les formateurs certiphyto sur les aspects techniques de la pulvérisation. Il serait également nécessaire de revoir le contenu de la formation certiphyto pour ajouter un volet pulvérisation qui est quasiment absent aujourd'hui.

- Veiller à ce que, lorsqu'un agriculteur achète un pulvérisateur, il bénéficie d'une formation sur la bonne utilisation et sur le réglage de sa machine. Une solution envisageable serait de combiner le contrôle technique du pulvérisateur avec le réglage



▲ Solution Spot Spraying, de Berthoud et Carbon Bee.



du pulvérisateur⁽¹⁾. De cette manière, le contrôleur du pulvérisateur pourrait discuter directement avec l'agriculteur.

Prévention des pollutions ponctuelles, sécurité et santé Défis à relever pour la prévention

Parmi les principaux défis à relever sur les thèmes de la prévention des pollutions environnementales et de la santé de l'opérateur, les participants notent que le classement ICPE (installation classée pour la protection de l'environnement) des installations collectives de traitement des effluents rend cette solution collective inacceptable en termes de contrainte et limite son développement alors qu'elle permet de mutualiser les coûts entre exploitations. Un manque a été identifié au niveau des formations offertes aux agriculteurs. Le certiphyto pourrait être amélioré en développant la partie pratique de la formation (utilisation des EPI, outils de gestion des effluents phytosanitaires...). Sur le plan réglementaire et normatif, le besoin d'harmonisation au niveau européen est souligné. La nécessité de standardiser les contenants et les standards pour les dispositifs de CTS (Closed Transfer System) est évoquée. Au niveau économique, un accompagnement financier incitatif pour les pratiques vertueuses reste nécessaire par des aides publiques (type PCAE, FAM), mais aussi par des logiques pollueurs payeurs (par exemple le dispositif CEPP). Autre défi de l'acceptation des nouvelles pratiques : la valorisation par le déploiement de certifications qualité type haute valeur environnementale (HVE) avec un prix de vente des produits majoré (ou soutenu). Sept innovations ont été présentées sur ce thème :

- 1) les systèmes Closed-Transfer permettant de connecter les bidons de produits phytosanitaires directement au réservoir de pulvérisation ;
 - 2) les colonnes de remplissage ;
 - 3) les compteurs volumétriques pour le remplissage du pulvérisateur ;
 - 4) les dispositifs de nettoyage du pulvérisateur (interne et externe) ;
 - 5) les dispositifs de nettoyage interne automatisé du pulvérisateur ;
 - 6) les nouveaux équipements de protection individuelle (EPI) ;
 - 7) OptiPhyto, outil de diagnostic des pollutions ponctuelles à l'exploitation (UIPP).
- Les participants ont sélectionné les deux innovations qui leur paraissent les plus importantes à promouvoir auprès des agriculteurs.

Il ne s'agit plus de développer les nouveaux EPI mais plutôt de le promouvoir leur diffusion.

À promouvoir : les systèmes Closed-Transfer (CTS)

La première innovation sélectionnée correspond aux systèmes Closed-Transfer (CTS). Les participants ont énoncé plusieurs façons d'appuyer le développement de ces dispositifs, en commençant par l'inclusion des CTS dans la liste des investissements éligibles aux subventions de type PCAE. Les participants ont également souligné le rôle essentiel de la normalisation pour la standardisation des contenants mais aussi la nécessité de n'avoir qu'un standard pour les CTS (deux existent actuellement). De plus, l'intégration des CTS sur les pulvérisateurs par les fabricants permettrait de démocratiser leur utilisation. En dernier lieu, il serait intéressant de prévoir un système d'adaptation des CTS sur les pulvérisateurs en service (rétrofit), lequel serait accepté des fabricants (exemple : garantie), ou alors de fournir un système d'incorporation indépendant du pulvérisateur.

À promouvoir : le nettoyage interne automatisé du pulvérisateur

La deuxième innovation sélectionnée correspond au nettoyage interne automatisé du pulvérisateur. Pour inciter les agriculteurs à opter pour ce dispositif, il est avant tout nécessaire de démontrer que c'est une solution efficace et autonome qui peut être plus intéressante que l'espace de lavage commun. Afin d'en assurer le développement, il faudrait pouvoir l'inclure comme le CTS dans la liste des investissements éligibles aux subventions ou le rendre obligatoire (via une norme sur les équipements) ou enfin l'inclure de série sur les pulvérisateurs afin que l'effet de volume de vente le rende plus abordable.

Besoins non couverts

Quatre besoins majeurs non couverts par les innovations actuellement proposées ont été identifiés par les participants :

- Il est nécessaire de trouver une solution à la pollution ponctuelle par débordement de la cuve, car le volucompteur ne suffit pas dans tous les cas et les aires mobiles ne sont pas pratiques. Il y a donc une alternative à développer pour combler ce besoin.
- La cabine de catégorie 4 (généralisée sur les pulvérisateurs automoteurs) devrait être généralisée sur tous les tracteurs.
- En ce qui concerne les équipements de protection individuelle (EPI), il ne s'agit plus de développer de nouveaux EPI innovants mais plutôt de promouvoir leur diffusion et leur utilisation, car ils ne sont actuellement

pas suffisamment utilisés dans les exploitations agricoles. L'enjeu consiste donc à accélérer cette prise de conscience sur le port des EPI. Le projet EPIphyto 2019 (<https://epiphyto.fr/>) travaille à la diffusion de ces bonnes pratiques (séries web relayées sur les réseaux sociaux). Pour accélérer la prise de conscience des agriculteurs, les actions de démonstration à la lumière noire pour voir les contaminations et sensibiliser les utilisateurs (exemple du kit de visualisation du risque d'exposition PhytoFluo proposé par Bayer) sont très utiles et devraient être amplifiées.

- Un autre enjeu est celui de l'adaptation de dispositifs récents sur les matériels anciens. Différentes dispositions permettraient de répondre à ces besoins, notamment :
 - d'amplifier le lien entre les équipementiers et les sociétés qui développent des logiciels de gestion d'exploitation pour faire des calculs automatiques de quantité de produit à préparer (calculatrice de remplissage) ;
 - d'harmoniser les enseignements agricoles, renforcer la formation continue des enseignants sur ces sujets.

Politiques publiques

En termes de politiques publiques, les priorités qui ont été mentionnées sont les suivantes : un soutien à l'investissement non productif ; un besoin de diagnostics et de conseils concernant les pollutions ponctuelles et la santé des opérateurs (outil Optiphyto, <https://tinyurl.com/y5jre2wy>) ; l'intégration de ces thèmes dans les cursus d'enseignement.

L'importance de la communication et de l'harmonisation de l'enseignement agricole a été mentionnée à plusieurs reprises. Il pourrait être opportun de renforcer la présence des représentants de la profession agricole, notamment français (Apc...), dans les processus européens de normalisation où ils sont sous-représentés. □

POUR EN SAVOIR PLUS

CONTACTS : Pulvérisation Grandes cultures : b.perriot@arvalis.fr

Réseau Innoseta : sebastien.codis@vignevin.com

LIEN UTILE : <https://platform.innoseta.eu/>

REMERCIEMENTS Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de l'accord de subvention N. 773864, Innoseta - Accélérer l'adoption des pratiques innovantes en pulvérisation, la formation et le conseil (Seta) au sein du réseau agricole européen par la mobilisation des connaissances agricoles et les technologies novatrices.