

# Pulvérisation

## La modulation intra-parcellaire avec l'injection directe : une opération encore délicate

« Appliquer la bonne dose au bon endroit », le rêve pourrait devenir réalité avec l'injection directe, seul outil à même de moduler les doses de produits phytosanitaires. Les essais montrent que les cartes de modulation assistées par GPS peuvent aujourd'hui intégrer le délai d'amorçage inhérent à ce type de matériel. Mais la mise en œuvre de la technique reste complexe.



Sur le SideKick Pro, ici attelé à l'avant du tracteur, l'injection s'effectue après le refoulement de la pompe du pulvérisateur.

Une solution à base d'un colorant, la tartrazine, a été utilisée pour mimer un produit phytosanitaire. Pendant 4 minutes après l'injection d'une dose, des prélèvements ont été réalisés toutes les 10 secondes sur la buse centrale ainsi que sur celle située à l'extrémité de la rampe. Des buses rouges à 1,5 bar, d'un débit de 1,13 l/min, ont été utilisées. Dans les deux cas, le délai d'amorçage s'est avéré conséquent : 80 secondes pour le SP-ID

**M**oduler ses phytos à l'intérieur d'une parcelle grâce à l'injection directe deviendrait-il possible avec le développement des nouvelles technologies et de l'agriculture de précision ? C'est la question à laquelle ARVALIS-Institut du végétal a tenté de répondre. L'institut a donc réalisé des essais avec deux systèmes d'injection directe (*encadré 1*) : le SP-ID du constructeur Spray Concept (1) et le SideKick Pro du constructeur Raven. Tous deux peuvent être montés sur presque tous les pulvérisateurs de grandes cultures, qu'ils soient traînés, portés ou automoteurs... À deux nuances près, toutefois : d'une part, plus l'espace autour des organes du pulvérisateur est

grand, plus le montage est aisé et d'autre part, le matériel doit disposer d'une circulation classique. Une circulation continue ou semi-continue conduirait à un retour de produit dans la cuve principale qui n'est censée contenir que de l'eau claire.

### Un délai d'amorçage conséquent

Avant de penser à moduler, il est important de vérifier le délai d'amorçage de chaque outil ainsi que la stabilité de la dose. Pour ce faire, ARVALIS-Institut du végétal a réalisé des tests sur les deux systèmes.

Afin de mesurer les délais d'amorçage des deux procédés, une manipulation statique a été effectuée.

**Avant de penser à moduler, il est important de vérifier le délai d'amorçage de chaque outil ainsi que la stabilité de la dose.**

et 60 secondes pour le SideKick Pro (*encadré 2*). Rappelons que ces délais, qui dépendent du matériel d'injection mais aussi du circuit de pulvérisation et du débit précis des buses, ne peuvent être comparés entre eux compte tenu des différences entre les systèmes étudiés.

L'institut a également testé les délais dans le cas d'une descente en charge (passage de 1 à 0 l/ha). Il s'est avéré que, quelles que soient les doses de départ et d'arrivée, ils ne variaient pas. Un point essentiel pour moduler dans de bonnes conditions : cela signifie que le temps est identique pour passer d'une dose à une autre, quelle qu'elle soit. Il est cependant nécessaire de bien connaître le délai d'amorçage de son appareil avant de se lancer dans une cartographie de modulation de dose à la parcelle.

## Deux concepts d'injection différents

### • SP-ID, Spray Concept

Le SP-ID a la particularité d'injecter le produit avant l'aspiration de la pompe c'est-à-dire entre la cuve d'eau claire et la pompe du pulvérisateur (figure 1). Ceci a pour avantage d'homogénéiser la bouillie rapidement. Il dispose d'une à quatre micro-cuves dans lesquelles les produits purs sont insérés. Le système dispose également d'une cuve de pré-mélange équipée d'un agitateur-mélangeur électrique pour la préparation de la bouillie mère à partir de granulés solides ou pâteux.

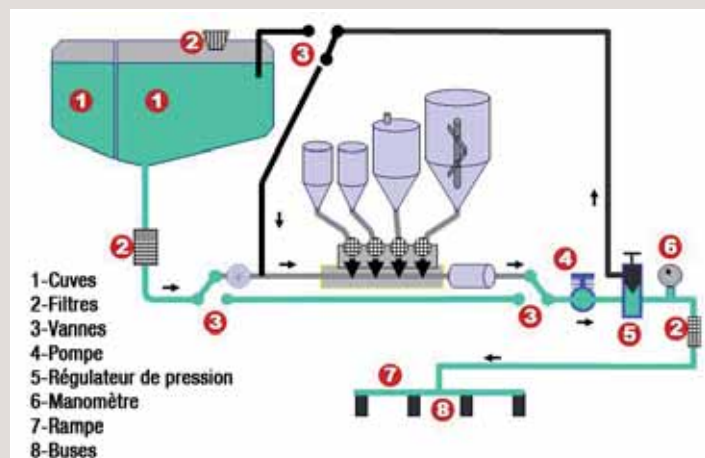


Figure 1 : Injection directe « passive », système SPRAY Concept. Système étudié sur pulvérisateur Evrard Meteor avec une rampe de 36 m.

© SPRAY Concept

### • SideKick Pro, Raven

Le SideKick Pro injecte le produit après le refoulement de la pompe. Une pompe à piston volumétrique prélève le produit à injecter dans la micro-cuve et l'envoie dans le circuit de refoulement. Un homogénéiseur est alors nécessaire en sortie d'injection pour brasser la bouillie (figure 2).

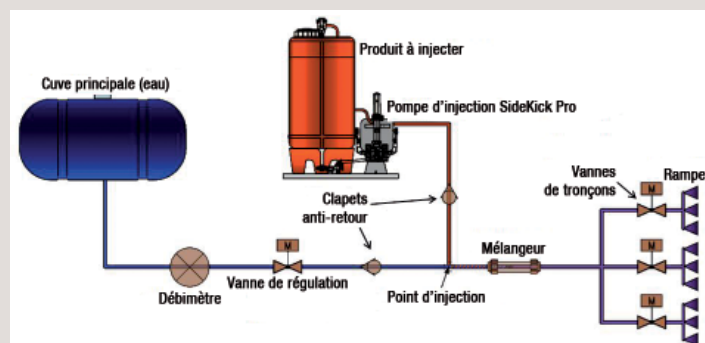


Figure 2 : Injection directe « active », système Raven. Système étudié sur : pulvérisateur Hardi Commander avec une rampe de 24 m.



## Décaler la carte de préconisation

Compte tenu de toutes ces contraintes, la vérification de la stabilité de la dose a été réalisée en dynamique au champ. Cette seconde étape avait un double objectif : d'abord valider la liaison entre le GPS et la console, puis savoir si la dose apportée correspondait bien à celle souhaitée. Une carte de préconisation a été définie au préalable pour les deux pulvérisateurs, puis découpée en trois zones : N/2 l/ha, N l/ha et 0 l/ha ou N/4 l/ha. Grâce au logiciel BGrid (2), la carte de préconisation a été décalée en tenant compte du sens de circulation du tracteur dans la parcelle, le trajet du pulvérisateur étant prédéfini et ne pouvant être modifié sous peine d'induire des erreurs au niveau des zones à traiter. Les doses ont été décalées de la moitié du délai d'amorçage. Concrètement, cela signifie que, pour passer d'une dose N l/ha à N/2 l/ha sur un pulvérisateur ayant 60 secondes d'amorçage, un traitement à la dose N l/ha a été effectué jusqu'à 30 secondes avant le changement de zone. Le passage à la dose N/2 a alors été enclenché. Le changement s'est effectué progressivement pendant les 60 secondes suivantes. Au changement de zone, la dose réellement apportée était donc encore légèrement supérieure à N/2. Elle n'a atteint sa valeur définitive que 30 secondes après le changement de zone. Un sous-dosage a donc été réalisé en fin de zone à dose N l/ha et un sur-dosage en début de zone à dose N/2 l/ha.

## Des informations bien transmises

Une fois ce réglage effectué, la carte de préconisation « décalée » a été introduite dans une console (pro série 8000 de RDS) permettant de la gérer et de faire le lien avec le GPS. Lorsque le tracteur avance, cette console identifie la dose à apporter et la transmet à la console qui gère le SP-ID ou

**Les doses ont été décalées de la moitié du délai d'amorçage.**

**Pour réaliser les tests de stabilité de dose au champ, des boîtes de pétri ont été disposées régulièrement le long de la parcelle.**

## SP-ID et SideKick Pro : des délais d'amorçage de 80 à 60 secondes

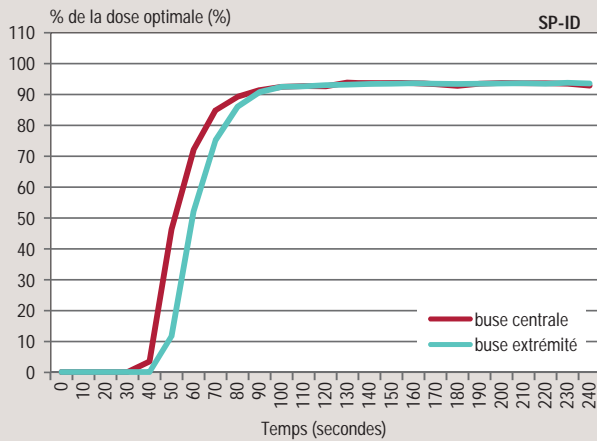


Figure 3 : Délai d'amorçage du SP-ID pour une injection de 1 l/ha de solution colorée.

Le délai d'amorçage est de 80 secondes pour la buse centrale et de 90 secondes pour la buse d'extrémité de rampe. Le délai moyen sur cet outil est donc de 85 secondes. La dose programmée est stable dans le temps.

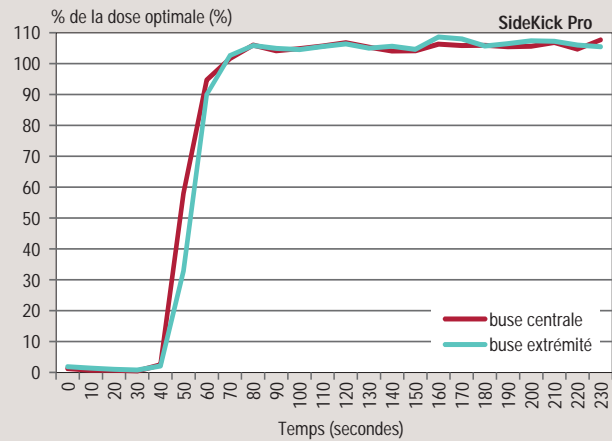


Figure 4 : Délai d'amorçage du SideKick Pro pour une injection de 1 l/ha de solution colorée.

Le délai d'amorçage est de 60 secondes pour la buse centrale et de 65 secondes pour la buse d'extrémité de rampe. Le délai moyen sur cet outil est donc d'environ 62 secondes. La dose programmée est stable dans le temps.



Dans le cas du SP-ID2, l'injection est positionnée avant l'aspiration de la pompe du pulvérisateur.

4

## Les atouts de l'injection directe

Pulvériser par injection directe présente certains atouts. D'abord, la cuve principale ne contient plus de produits phytosanitaires. Il n'y a donc plus de risque de pollution par débordement de la cuve ou par réaspiration de la bouillie dans le réseau d'eau au moment du remplissage. La présence d'un élément spécifique pour rincer les bidons et récupérer les eaux de rinçage répond aux problèmes de gestion des effluents phytosanitaires. Cependant, le rinçage complet de l'appareil ne fait pas beaucoup d'économies d'eau mais la manœuvre est simple et rapide dans les deux cas. Quelques désagréments subsistent néanmoins. Le passage par une solution mère est obligatoire pour les produits autres que liquides. La manipulation des produits n'est pas supprimée puisqu'il faut toujours transvaser les bidons dans les micro-cuves.

L'injection directe facilite aussi la gestion des chantiers de pulvérisation et permet de réaliser de la modulation inter-parcellaire. Il est par exemple possible d'ajuster la dose de fongicide à la sensibilité variétale et au risque maladie de chaque parcelle de blé. Dans le cas des désherbages, il est également plus aisé d'ajuster le produit ou la combinaison de produits en fonction du salissement général de la parcelle et de la flore présente.

3

## Applications réelles et doses souhaitées en adéquation

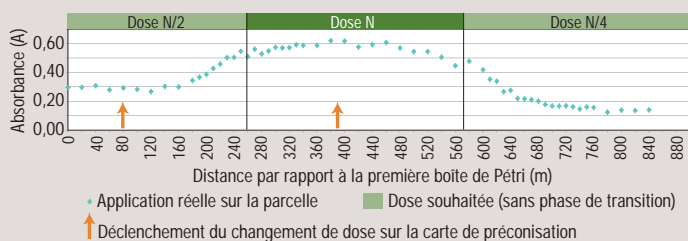


Figure 5 : SP-ID (SPRAY-Concept). La dose réelle appliquée à la parcelle est en adéquation avec la carte de préconisation.

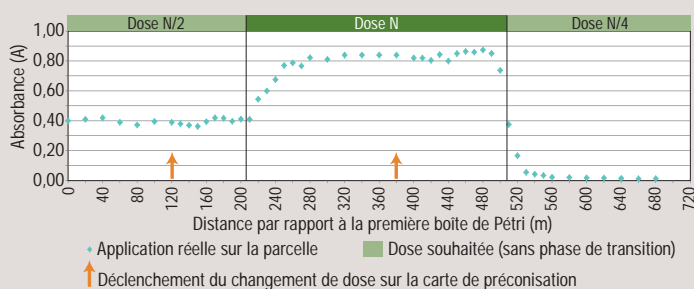


Figure 6 : SideKick Pro (Raven). La dose réelle apportée à la parcelle est en adéquation avec la carte de préconisation.

le SideKick Pro. Le chauffeur n'a pas à intervenir, la modulation est automatique. Pour vérifier la dose apportée par le pulvérisateur, des boîtes de pétri ont été réparties de façon régulière sur la parcelle afin de récupérer la solution de tartrazine pulvérisée. Ce qui a permis de quantifier la dose apportée et de la comparer à celle de la carte de préconisation. Pour le SP-ID comme pour le SideKick Pro,

l'adéquation entre les cartes de pulvérisation réelle et de préconisation souhaitées (*encadré 3*) s'est montrée très bonne. Le décalage réalisé avec le logiciel BGrid lors de la constitution de la carte de préconisation s'est révélé correct. De plus, la console (pro série 8 000 de RDS) a correctement donné les ordres à celle du pulvérisateur, tant en ce qui concerne la quantité que la localisation.

## Une mise en œuvre sur le terrain encore délicate

Le couplage du SP-ID et du Sidekick Pro à un système GPS permet donc de piloter la dose en suivant les instructions d'une carte de préconisation. Dans les deux cas, les doses réellement épanchées ont bien correspondu aux doses programmées dans la carte de préconisation. Les

systèmes sont donc précis et fiables. Les deux procédés étudiés montrent qu'une modulation intra-parcellaire est réalisable. Elle reste néanmoins délicate : les délais d'amorçage conséquents imposent un nombre de doses réduit dans la parcelle, des tailles de zones importantes et donc des parcelles suffisamment grandes. Rappelons qu'avec ce système, la modulation se fait sur la largeur du pulvérisateur. ■

(1) Avec la participation d'Epis Centre et de Syngenta  
(2) La carte de préconisation, ainsi que le tracé du tracteur enregistré lors d'une intervention précédente grâce au GPS, sont rentrés sous le logiciel BGrid (société SARL Barbereau). En entrant la vitesse d'avancement du tracteur et le délai (en secondes) entre l'injection et la zone réelle, le logiciel anticipe les changements de doses.

**Caroline Desbourdes**

[c.desbourdes@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:c.desbourdes@arvalisinstitutduvegetal.fr)

**Benjamin Perriot**

[b.perriot@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:b.perriot@arvalisinstitutduvegetal.fr)

ARVALIS-Institut du végétal

## Difficile de moduler sans injection directe

Les résultats d'essais montrent que l'injection directe ne permet pas de réaliser facilement de la modulation intra-parcellaire. Il est donc tentant de vouloir moduler la dose depuis le boîtier électronique du pulvérisateur en faisant varier le volume de bouillie épanchée. En théorie très simple, cette opération est limitée par les plages de pression des buses qui ne permettent que de faibles variations de volume. Cette opération a également le désavantage de faire varier le volume de bouillie en plus de la dose. Des précautions sont donc à prendre, notamment dans le cas de produits de contact, parfois sensibles à une baisse du volume de bouillie (*Perspectives Agricoles*, mai 2011).

D'autres innovations tendent à se développer, telles les buses à débit variable ou des porte-buses à sélection automatique. Mais elles sont encore rares sur le marché. Elles feront l'objet de futurs essais menés par ARVALIS-Institut du végétal.

**Dans les deux cas, les doses réellement épanchées correspondent aux doses programmées dans la carte de préconisation.**



© ARVALIS-Institut du végétal

Durant la manipulation statique, les prélèvements ont été réalisés à l'aide de tubes à essai.