

PULVÉRISATION

MODULER AU TRONÇON, c'est désormais possible



La modulation est un choix de l'agriculteur pour appliquer précisément les intrants. Nouveauté technique, la modulation sur la largeur de la rampe a été testée par Arvalis.

© C. Desbordes/Arvalis - Institut du végétal

Depuis peu certains constructeurs proposent des pulvérisateurs capables de moduler la dose par tronçon. Arvalis a testé le système OSS+ de Tecnomat sur la station de Boigneville (91) en 2018.

L'objectif de la modulation intraparcél-laire est d'apporter « la bonne dose au bon endroit » en fonction de variables prédéfinies. Environ 10 % des agriculteurs pratiquent la modulation de la fertilisation azotée (*encadré*); le pulvérisateur applique la dose de la carte de préconisation de façon autonome grâce au GPS. Les motivations des agriculteurs pour moduler sont variées. Y entrent en compte l'intérêt économique, mais aussi les contraintes environnementales et sociétales. Toutefois l'apparition de nouvelles technologies peut stimuler l'adoption de certaines pratiques par les agriculteurs.

Jusqu'à maintenant, les pulvérisateurs apportaient

une dose uniforme sur toute la largeur de la rampe. La modulation se faisait uniquement dans le sens d'avancement. Pour avoir une large plage de variation tout en conservant une bonne qualité de pulvérisation, il était préférable d'utiliser des porte-buses à sélection automatique ou à pulsation (PWM). Ces deux technologies changent la dose dans la parcelle avec des délais de réponse entre 1 et 8 s⁽¹⁾. Le nouveau système Optimal Spray System Plus (OSS+) du constructeur Tecnomat permet de moduler au tronçon, et donc d'affiner l'application des intrants. Les essais ont étudié cette technologie.

Évaluer une grande diversité de modulations de doses

Le porte-buse à sélection automatique OSS+ est composé de quatre buses. Dans les essais, il a été installé sur un automoteur Laser 3240, avec une rampe de 30 m de large et une capacité de 3 200 litres. Les buses étaient réparties tous les 50 cm le long de la rampe. Les tronçons comprenaient six ou huit porte-buses, selon leurs

« La modulation au tronçon permet de s'approcher au plus près des cartes de préconisation. »

emplacements. Le dispositif était géré par la console iTOP du constructeur.

L'évaluation a été réalisée grâce à des capteurs de pression instrumentant toutes les buses de chaque porte-buses retenu pour l'étude. Les mesures de pression sont géoréférencées toutes les 0,2 seconde grâce à un système de positionnement RTK ayant une précision de 2 cm.

Le débit instantané de chaque buse est calculé par la formule $K \times \sqrt{\text{pression}}$, le facteur multiplicatif K dépendant du calibre de buse considéré. Pour les calculs, le coefficient K de chaque buse instrumentée a été mesuré à la suite des tests. Quand plusieurs buses fonctionnent en même temps sur un porte-buse, le débit de chaque buse est additionné pour obtenir le débit total du porte-buses. Enfin, le volume réel délivré par tronçon et par hectare est calculé par la formule : $\text{Volume} = (600 \times \text{Débit}) / (0,5 \times \text{Vitesse})$, où le volume délivré est en litres/ha, le débit des porte-buses en litres/minute et la vitesse de l'automoteur en km/h. Pour évaluer ce volume le plus finement possible, il est primordial de travailler avec des buses calibrées dont le débit est normalisé.

Des cartes de préconisation dictaient les volumes différenciés à appliquer sur les tronçons de la rampe. Pour des raisons de mise en œuvre de la manipulation, seuls les quatre tronçons centraux du pulvérisateur ont été instrumentés. Quatre doses ont été testées par tronçon : 50, 100, 150 et 200 l/ha. Toutes les combinaisons possibles de doses sur chacune des buses de chaque tronçon ont été envisagées, soit 256 possibilités.

Chaque dose est maintenue sur une distance de 100 m de long, dans le sens de l'avancement de

L'Observatoire* enquête sur les usages de la modulation en France

La moitié des structures collectives agricoles enquêtées proposent des cartes de modulation. Ces services concernent avant tout les grandes cultures, et utilisent principalement des images de télédétection mais peu les données du sol. La modulation est utilisée essentiellement pour la fertilisation, et dans une moindre mesure pour appliquer des engrais de fond. La modulation des densités de semis est en développement. Selon l'enquête, les facteurs contribuant à l'adoption de la modulation sont le désir de mieux connaître et respecter les particularités agronomiques de la parcelle, l'économie d'intrants (qui dépendra de l'hétérogénéité de la parcelle), les spécificités de certaines cultures et les cours du marché. Sont également mentionnés le confort de travail, allant de pair avec la poursuite de la démarche d'automatisation (passer du guidage à la modulation), et la volonté de donner une meilleure image de l'agriculture et de préserver l'environnement.

Toutefois l'adoption de la modulation est freinée par les coûts associés à cette technique (constitution des cartes de modulation et matériel), la complexité apparente de la communication entre outils, mais aussi l'intervention de nombreux intermédiaires (produisant les cartes de préconisation, commercialisant le matériel GPS, de pulvérisation et/ou le tracteur, fournissant la correction GPS...), le fait qu'il n'existe pas de solution unique, et enfin le manque d'intérêt et de confiance dans le conseil.

(* Observatoire des Usages de l'Agriculture Numérique, dont le site est sur <http://agrotic.org/observatoire/chaire-agrotic/>. Les résultats de l'enquête ont été présentés en décembre 2018.

l'automoteur. Le système doit donc répondre à une carte de préconisation ressemblant à un damier de quatre cases de large (les quatre tronçons centraux) sur cinq cases de long (500 m). Pour tester les 256 possibilités, 52 cartes de modulation ont ainsi été préparées. Chaque carte de préconisation est répétée trois fois.

RESPECT DES VOLUMES AU TRONÇON : la modulation suit fidèlement les préconisations

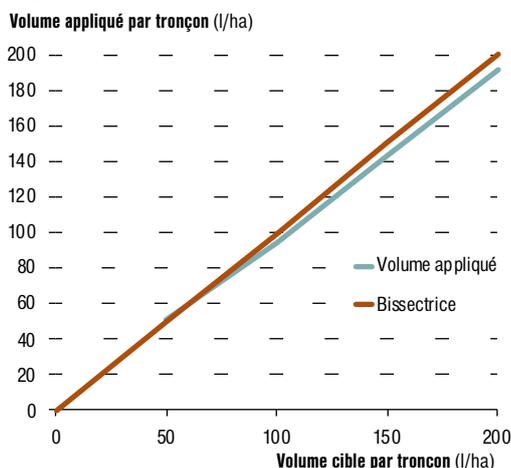


Figure 1 : Volume mesuré sur les tronçons en fonction du volume demandé par la carte de préconisation.



EFFET DU DÉBIT : le volume mesuré au tronçon est indépendant du volume à la rampe

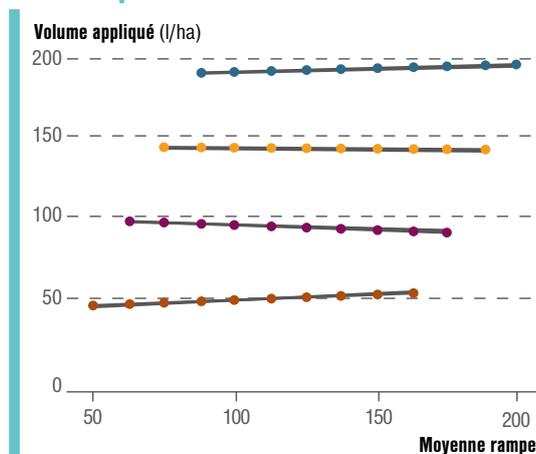


Figure 2: Volume appliqué en fonction du débit à la rampe, entre 50 et 200 l/ha

TEMPS DE RÉACTION : moins de 7 secondes pour changer de volume

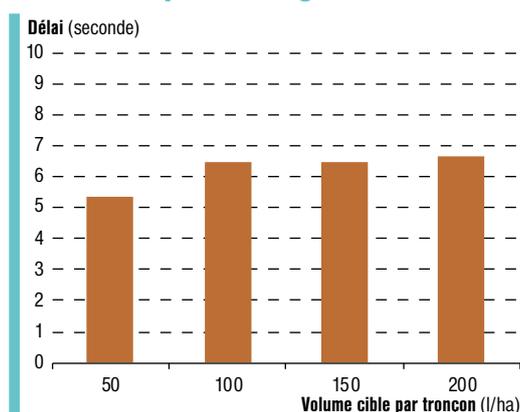


Figure 3: Délai pour passer au volume cible, quel que soit le volume précédent. Ce temps est sensiblement le même, quel que soit le volume cible demandé.

Le premier objectif du test était de vérifier si le volume appliqué au tronçon correspond bien au volume cible de la carte de préconisation. Le second est de savoir s'il y a une influence du débit total à la rampe sur les doses appliquées sur chaque tronçon. Enfin, il s'agissait d'évaluer le délai de réponse du système à un changement de volume à l'hectare dans le sens d'avancement de l'automoteur.

Le volume appliqué correspond bien au volume cible, quel que soit le débit

Le volume mesuré au tronçon a été comparé au volume demandé par la carte de préconisation (figure 1). Il est identique ; même quand le volume

mesuré est légèrement plus faible que le volume cible, cette différence n'est pas statistiquement significative. D'autre part, le débit moyen à la rampe n'influence pas significativement le volume appliqué au tronçon (figure 2). Ainsi, lorsque le volume moyen à la rampe est de 162 l/ha (dose de 50 l/ha sur un tronçon et de 200 l/ha sur les trois autres tronçons), le volume mesuré sur le premier tronçon est légèrement supérieur à 50 l/ha. Par contre, celui mesuré sur les autres tronçons est légèrement inférieur à 200 l/ha.

On note cependant de légères différences en fonction du volume moyen à la rampe. Enfin, le délai pour passer d'un volume à un autre sur un même tronçon est le même quel que soit le volume cible demandé, soit 6,4 s en moyenne (figure 3). Ce délai correspond aux valeurs mesurées sur les porte-buses à sélection automatique, quelle que soit leur marque.

Le pulvérisateur peut désormais moduler la bonne dose au bon endroit. La précision dépendra de la largeur des tronçons et de la précision du GPS utilisées. Pour l'instant, cette modulation concerne essentiellement les engrais azotés. À court terme, elle pourrait *a priori* se développer sur les fongicides, mais il est difficile aujourd'hui de créer une carte de préconisation avant l'apparition des symptômes : en effet, lorsque ces derniers sont visibles, il est trop tard pour intervenir. Du côté des adventices, la logique d'application est plutôt celle du ON/OFF au niveau du tronçon, selon la présence ou non d'adventices à détruire. L'idéal serait d'arriver à une détection et à une application en temps réel, mais l'analyse des images est encore trop longue pour cela.

[1] Retrouvez une évaluation de ces deux types de porte-buses dans les articles de Perspectives Agricoles n° 443 et 445 (avril et juin 2017).

Benjamin Perriot - b.perriot@arvalis.fr
 Caroline Desbourdes - c.desbourdes@arvalis.fr
 ARVALIS - Institut du végétal

