

PULVÉRISATION EN GRANDES CULTURES

COMPRENDRE LE DÉPÔT

pour mieux cibler l'application



Une solution colorée à base de tartrazine, mimant une bouillie fongicide, est appliquée afin de mesurer le dépôt.

© ARVALIS-Institut du végétal

La pulvérisation en grandes cultures se résume, le plus souvent, à un choix de buse, un volume de bouillie et une dose de produit associé. Le dépôt des fongicides sur les organes ciblés est un sujet aujourd'hui peu connu. Sa compréhension est pourtant capitale pour améliorer l'efficacité des traitements et réduire l'impact environnemental.

Afin de mieux comprendre et caractériser le dépôt de bouillie fongicide sur les plantes, et ainsi de mieux cibler les traitements contre la septoriose, ARVALIS - Institut du végétal, en partenariat avec l'INRA, a mesuré ce dépôt sur du blé tendre d'hiver à différents stades de montaison (*encadré*). Ce travail, réalisé entre 2010 et 2013, s'inscrit dans le cadre du projet ECHAP du programme pesticide du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

Le principe a été d'appliquer une quantité connue de colorant et de mesurer, aux stades 2 nœuds et dernière feuille ligulée, le dépôt sur chacun des quatre derniers étages foliaires du blé. Malgré une grande variabilité du dépôt entre les années et les variétés, il en ressort une réponse précise sur le volume de bouillie : celui-ci n'influence pas la quantité de produit retenue sur la surface de la plante.

Pas d'influence du volume de bouillie sur le dépôt

Dans cette étude, l'hypothèse de départ était que le volume de bouillie aurait pu influencer le dépôt, l'eau ajoutée à la bouillie phytosanitaire étant le vecteur du produit sur la plante. Cet apport d'eau dépend de plusieurs critères : le mode d'action du produit, la taille de la cible visée et les contraintes d'application (taille des parcelles, matériel à disposition...). Les faibles volumes (< 50 l/ha) s'accompagnent de buses de petits calibres qui produisent des fines gouttelettes, potentiellement sensibles à la dérive. À l'inverse, il est tentant de penser que les hauts volumes (> 200 l/ha), appliqués avec des buses de gros calibres, augmentent le ruissellement sur le feuillage. Dans les deux cas, des pertes potentielles de produit sont donc à craindre. Par ailleurs, les propriétés de la cuticule des feuilles peuvent avoir un impact sur le taux de rétention via la mouillabilité (1). En effet, une feuille peu mouillable a tendance à mieux retenir de très faibles quantités de bouillie alors qu'une feuille mouillable a la capacité de retenir de plus grandes quantités de bouillie.

Une évaluation hautement technique

Le but de l'expérimentation est de mesurer le dépôt de fongicide sur du blé tendre d'hiver à montaison. Pour des questions pratiques, il a été décidé d'appliquer une bouillie à base de colorant alimentaire (tartrazine à 150 g/l). Les caractéristiques physico-chimiques de cette bouillie, mesurées par IRSTEA, sont similaires à celles d'une bouillie fongicide. Quatre volumes différents (40 l/ha, 80 l/ha, 150 l/ha et 200 l/ha) ont été testés. En 2011, deux cultivars d'une même variété, un sauvage dénommé Mercia et un nain dénommé Rht3, en provenance du John Innes Centre, ont été utilisés. Trémie a été étudiée en 2012 et 2013. Une fois la bouillie appliquée, un total de 30 tiges de blé a été prélevé par modalité de volume (10 tiges x 3 répétitions). Sur chaque tige, les 4 derniers étages foliaires ont été placés dans des tubes à essai avec 10 ml d'eau afin de mettre en solution le colorant déposé. La solution colorée obtenue a alors été analysée au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 430 nm afin de mesurer la quantité de colorant se trouvant sur la feuille.

Ces éléments suggèrent que la rétention de produit pourrait varier avec le volume/ha pulvérisé. Cependant, pour les trois années d'expérimentation réalisées sur trois variétés de blé tendre, aucune différence significative de rétention n'est

observée entre les différents volumes testés : 40 l/ha, 80 l/ha, 150 l/ha et 200 l/ha (figure 1). En d'autres termes, il n'y a pas davantage de pertes par dérive à 40 l/ha qu'aux volumes plus élevés et le ruissellement ne semble pas plus important à 200 l/ha qu'à faible volume.

RÉTENTION : pas de différence entre les volumes

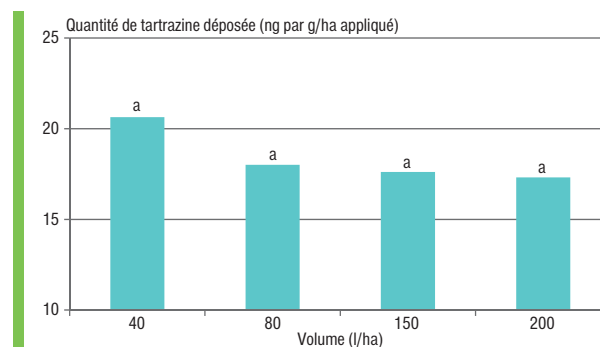


Figure 1 : Quantité de colorants retenue en moyenne par plante, sur les 4 étages foliaires supérieurs, pour les 4 volumes testés. Résultats des tests menés en 2011 sur variétés Rht3 et Mercia et en 2012 et 2013 sur la variété Trémie. Aucune différence significative n'est observée entre les différents volumes. Les lettres de groupes statistiques (a) proviennent d'un test de Tukey à 5 %.

Un effet lié à l'architecture de la variété

Entre les trois variétés testées, la répartition ainsi que la quantité de colorant intercepté sur les quatre derniers étages foliaires de la plante sont significativement différentes (figure 2). Mercia est la variété qui a intercepté le moins de colorant et la



Les feuilles de blé sont placées dans des tubes à essai avec de l'eau afin d'extraire le colorant provenant de l'application.

quantité recueillie (en $\mu\text{g}/\text{m}^2$ de feuille) est proche sur les quatre étages foliaires. Pour Rht3, le dépôt a tendance à croître avec les étages inférieurs de la plante. Enfin, pour les deux années de tests sur la variété Trémie, une distribution similaire a été observée : la quantité interceptée est la plus forte sur la feuille 2, un peu plus faible sur la feuille drapeau (feuille 1) et significativement plus faible sur les feuilles 3 puis 4.

RÉPARTITION DE LA BOUILLIE : des variations selon la variété et l'année

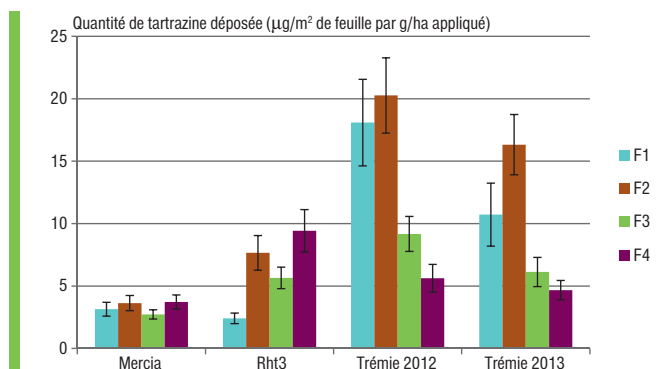


Figure 2 : Quantité de colorant retenue en moyenne par étage foliaire à dernière feuille ligulée. Résultats des tests menés en 2011 sur les variétés Rht3 et Mercia et en 2012 et 2013 sur la variété Trémie. Barres = intervalle de confiance.

Plusieurs hypothèses, liées à l'architecture des variétés, expliqueraient les différences observées. L'interception des produits dépend de la position des feuilles sur l'axe de la tige (plus elles sont hautes et plus elles peuvent potentiellement recevoir du produit), de la densité de végétation à chaque étage foliaire (qui laisse plus ou moins passer le produit à travers le couvert), mais également de la courbure des feuilles. Des feuilles érigées ou verticales permettront une interception plus faible des produits que des feuilles horizontales. L'analyse de ces différentes hypothèses est actuellement en cours dans le projet ECHAP (encadré). Un effet significatif de l'année de traitement a également été remarqué pour la variété Trémie : la rétention est supérieure en 2012 qu'en 2013, en particulier sur la feuille 1. Cela pourrait être lié à la date de traitement, ce dernier n'ayant pas été réalisé au même stade de développement des plantes (un peu plus tardivement en 2012).

Le dépôt varie selon le stade

En 2013, au stade dernière feuille ligulée, le taux de rétention sur les 4 derniers étages foliaires est de 61 % alors qu'il n'est que de 37 % à deux nœuds (figure 3). Ces résultats tendent à confirmer le rôle de l'architecture des plantes, en particulier

celui de la densité, de la structure et du port des feuilles. En effet, à deux nœuds, la densité de végétation est plus faible qu'à dernière feuille ligulée et favorise une plus faible rétention qu'à un stade plus avancé du blé.

« Ces résultats tendent à confirmer le rôle de l'architecture des plantes, en particulier celui de la densité, de la structure et du port des feuilles. »

DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTE : le stade influence le dépôt

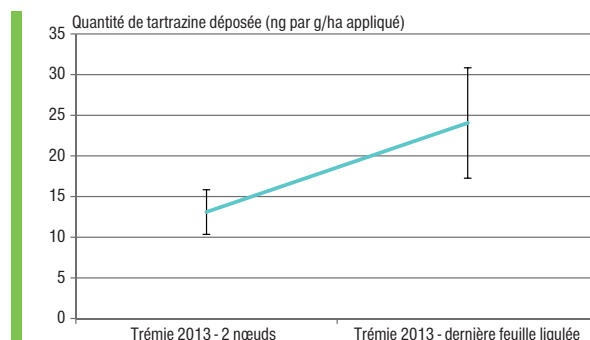


Figure 3 : Quantité de colorant retenu sur les échantillons récoltés. Résultats des tests menés en 2013 sur la variété Trémie. Barres = intervalle de confiance.

Le projet ECHAP

L'INRA, ARVALIS - Institut du végétal, le CNRS, le CIRAD, IRSTEA, ADAS et ALTERRA étudient ensemble, depuis 3 ans, les interactions plante-maladie-fongicide pour mieux lutter contre la septoriose, tout en limitant l'impact environnemental (3). Ce projet inclut l'élaboration d'un modèle simulant le développement d'épidémies pour des architectures variées, ainsi que l'interception et l'effet des fongicides. Des expérimentations au champ ont été réalisées afin de tester des stratégies de traitement associées à des architectures variées. Les données confirment que l'architecture du couvert est essentielle dans le développement des épidémies et l'interception des produits. Cependant, d'autres critères entrent également en jeu. C'est le cas des caractéristiques de la cuticule des feuilles, dont un nouveau projet de recherche vise à étudier l'influence sur le développement de la maladie, mais aussi sur le dépôt et le devenir du produit sur la feuille.



La tartrazine est un colorant facilement utilisable pour mesurer les dépôts sur le feuillage.

Modéliser l'interception sur le feuillage

L'optimisation de l'efficacité des traitements passe par la compréhension des mécanismes qui entrent en jeu et, ainsi, par la modélisation de l'interception du produit par les plantes. Un modèle, reposant sur la loi d'interception lumineuse de Beer-Lambert, a été développé en 1999 par Gyldenkaerne [2]. Il prédit la quantité déposée sur un étage foliaire à partir des mesures du « Leaf Area Index » (LAI)

de la végétation, au niveau foliaire considéré. Sur les trois années d'expérimentations réalisées, ce modèle explique moins de 50 % de la variabilité des dépôts foliaires observés : la prise en compte du LAI peut donc ne pas suffire pour modéliser l'interception des fongicides, les facteurs variété et stade sont aussi à prendre en compte.

D'autres traits du couvert, tels que la courbure des feuilles, la hauteur des plantes ou encore certaines propriétés de surfaces des feuilles peuvent également être des facteurs clés dans l'interception. Pour mieux les identifier, le projet ECHAP travaille sur un modèle 3D de blé associé à un modèle d'interception des produits. Les résultats pourront alors être comparés avec ceux obtenus sur les dépôts de bouillie.

[1] Voir *Perspectives Agricoles* n° 410, avril 2014, p. 54.

[2] Glydenkaerne S., Secher B.J.M. et Nordbo E. (1999). Ground deposit of pesticides in relation to the cereal canopy density. *Pesticide science*, 55, 1210-1216.

[3] Ont participé à l'étude : Samuel Poidevin, Jessica Da Costa et Anne Danthony, stagiaires en 2011, 2012 et 2013. Josiane Jean Jacques, Marc Bidon, Brigitte Durand, techniciens UMR INRA EGC. Sébastien Saint Jean, Mariem Abichou, Bruno Andrieu, scientifiques UMR INRA EGC. Eric Cotteux, IRSTEA.

Benjamin Perriot - b.perriot@arvalisinstitutduvegetal.fr

Damien Gaudillat - d.gaudillat@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS - Institut du végétal

Corinne Robert - robert@bcgn.grignon.inra.fr

INRA de Grignon