

## **ECHAP : un projet pour identifier les possibilités de réduction de l'utilisation des fongicides en utilisant l'architecture des couverts**

Robert C<sup>1</sup>., Fournier<sup>6</sup> C., Abichou<sup>1</sup> M., Andrieu<sup>1</sup> B., Bancal<sup>1</sup> M. O., Barriuso<sup>1</sup> E., Bedos<sup>1</sup> C., Benoit<sup>1</sup> P., Bergheaud<sup>1</sup> V., Bidon<sup>1</sup> M., Bonicelli<sup>8</sup> B., Chambon<sup>1</sup> C., Chapuis, R<sup>1</sup>. Cotteux<sup>8</sup> E., Da Costa<sup>7</sup> J., Durant<sup>1</sup> B., Gagnaire<sup>1</sup> N., Gaudillat<sup>7</sup> D., Gigot<sup>1</sup> C., Girardin<sup>1</sup> G., Gouache<sup>7</sup> D., Jean Jacques<sup>1</sup> J., Mamy<sup>2</sup> L., Ney<sup>1</sup> B., Paveley<sup>9</sup> N., Perriot<sup>7</sup> B., Poidevin<sup>7</sup> S., Pointet S<sup>1</sup>., Pot<sup>1</sup> V., Pradal<sup>6</sup> C., Richard, C<sup>4</sup>., Saint Jean<sup>1</sup> S., Salse<sup>4</sup> J., Sinfort<sup>8</sup> C., Smith<sup>9</sup> J., Ter Halle<sup>5</sup> A., Van Den Berg<sup>10</sup> E., Walker<sup>3</sup> A. S.

<sup>1</sup>INRA, AgroParisTech, UMR 1091 EGC F-78850 Thiverval Grignon

<sup>2</sup>INRA, UR 251 PESSAC F-78000 Versailles

<sup>3</sup>INRA, AgroParisTech, UMR 1290 BIOGER-CPP F-78850 Thiverval Grignon

<sup>4</sup>INRA, Université Clermont II, UMR 1095 GDEC F-63100 Clermont-Ferrand

<sup>5</sup>CNRS, Université Blaise Pascal UMR 6505 F-63177 Aubière

<sup>6</sup>INRIA, CIRAD INRA EPI VP F-34398 Montpellier

<sup>7</sup>ARVALIS Institut du végétal F-78280 Guyancourt

<sup>8</sup>IRSTEA, Montpellier SupAgro UMR ITAP F-34060 Montpellier

<sup>9</sup>ADAS, YO17 8 BP, High Mowthorpe UK

<sup>10</sup>ALTERRA, NL- 6700AA, Wageningen

Le cahier des charges de l'agriculture européenne a profondément évolué : il s'agit de promouvoir une agriculture qui concilie production avec qualité des produits et préservation de l'environnement. C'est dans cette optique que nous avons développé le projet ECHAP (soutenu par le programme pesticide du MEDDE) qui porte sur les effets de l'architecture du couvert sur les épidémies et l'interception des fongicides. L'hypothèse du projet est que l'architecture des couverts est un levier pour réduire les besoins en fongicides. L'évolution des pratiques vers des préconisations en pesticides plus précises et plus localisées présente un potentiel pour tenir mieux compte des variables du couvert. De plus, le projet propose d'évaluer les pratiques en termes d'impact environnemental, point clé pour proposer des stratégies durables.

Certaines caractéristiques de l'architecture des blés ont une influence significative sur le développement des maladies foliaires en déterminant la quantité et la localisation des ressources pour les pathogènes, et les distances à parcourir entre tissus infectés et tissus sains lors de la dispersion (Garin *et al.*, 2014 ; Lovell *et al.*, 2004 ; Robert *et al.*, 2008). L'architecture du couvert agit également sur l'interception du fongicide par les couverts et donc sur l'efficacité des traitements ainsi que sur les pertes des fongicides dans l'environnement (Gyldenkaerne *et al.* 1999 ; Henriot *et al.*, 2005). Prendre en compte l'effet de l'architecture sur l'interception des fongicides, en interaction avec le type de matériel d'application utilisé, est une piste qui n'a pas été explorée afin d'améliorer l'efficacité des traitements en favorisant l'accès des produits aux feuilles cibles.

Un des objectifs du projet a été de développer le modèle ECHAP qui permet de simuler dynamiquement un couvert de blé qui pousse, l'épidémie de septoriose associée sur les différents

étages foliaires en fonction du climat et de l'architecture des plantes, et l'interception du fongicide par les feuilles et son effet sur les épidémies. Pour cela le modèle est organisé autour de 3 composantes : (1) l'effet de l'architecture du couvert sur les épidémies, (2) l'effet des fongicides sur les cycles infectieux, et (3) l'effet de l'architecture du couvert sur l'interception et le devenir des fongicides sur les feuilles. De plus, une démarche d'évaluation environnementale des stratégies antifongiques est proposée. Le modèle est issu de l'assemblage sous la plateforme de modélisation Inra-Inria OpenAlea des composantes nécessaires à la simulation et à l'évaluation des stratégies de réduction de fongicides pour différentes architectures de blé. Pour cela 7 composantes (ou briques de modélisation) ont été assemblées (Figure 1) qui concernent soit la plante, le pathogène ou le fongicide.

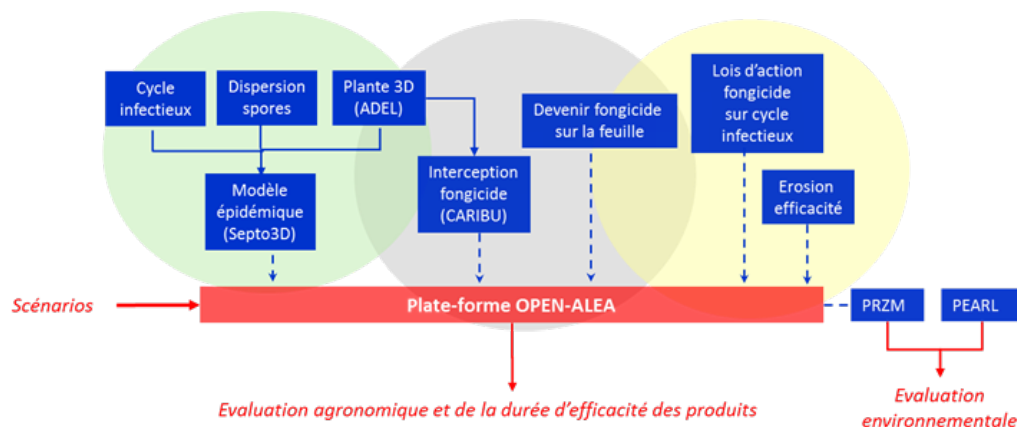


Figure 1 : Schématisation de l'assemblage des différents modules (ou briques de modélisation) pour aboutir à la simulation du pathosystème : blé, septoriose, fongicide. Chaque rectangle bleu indique une brique simulée et intégrée sur la plateforme OpenAlea (le nom de chaque modèle associé est indiqué entre parenthèses). Les cercles verts, gris et jaune correspondent aux trois agents du système : la plante et son épidémie (vert), l'interception du fongicide et son devenir (gris), son effet sur le champignon (jaune). L'évaluation environnementale des stratégies est simulée par deux modèles, PRZM (*Pesticide Root-Zone Model*) et PEARL (*Pesticide Emission Model at the Regional and Local scales*).

Le modèle est fonctionnel. Il est en cours de validation à l'aide d'expérimentations réalisées dans le projet. Il permet de simuler, pour une dynamique d'architecture de blé et un climat, le développement des épidémies sur les différents étages foliaires ainsi que l'interception de fongicides et son effet sur le cycle infectieux et enfin d'y associer une évaluation de l'impact environnemental. Il permet d'analyser la sensibilité de l'interception du fongicide par les différentes feuilles des blés à différents paramètres d'architecture. Il permet également de tester des scénarios combinant climat x architecture x traitement fongicide. De plus, la démarche de modélisation adoptée est générique, et a vocation à s'appliquer dans le futur à divers pathosystèmes et traitements fongicides.

**Remerciements** : Programme Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des Pesticides du Ministère chargé du Développement Durable, avec l'appui financier de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du Plan Ecophyto.

**Mots clés** : fongicides, architecture, septoriose, blé, modélisation, traitements