

Financement (s) : Projet financé dans le cadre de l'APR "Pour et Sur le Plan ECOPHYTO (PSPE)", action pilotée par le ministère en charge de l'agriculture, 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. Moyens complémentaires : la thèse de Lucie MICHEL (ACTA / INRA Grignon – UMR Agronomie) a bénéficié d'un co-financement CIFRE de l'ANRT.

Mieux profiter de la synergie entre réseaux d'observations, expertise et modélisation pour l'élaboration du Bulletin de Santé du Végétal (SynOEM)

Coordinateur : François Brun, ACTA – Les Instituts Techniques Agricoles.
francois.brun@acta.asso.fr

Responsables des équipes impliquées (les principaux)

David Makowski (INRA), Emmanuelle Gourdain (Arvalis – Institut du végétal), Karim Benredjem (CRA CA), Barbara Cichosz (CRAMP), Audrey Petit (IFV), Sébastien Gervois (Terres Inovia), Emilie Ribérolles (CA Yonne), Ivan Sivadon (CIRAME) et Thierry Bordin (CRA centre).

Mots clés (5 maximums) : blé, vigne, colza, statistique, épidémio-surveillance, maladie

Résumé : 920 signes

La Surveillance Biologique du Territoire s'est renforcée en France depuis 2009, à la suite du Plan Ecophyto. Elle repose sur le suivi d'un réseau d'observationS des principales maladies et ravageurs. Ces observations sont utilisées pour élaborer le Bulletin de Santé du Végétal, mais la valorisation actuelle de ces données reste limitée.

L'objectif est de développer des outils pour faciliter l'analyse statistique des observations de terrain collectées et les sorties des modèles épidémiologiques. Ces outils doivent faciliter l'analyse de risque faite en cours de campagne. Les travaux ont concerné différentes maladies et ravageurs du blé, de la vigne et du colza.

In fine, des outils opérationnels ont été déployés et utilisés dès 2015 par les acteurs du BSV sur le mildiou de la vigne en Midi-Pyrénées et la septoriose du blé en Champagne-Ardenne et Centre. L'extension à d'autres régions et maladies est en cours.

Contexte et objectifs

La Surveillance Biologique du Territoire (SBT) s'est renforcée en France depuis 2009, à la suite du Plan Écophyto. Elle repose sur le suivi d'un réseau de parcelles cultivées. Plusieurs maladies et ravageurs sont observés sur ces parcelles selon des protocoles harmonisés. Les observations sont utilisées pour élaborer le Bulletin de Santé du Végétal (BSV), mais la valorisation actuelle de ces données reste limitée et repose essentiellement sur des analyses descriptives faute de temps et d'outils adaptés.

Ce projet a pour objectif de faire des propositions pour formaliser et améliorer les processus d'analyse et d'intégration des différentes sources d'information lors de l'édition des BSV. Il vise notamment à améliorer la représentativité du message contenu dans le Bulletin et à faciliter le passage des observations régionales à une information pertinente pour la prise de décision locale. Il s'agit notamment de développer des outils pour mieux valoriser les réseaux d'observation, les modèles épidémiologiques, l'expertise des acteurs et les synergies entre ces sources d'information. Ces outils doivent faciliter l'analyse de risque faite en cours de campagne.

Les travaux ont concerné différentes maladies et ravageurs essentiellement sur le blé, la vigne, le colza, mais nous avons testé également des extensions également des cultures tropicales.

Méthodes

Des cas d'étude.

Les travaux reposent sur quatre cas d'étude principaux autour desquels tous les acteurs concernés seront mobilisés : 1) Mildiou de la Vigne en région Midi-Pyrénées, 2) Septoriose du Blé en région Champagne Ardenne ; 3) Sclérotinia du Colza en région Bourgogne ; 4) Tordeuse de la Vigne en région Provence Alpes Côte d'Azur. Certains résultats ont fait l'objet d'une extension en transférant la méthodologie à deux cultures tropicales (banane et patate douce) et l'extension à d'autres régions.

Un modèle générique de la dynamique épidémiologique

Les observations collectées dans le cadre du BSV sont en général des données de suivi dans le temps d'un ensemble de parcelles définies pour la campagne. Cela peut concerner différentes variables comme des mesures d'incidence, de sévérité ou encore de comptage. Aussi, nous avons proposé une démarche générique basée sur un modèle linéaire mixte généralisé.

Cette démarche a d'abord été mise au point sur le cas d'étude de la septoriose du blé en Champagne-Ardenne en construisant un modèle linéaire mixte généralisé prenant en compte un effet site-année aléatoire et un effet niveau de risque fixe défini par les experts régionaux (date de semis et variété) (Michel et al., 2016).

Ce modèle est ajusté aux observations collectées dans le réseau de parcelles suivies dans cette région et ainsi mis à jour semaine après semaine avec les nouvelles données. A chaque fois, le modèle prend ainsi en compte les données historiques (des années précédentes) et les données de la saison. Le modèle permet d'estimer la dynamique de l'incidence de la septoriose du blé à l'échelle régionale en tenant compte du niveau de risque des parcelles.

Cette démarche a été généralisée et appliquée à d'autres régions et d'autres maladies ou ravageurs (Michel et al., soumis). Le modèle statistique a été modifié pour pouvoir être appliqué à plusieurs régions françaises. Des variantes ont également été proposées pour pouvoir analyser des observations du mildiou de la vigne en région Midi-Pyrénées, des observations de cercosporiose jaune du bananier et des comptages de charançon sur patate douce en Guadeloupe. Ces variantes diffèrent selon le type d'effets aléatoires et d'effets fixes introduits dans le modèle.

Dans chaque cas, la sélection du modèle le plus adapté à la situation considérée a été réalisée en utilisant plusieurs critères : Akaike information criterion, Root mean square error, analyse des résidus. Dans chacune des situations considérées, chaque modèle a été comparé à sa version bayésienne, développée en utilisant des distributions a priori peu informatives.

Un traitement automatisé des données

Le temps disponible est très réduit entre la collecte des observations sur le terrain et la diffusion des éditions du BSV. Souvent, il se passe moins d'une journée entre les dernières observations sur les parcelles et la diffusion de l'édition de la semaine. Des outils de saisie des observations existent et sont utilisés (EPICURE, Vigiculture, Latitude dans les cas d'étude de notre projet), mais des marges de progrès sont à trouver.

Certains outils (Latitude par exemple), en concertation régulière avec les animateurs filières ont déjà entrepris cette démarche d'automatisation pour l'édition des BSV.

Pour la vigne en Midi-Pyrénées, nous avons mis en place une automatisation des extractions d'EPICURE, du traitement des données et de leur mise en forme. Cela permet, en temps réel, à l'animatrice d'évaluer le niveau de remontée des informations par vignoble, de se focaliser sur les éléments saillants de l'analyse et d'avoir des éléments (graphiques ou tableaux) prêts à l'emploi pour l'analyse collective, voire l'édition. La mise en place de cette automatisation et l'accès des observateurs à ces rapports les incitent à saisir rapidement leurs observations dans l'outil EPICURE.

Nous avons fait de même pour le blé en région Centre et Champagne-Ardenne. L'outil d'analyse de la dynamique épidémiologique a été intégré dans ces rapports hebdomadaires.

D'autres travaux

Pour la Tordeuse de la Vigne, nous avons entamé une démarche similaire en cherchant à modéliser les pics de vol liés aux différentes générations et en confrontant ces résultats aux simulations du modèle biologique de développement. Il s'agirait de pouvoir corriger les décalages observés dans ces simulations pour les générations 2 et 3 grâce aux observations lors du premier pic.

Sur le Sclérotinia du Colza, nous avons cherché à modéliser les conditions météorologiques favorables au développement de la maladie basée sur des données horaires de température et d'humidité du couvert. Ce modèle permettrait de classer différentes situations selon le risque épidémiologique et d'identifier les conditions climatiques limitant ou favorisant l'infection.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables, lien au plan Écophyto

Performance des modèles

Les modèles proposés sur les différentes maladies, notamment blé et vigne, présentent des qualités de prédiction très satisfaisantes pour qualifier l'année en cours. La qualité de prédiction à un horizon au-delà d'une semaine se dégrade, mais la prédiction 0 une semaine semble raisonnable et la plus utile dans ce cadre où de nouvelles données sont collectées chaque semaine. Sur le blé, nous avons également évalué la qualité de prédiction à l'échelle nationale et trouvé des petites améliorations en intégrant quelques indicateurs météorologiques ou basés sur des observations précoces. Néanmoins, nous avons décidé de conserver le modèle plus simple pour une mise en œuvre opérationnelle à court terme.

Des outils opérationnels

En gagnant en efficacité sur ces aspects très opérationnels, l'enjeu est de libérer du temps pour que les rédacteurs se concentrent sur l'essentiel, à savoir l'interprétation de la situation sanitaire. Cela permet aussi de laisser plus de temps à l'utilisation de

nouveaux outils d'analyse. Ainsi, à partir d'une interface web, les acteurs peuvent directement éditer les rapports mis à jour. Ces rapports (Figure 1) contiennent beaucoup d'information et sont destinés au travail de préparation du bulletin et discussion au sein de la cellule d'analyse. Néanmoins, certains éléments peuvent être repris dans l'édition du BSV comme cela a été le cas en région Centre ou en Midi-Pyrénées.

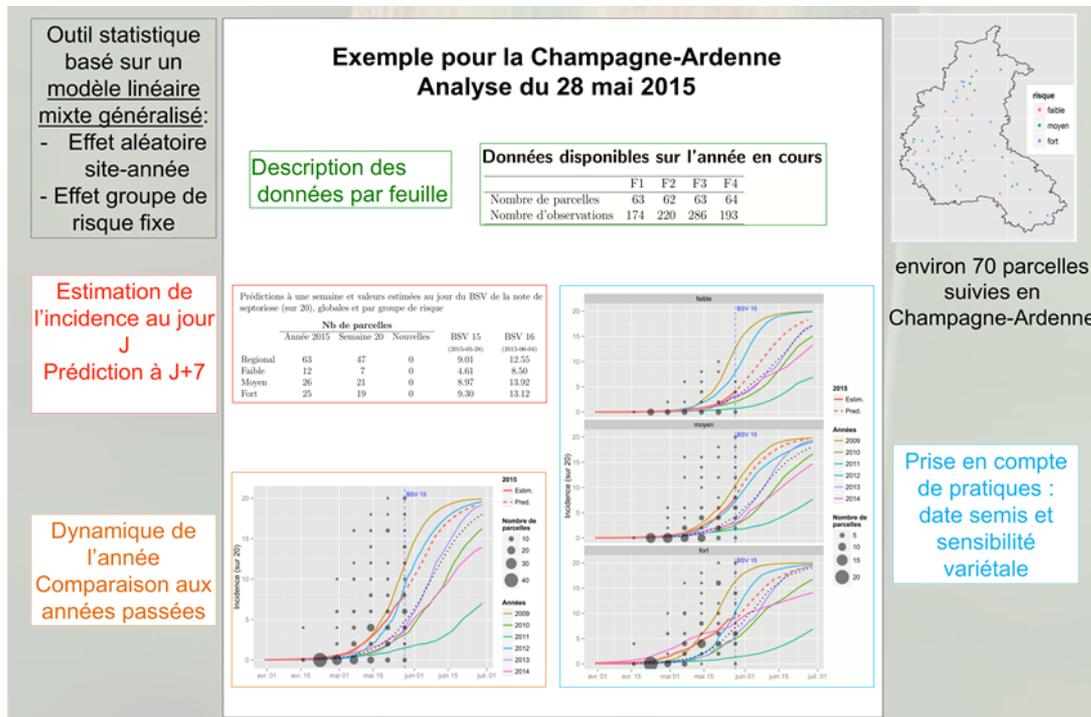


Figure 1. Extrait du rapport sur la septoriose du blé présentant l'analyse de la dynamique épidémiologique

Conclusions et Perspectives : 1070 signes

Les différents indicateurs proposés et les modèles statistiques pour prédire les dynamiques épidémiologiques ainsi ont été choisis en fonction des caractéristiques des données disponibles, mais également de l'expertise des acteurs que nous arrivons à formaliser. La qualité prédictive de ces outils a été évaluée de manière rigoureuse afin de choisir la meilleure solution et de préciser leur domaine d'utilisation.

Il semble que ces informations permettent aux acteurs de mieux qualifier la dynamique de la maladie, notamment en se situant par rapport aux années passées et en analysant la prédiction à court terme.

In fine, des outils opérationnels ont été déployés et utilisés dès 2015 par les acteurs du BSV sur le mildiou de la vigne en Midi-Pyrénées et la septoriose du blé en Champagne-Ardenne et Centre. Ces outils sont des applications web permettant aux acteurs d'éditer automatiquement un rapport à jour contenant un ensemble de graphiques et de tableaux lors de la rédaction du Bulletin hebdomadaire.

L'extension à d'autres régions et maladies est en cours.

Références bibliographiques : (productions scientifiques du projet et documents de transfert) 5 maximums : 780 signes

- Mieux valoriser les réseaux d'épidémiosurveillance lors de l'élaboration du Bulletin de Santé du Végétal. Mémoire de thèse de Lucie Michel, mai 2016.

- A framework based on generalised linear mixed models for analysing pest and disease surveys. L. Michel · F. Brun · F. Piraux · D. Makowski. Soumis à Crop Protection (soumis juin 2016).
- Estimating the incidence of Septoria leaf blotch in wheat crops from in-season field measurements. L. Michel, F. Brun · F. Piraux · D. Makowski. European Journal of Plant Pathology (2016).
- Un outil d'analyse des dynamiques épidémiologiques pour le bulletin de Santé du Végétal : application à la septoriose du blé. L. Michel, A. Decarrier, M. Franche, V. Bochu, K. Benredjem, G. Hugerot, D. Simonneau, F. Piraux, E. Gourdain, J.Veslot, D. Makowski, F. Brun. AFPP CIMA 2015
- Quelles pistes d'amélioration pour mieux valoriser les données et les simulations dans le Bulletin de Santé du Végétal ? F. Brun, J. Veslot, L. Michel, B. Cichosz, A. Petit, D. Makowski. AFPP CIMA 2015