

Prise en compte de l'incertitude des prévisions météorologiques dans les systèmes de l'aide à la décision

I. ALEKSOVSKA(1,2,3), F. BRUN(1), L. RAYNAUD(2), R. FAIVRE(3), O. DEUDON(4)

(1) ACTA, Castanet Tolosan, France, ivana.aleksovaska@acta.asso.fr

(2) Météo-France, Toulouse, France

(3) INRA, Castanet Tolosan, France

(4) Arvalis, Boigneville, France

ivana.aleksovaska@acta.asso.fr, francois.brun@acta.asso.fr, laure.raynaud@meteo.fr, robert.favre@inra.fr,
o.deudon@arvalis.fr

Prise en compte de l'incertitude des prévisions météorologiques dans les systèmes d'aide à la décision utilisés pour gérer les maladies des cultures

Les maladies des cultures dépendent fortement des conditions météorologiques. Divers systèmes d'aide à la décision prennent en compte ces conditions météorologiques dans la modélisation de la dynamique épidémique et pour aider les agriculteurs à prendre des décisions. Néanmoins, le flux atmosphérique est chaotique et les prévisions météorologiques restent incertaines. Au cours des dernières années, plusieurs services météorologiques ont mis au point des systèmes de prévision probabilistes qui fournissent une estimation de l'incertitude des prévisions météorologiques. L'utilisation de ces prévisions probabilistes au travers d'outils d'aide à la décision permet de fournir une distribution des dates de traitement au lieu d'une seule date. Le potentiel de cette information probabiliste est illustré en protection des cultures.

Accounting for the uncertainty of weather forecasts in decision support systems used to manage crop diseases

Crop diseases are highly dependent on weather conditions. Various decision support systems take into account these meteorological conditions in the modelling of epidemic dynamics. Such information assists farmers in their decision-making. Nevertheless, the atmospheric flow is chaotic and weather forecasts remain uncertain. In recent years, several meteorological services have developed probabilistic prediction systems that provide an estimate of weather forecasts uncertainty. Using these probabilistic forecasts through decision support tools provides a distribution of treatment dates instead of a single date. The potential of this probabilistic information is illustrated for crop protection management.

INTRODUCTION

Les maladies des cultures se développent en fonction des conditions météorologiques. Les traitements phytosanitaires représentent un moyen de lutte efficace contre ces maladies. Cependant il est nécessaire de tenir compte de l'évolution de la maladie afin de prendre une décision sur le positionnement efficace de la date de traitement. Différents outils d'aide à la décision (OAD) sont développés pour la modélisation de la dynamique épidémique afin d'aider les agriculteurs dans leur prise de décision. Ils sont complémentaires aux observations sur le terrain en permettant d'anticiper l'évolution de la situation et ils mobilisent des prévisions météorologiques.

Les modèles de prévision numérique du temps (PNT) sont basés sur un ensemble d'équations qui gouvernent l'évolution de la dynamique atmosphérique. En raison de sa nature chaotique, les erreurs minimales dans l'état initial peuvent conduire à de grandes incertitudes de prévision. Pour tenter d'y remédier, une approche probabiliste, nommée prévision

d'ensemble (EPS) (Bouttier, et al., 2018), devient nécessaire et vise à prédire la distribution de probabilité de l'état atmosphérique. Elle est aujourd'hui devenue un outil majeur de prévision météorologique.

Les prévisions déterministes et probabilistes sont fournies par des modèles globaux ou à aire limitée. Dans ce travail, nous utilisons principalement IFS (Integrated Forecast System), le modèle déterministe global du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) avec des prévisions jusqu'à 10 jours et IFS-EPS le modèle probabiliste correspondant avec des prévisions jusqu'à 15 jours.

La septoriose (STB, *Septoria tritici blotch*) du blé d'hiver (*Triticum aestivum* L.) est une maladie foliaire les plus importantes au monde avec des pertes moyennes de rendement de l'ordre de 1,5 t/ha sans traitement.

L'objectif de cet article est de démontrer le potentiel des prévisions météorologiques d'ensemble pour la protection du blé contre la septoriose.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Prévision d'ensemble.

Nous avons utilisé IFS et IFS-EPS pour les prévisions déterministes et probabilistes respectivement. La résolution horizontale du modèle IFS est de 9 km et celle d'IFS-EPS de 18km. Les prévisions sont calculées deux fois par jour (à 00 et 12 UTC), les déterministes jusqu'à 10 jours et les probabilistes (50 prévisions perturbées) jusqu'à 15 jours.

1.2. SeptoLIS® pour optimiser la date de traitement de la septoriose du blé.

ARVALIS – institut de végétal, a développé un modèle épidémiologique (Gouache, 2013) pour le développement de la septoriose du blé intégré dans un outil Septo-LIS®. Il s'agit d'un modèle biologique, qui décrit de manière couplée la dynamique de la maladie et celle de la plante, décrivant notamment la contamination reçue au cours des différents stades foliaires, en tenant compte des apports météorologiques quotidiens. Une règle de décision basée sur la somme de la contamination des feuilles supérieures permet alors de prédire la date à laquelle le premier traitement (T1) sera optimal. Pour effectuer une simulation avec Septo-LIS® pour une année donnée, le modèle est initialisé à la date de semis, et nécessite ensuite des séries quotidiennes de précipitations, de températures maximales et minimales donnée par des observations puis des prévisions. Différents sites en France, au total dix-huit, où la septoriose est la plus fréquente ont été utilisées pour les simulations. Pour chaque site, nous avons utilisé des stations météorologiques au sol de Météo-France pour les observations et les prévisions IFS et IFS-EPS correspondantes. La variabilité interannuelle météorologique est examinée en prenant en compte les années 2018 et 2019.

2. RESULTATS

2.1. Distribution des dates recommandées pour le traitement

L'utilisation de prévisions d'ensemble fournit une distribution des dates T1, plutôt qu'une date unique. L'incertitude dans les résultats est introduite par les entrées météorologiques notamment des précipitations, dont la localisation exacte, le moment et l'intensité sont difficiles à prévoir, surtout pour les longues échéances. Les simulations à long terme utilisant IFS-EPS peuvent être utiles pour prédire la date T1 la plus précoce, 17/04/2019 (Figure 1) pour une simulation commençant le 11/04/2019. Cette information pourrait permettre une préparation précoce d'un traitement phytosanitaire.

2.2. Résumé de l'information sur l'incertitude concernant les dates de traitement

L'incertitude de la sortie peut évoluer dans le temps et aussi dans l'espace. Afin d'étudier l'évolution de l'incertitude, nous

avons examiné les inter-quantiles de la distribution des dates T1 en fonction de l'intervalle entre la date de traitement prévue par des observations (date de référence de traitement) et la date de début de la prévision (Figure 2). Nous observons que la valeur de la taille de l'intervalle de confiance à 90% (IC90) augmente significativement lorsque le temps initial de la prévision précède de plus d'une semaine la date de traitement de référence. Une variabilité interannuelle, est observée avec une plus grande incertitude en 2018 à court terme. On constate que la date de référence du traitement fait partie de la distribution prévue dans 67,24 % des cas.

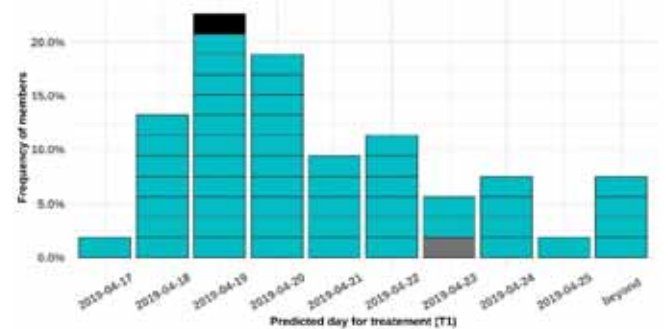


Figure 1 : Histogramme des dates de T1 obtenues avec Septo-LIS® couplé à l'IFS-EPS (couleur), IFS (noir) et les données météorologiques observées (gris) (prévision au 11/04/2019, à La Chapelle Saint Sauveur (44)).

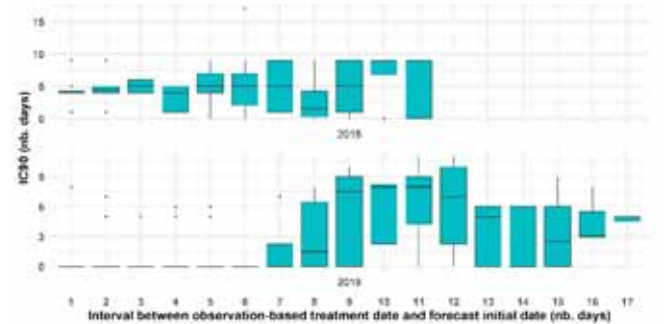


Figure 2 : Boîtes à moustache de la IC90 des dates de T1 obtenues avec Septo-LIS® couplées à l'IFS-EPS pour tous les sites et pour deux années différentes en fonction du nombre de jours entre la date de référence de T1 et le début de la prévision.

3. CONCLUSION

Les prévisions à longues échéances sont très importantes en agronomie afin d'obtenir une estimation précoce d'une date d'intervention, afin de pouvoir préparer le traitement phytosanitaire le plus approprié. Toutefois, si la date initiale de la prévision est éloignée de la date de traitement, l'incertitude quant aux dates optimales est plus grande. De nouvelles simulations nécessitent d'être effectuées pour affiner l'intervalle de confiance de la date possible pour un traitement optimal. En fonction des résultats et de la réalité opérationnelle, il reste donc à préciser jusqu'à quand il est possible d'anticiper tout en fournissant une information utile aux acteurs agricoles.

BIBLIOGRAPHIE

- Bouttier F. et Buizza R. La prévision d'ensemble [Revue] // La Météorologie. - [s.l.] : Météo et climat. Société météorologique de France, 2018. - 100. - pp. 29-36.
- Gouache D. and Bensadoun, A. and Brun, F. and Pagé, C. and Makowski, D. and Wallach, D. , 2013. Modelling climate change impact on Septoria tritici blotch (STB) in France: accounting for climate model and disease model uncertainty [Revue] // Agricultural and forest meteorology. - [s.l.] : Elsevier, 2013. - Vol. 170. - pp. 242-252.