

Stage 2025. Analyse des usages du service Aléa-Pluie pour les prévisions probabilistes de cumul hebdomadaire de précipitations et optimisation de ses performances en utilisant des méthodes de data science.

Depuis 2018, les collaborations entre l'Acta - les instituts techniques agricoles, Météo-France et l'INRAE se sont renforcées autour de l'utilisation des données météorologiques dans le cadre de l'aide à la décision pour l'agriculture (stage, thèse et post doc). Ces travaux nous ont permis de prouver la plus-value de l'utilisation des prévisions probabilistes fournies par les centres météorologiques (Météo-France et ECMWF, Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme) dans les applications agricoles (Aleksovska, 2020 ; Aleksovska et al., 2021 ; Tarraf et al., 2024).

En 2022, dans un contexte de grande sécheresse estivale sur l'ensemble de la France, les instituts techniques et Météo-France se sont mobilisés pour accélérer la valorisation de ces travaux de recherche pour répondre rapidement à ce contexte en proposant de nouvelles informations. Cela s'est traduit par l'édition de bulletins quasi-quotidiens de août à novembre 2022, qui ont aidé, en combinaison avec des expertises agronomiques notamment, les agriculteurs à mieux gérer les semis de colza puis de blé ou les prairies pour les éleveurs. Cette expérimentation a connu un certain succès avec de nombreux relais sur les réseaux sociaux, dans la presse agricole ou encore dans des bulletins techniques des filières ou régionaux.

Fort de ce premier succès, Acta – les instituts techniques agricoles et ses partenaires ont proposé dès juin 2023 une version applicative de cette information dénommé AléaPluie (<https://aleaplue.modelia.org>). Ainsi, ce service gratuit et libre d'accès propose une visualisation sous la forme de cartes de prévision probabiliste de cumul hebdomadaire de précipitations pour l'agriculture. Il fournit des informations sur les probabilités d'atteindre un certain seuil de cumul de précipitation sur les 2 semaines à venir sous forme de cartes, à l'échelle de la métropole française. Les agriculteurs peuvent ainsi consulter simplement sur leur smartphone ou ordinateur les cartes pour visualiser les probabilités d'atteindre un certain seuil d'intérêt de précipitation dans leur zone. Le service s'appuie actuellement sur le modèle IFS-EPS proposé par le ECMWF.

Après plus d'un an d'utilisation, on peut mesurer tout l'intérêt que portent les agriculteurs et conseillers à l'usage de ce service au travers des statistiques de consultation avec de nombreuses utilisations notamment lors des périodes critiques, des utilisateurs fidèles au service ou encore une très bonne répartition sur l'ensemble des territoires agricoles en métropole. Nous avons également constitué une liste de plus de 500 contacts email de personnes volontaires, mobilisables pour être enquêtées à propos de ce service. Parmi elles, on sait notamment qu'il y a 50% d'agriculteurs et 20% de conseillers agricoles.

Le stage a pour objectif de répondre à 3 grandes questions afin de préparer des évolutions du service du point de vue de la qualité technique de la prévision ou des choix de visualisation afin de mieux répondre aux besoins des agriculteurs et des conseillers agricoles. Connaissant la difficulté d'appréhender une information probabiliste, nous nous questionnons sur la compréhension des utilisateurs sur l'information fournie dans le service. Si d'après les retours, nous savons notamment que les agriculteurs peuvent exploiter cette information pour prendre des décisions sur le positionnement du semis, de l'irrigation ou encore d'autres actions, nous ne savons pas comment les utilisateurs mobilisent cette information dans leur processus de décision réellement. Enfin, connaissant les limites du modèle de prévision IFS-EPS, nous nous posons la question de l'amélioration du service en mobilisant d'autres sources de prévision.

Tâches confiées au stagiaire

- **Action 1. Analyse des usages actuels (1 mois)**
 - Analyser les statistiques d'accès au service
 - Analyser les résultats de l'enquête sur la compréhension et l'utilisation des prévisions probabilistes
 - Proposer un bilan des performances de prévision du service sur la base des indicateurs disponibles.
- **Action 2. Amélioration des performances (5 mois)**
 - Option 1. Mobiliser des méthodes de calibration des prévisions en mobilisant le réseau de stations météorologiques au sol. Il s'agirait de mettre en place une procédure de post-traitement dictement des

sorties d'Aléa-Pluie sur ces stations, puis de spatialiser les paramètres de ces corrections afin de pouvoir étendre les prévisions corrigées à l'ensemble du territoire.

- Option 2. Mobiliser des méthodes de fusion de données pour combiner des prévisions plus précises mais limitées aux courtes échéances (Arome et Arpège de Météo-France) avec les prévisions IFS-EPS actuellement utilisées. Des défis techniques sont attendus sur cette option comme la garantie de la cohérence spatiale et temporelle des prévisions fusionnées.
- Evaluer les gains de performance sur les 5 années passées selon un plan d'évaluation adéquat.

Localisation et encadrement

Le stagiaire serait localisé principalement dans les locaux de l'Acta à Toulouse (centre INRAE Auzeville, UMR AGIR) avec des visites plus ou moins importantes (en fonction notamment de la méthode retenue) sur le centre de Météo-France de Toulouse. Un accès à distance aux machines de calcul et d'archivage de Météo-France sera également demandé.

Encadrant principal : François Brun, Acta – les instituts techniques agricoles

Co-encadrement : Laure Raynaud, CNRM, Météo-France, expertise sur la prévision probabiliste en météorologie.

Compétences recherchées :

- niveau master 2 ou ingénieur;
- un étudiant en météorologie ou agronomie ou zootechnie, ayant un attrait pour la science des données;
- un étudiant en science de données ou statistique, ayant attrait pour les problématiques autour de la météorologie, l'agriculture et de l'environnement;
- familier avec le logiciel R pour le traitement de données et les analyses statistiques;

Début : à partir de février 2025, pour 5 à 6 mois (en fonction du cursus).

Candidature : francois.brun@acta.asso.fr

Autres informations

En amont du stage, nous avons engagé des actions qui alimenteront la première partie du stage.

Nous prévoyons pour janvier 2025 la construction et le lancement d'une enquête sur les usages du service à destination des utilisateurs, en particulier des agriculteurs et conseillers qui utilisent en majorité le service. Cette enquête vise à qualifier la façon dont les utilisateurs comprennent les informations météorologiques probabilistes fournies sous forme de cartes dans le service. Cette enquête vise également à comprendre comment les utilisateurs mobilisent cette information dans leurs raisonnements agricoles et in fine dans leurs prises de décision.

Concernant la performance du service, nous mettons en place une routine pour évaluer les performances des prévisions, en considérant une période de 5 ans et l'ensemble du territoire métropolitain. Cette évaluation s'appuiera sur les données des stations météo de Météo-France et sur le calcul de plusieurs indicateurs pertinents. Pour améliorer ces performances, nous avons deux pistes sérieuses à ce jour. La première piste consiste à mobiliser des méthodes de post traitement comme cela est fait dans la communauté météorologique, mais en ciblant directement la variable de cumul de précipitation. Ces méthodes de data science (statistique ou machine learning), qui visent à réduire les erreurs systématiques de prévision, sont en partie maîtrisées par l'équipe puisque mises en œuvre dans le cadre de travaux précédents (Bachar et al., 2024). D'autres méthodes utilisées par Météo-France ou uniquement identifiées à ce stade peuvent être également testées dans ce cadre. Des travaux ont notamment montré l'intérêt d'une spatialisation des paramètres d'une procédure de post-traitement sur des stations particulières pour le vent par exemple().

La deuxième piste consiste à faire de la fusion de données à partir des prévisions ensemblistes de différents modèles. Cette stratégie avait été testée avec succès sur la température dans le cadre d'une application à un ravageur en vigne (Aleksavska et al., 2021), mais peut poser des difficultés sur la variable de précipitation. Néanmoins, sur le cumul hebdomadaire qui nous intéresse dans cette application, des résultats pourraient être obtenus assez facilement car il n'y a pas d'exigence forte sur la cohérence de la série temporelle des précipitations horaires/quotidiennes sous-jacente.