


<b>Date limite de candidature :</b> <b>1er novembre 2021</b>	<b>Post-doc. Apport des stations IoT météo des agriculteurs et des prévisions météos d'ensemble pour le conseil local à l'irrigation en intégrant les incertitudes.</b> <b>Post-doc. Added value of farmers' weather IoT stations and ensemble weather forecasts to provide local advice on water management integrating uncertainty.</b>	
	<b>Lieu : antenne Acta – Toulouse</b>	<b>CDD 18 mois à partir de octobre</b>
	<b>Acta, réseau des instituts techniques agricoles</b> <u>Objectifs</u> Le réseau des instituts techniques agricoles a pour objectif de fournir aux professionnels des réponses techniques adaptées aux enjeux auxquels ils sont confrontés dans leurs filières et d'améliorer les performances économiques, environnementales sociales et sanitaires de leurs entreprises. <u>Organisation</u> L'Acta ( <a href="http://www.acta.asso.fr">www.acta.asso.fr</a> ) est chargée d'animer et de coordonner ce réseau notamment sur des questions qui touchent aux systèmes d'exploitation et aux territoires et aux dynamiques d'innovation liées à l'agro écologique et à la bio économie. <u>Production</u> Modèles et outils d'aide à la décision, ouvrages, référentiels et résultats d'études obtenus au travers d'approches systèmes ou d'approches analytiques, synthèse de points de vue contrastés, etc.	
<b>#DigitAg</b>	<b>#DigitAg, l'Institut Convergences Agriculture Numérique est l'un des 10 Instituts Convergences français financés dans le cadre des Investissements d'Avenir. Seul Institut Convergences dédié à l'agriculture, c'est aussi l'unique Institut Convergences de la région Occitanie et le premier de l'I-Site MUSE Montpellier Université d'Excellence. Porté par INRAE, il a été créé en 2017 par 16 membres-fondateurs, dont l'Acta. Plus sur : <a href="https://www.hdigitag.fr">https://www.hdigitag.fr</a></b>	
<b>Pôle Acta</b>	<b>Pôle Agriculture numérique et science des données.</b>	
<b>Profil recherché</b>	Jeune chercheur, docteur, avec des compétences en modélisation, simulation et science des données, statistique. Connaissance des domaines d'application de la météorologie et/ou de l'agriculture. Importance des qualités en rédaction scientifique et bonne autonomie. Maîtrise parfaite du logiciel R. Résident actuellement en France ou dans un pays de la zone EU.	
<b>Description FR</b>	L'agriculture compte parmi les activités les plus impactées par les aléas météorologiques, modulant notamment le cycle cultural, la gestion de l'irrigation, la protection des cultures, ... Ce secteur est fortement demandeur d'outils d'aide à la décision (OAD) visant à ajuster les opérations culturales selon les contraintes de la météo. À cet effet, de plus en plus d'agriculteurs s'équipent de stations IoT pour alimenter les OAD en observation météorologique in situ au plus près de leur exploitation. Néanmoins, le déploiement de ces nouvelles stations à bas coût pose la question de leur qualité, de leur implantation, de leur maintenance et des procédures pour compléter les données manquantes. En parallèle, depuis quelques années, les prévisions météo évoluent, offrant maintenant une information sur l'incertitude. Ces prévisions probabilistes, aussi dites d'ensemble, permettent de proposer des scénarios réalistes pour représenter les incertitudes des prévisions jusqu'à 15 jours. Tous ces éléments participent à la construction d'une agriculture de précision.  L'objectif de ce post doc est de mener des travaux sur ce sujet, selon deux axes. Le premier axe visera à mettre en évidence l'apport d'algorithmes de traitement des mesures des stations IoT mises en place dans le projet METEOPREC. Outre leur utilité pour la maintenance, ces algorithmes permettent de sécuriser l'utilisation de ces mesures, notamment dans des OAD agricoles. En effet, ces derniers sont sensibles aux erreurs sur les variables clefs que sont la	

	température, l'humidité relative ou la pluie. Le second axe portera sur l'utilisation conjointe de données météo de station avec des prévisions d'ensemble dans le cadre de 2 OAD de gestion de l'irrigation en vigne et maïs. Il permettra de montrer l'intérêt des approches de prévision d'ensemble par rapport aux prévisions classiques ou encore à des approches fréquentielles. Ces travaux seront valorisés sous la forme de deux articles scientifiques.
<b>Description EN</b>	<p>Agriculture is one of the activities most impacted by meteorological hazards, modulating the crop cycle, irrigation management, crop protection and fertilization. This sector has a strong demand for decision support tools (DST) aimed at adjusting crop operations according to weather conditions. To this end, more and more farmers are acquiring and installing IoT weather stations in order to supply the DSTs with in situ meteorological observations as close as possible to their farms. Nevertheless, the deployment of these new low cost stations raises the question of their quality, their implantation, their maintenance and the procedures to complete the missing data. At the same time, in recent years, weather forecasts have evolved, now offering information on uncertainty. These probabilistic forecasts, also called ensemble forecasts, allow to propose realistic scenarios to represent the uncertainties of forecasts up to 15 days. All these elements participate in the construction of a precision agriculture.</p> <p>The objective of this post doc is to carry out work on this subject, along two axes. The first axis will aim to highlight the contribution of algorithms for processing the measurements of the IoT stations set up in the METEOPREC project. In addition to their usefulness for maintenance, these algorithms will make it possible to secure the use of these measurements, particularly in DST for farmers. Indeed, the latter are sensitive to errors on key variables such as temperature, relative humidity or rainfall. The second axis will describe the joint use of station weather data with ensemble forecasts applied to two DST for irrigation management in vineyards and corn. It will show the interest of ensemble forecasting approaches compared to classical forecasts or frequency approaches. It is planned to write two scientific articles to cover this work.</p>
<b>Localisation/Rémunération</b>	Localisation : Antenne Acta de Toulouse, avec déplacements en FR. Salaire selon grille Acta.
<b>Candidature</b>	<p>Nom des responsables François Brun (Acta), Laure Raynaud (Météo-France), Sébastien Roux (INRAE)</p> <p>Pour candidater, merci d'adresser votre dossier avant le 1<sup>er</sup> novembre 2021 (le jury se réserve de clôturer avant les candidatures) par email</p> <p>à : <a href="mailto:francois.brun@acta.asso.fr">francois.brun@acta.asso.fr</a> avec objet « candidature POSTDOC AGROMETEO », lettre de motivation, CV complet et une lettre de recommandation.</p>

#### **Annexe. Compléments d'informations sur le sujet de post doc.**

- **Question scientifique abordée**

**Constat est fait que les améliorations des prévisions d'ensemble permettent d'établir les scénarios météo les plus probables, les nouvelles stations IoT facilitent le suivi de la météo locale des exploitations, les modèles agronomiques développés offrent de nouveaux indicateurs clés dans la gestion des cultures. Comment valoriser conjointement ces multiples avancées techniques pour les mettre à la disposition, de façon ergonomique, du monde agricole ?**

- **Démarche**

**Les agriculteurs sont fortement demandeurs d'outils d'aide à la décision (OAD) visant à ajuster les opérations culturales dans des systèmes de plus en plus complexes en transition vers plus d'agroécologie (par exemple gestion de l'enherbement en vigne irriguée) en prenant en compte le plus finement possible les conditions météorologiques. Ainsi, on constate un renouveau et un boom de l'équipement des agriculteurs en stations IoT météorologiques (plus de 10000 en France) pour**

alimenter les OAD. Néanmoins, le déploiement de ces nouvelles stations à bas coût pose la question de leur qualité, de leur implantation, de leur maintenance et des procédures pour compléter les données manquantes.

En parallèle, depuis quelques années, les prévisions météo évoluent, offrant maintenant une information sur l'incertitude basée sur des prévisions probabilistes, aussi dites d'ensemble, jusqu'à 15 jours.

Le post doc mènera des travaux sur ce sujet, organisés en deux parties.

La première partie porte sur l'évaluation de l'intérêt des corrections des données météos issues des stations d'agriculteurs pour sécuriser l'utilisation des OAD opérationnels. Le projet METEOPREC, associant Acta-MétéoFrance-Arvalis-IFV a mis en place des procédures automatiques de contrôle et de correction sur des mesures de stations IoT. Ces algorithmes ont été développés sur un large jeu de données de plus de 500 IoT commerciales Sencrop et Weenat en France et en Belgique. Une typologie des problèmes rencontrés dans ces séries issus des agriculteurs a été proposée ainsi que des algorithmes pour les détecter (sous R) avec une offre de service en train d'être prototypée. Nous avons désormais de nombreux résultats sur l'occurrence de ces problèmes qui serviront de matière au travail proposé.

L'objectif est de quantifier l'apport de ces algorithmes de traitement des mesures des stations IoT pour sécuriser l'utilisation de ces mesures, notamment dans des OAD agricoles. En effet, ces derniers sont sensibles aux erreurs sur les variables clefs que sont la température, l'humidité relative ou la pluie.

Afin d'aboutir à un article finalisé, le post doc aura les tâches suivantes à réaliser : réaliser un état de l'art sur le contrôle qualité, les stations agricoles et des éventuels cas d'applications sur d'autres données dites opportunes ; quantifier les différents types d'anomalies sur le large jeu de données IOT des agriculteurs ; choisir des illustrations sur des cas particuliers et quantifier les conséquences des erreurs sur des sorties d'OAD.

La deuxième partie porte sur l'utilisation conjointe de données météo de station avec des prévisions d'ensemble pour la gestion de l'irrigation. La thèse d'Ivana Aleksovskaja (soutenu en décembre 2020, financée par DigitAg) a démontré la plus-value de l'utilisation des prévisions d'ensemble, dans le cas d'applications à des modèles de maladies et ravageurs des cultures. Lors de la soutenance, le jury a souligné la qualité de ce travail transdisciplinaire "à l'interface de trois communautés scientifiques différentes (météorologie, agronomie, statistiques)". Par ailleurs, également dans le cadre de DigitAg, Yulin Zhang a mené un stage (juillet-août 2020) inscrit dans la continuité de ces travaux proposant alors une extension de l'utilisation des prévisions d'ensemble (issues du système opérationnel IFS-EPS développé par le Centre Européen de Prévision) dans des modèles de bilan hydrique de la vigne et du maïs. Le stage a été très productif, mais le travail mérite d'être consolidé sur plusieurs points pour le valoriser sous la forme d'un article qui sont l'objet du travail proposé.

Ainsi, l'objectif est de consolider les résultats sur l'utilisation conjointe de données météo de station avec des prévisions d'ensemble dans le cadre de la gestion de l'irrigation (vigne et maïs) pour montrer l'intérêt des approches de prévision d'ensemble, dans cette communauté autour de la gestion de l'eau.

Pour cela, le plan d'expérience sera étendu aux IOT disponibles et d'intérêt pour la problématique de l'irrigation. Il appliquera une méthode d'adaptation statistique de type EMOS (Ensemble Model Output Statistics) directement à la sortie univariée du bilan hydrique (FTSW). Un travail sur les visualisations ergonomiques permettant une meilleure appropriation par les utilisateurs finaux et échanges avec les experts des instituts techniques à ce sujet sera aussi réalisé.

Une attention particulière sera portée à la valorisation scientifique, et il est prévu de préparer deux articles pour des journaux comme « Agricultural Water Management » ou « Agriculture and Forest Meteorology Journal ».