

12 mai 2017



**Offre de thèse.**  
**Améliorer les prévisions à court et moyen termes des modèles agronomiques en prenant mieux en compte l'incertitude des prévisions météorologiques.**

**#DigitAg**

**Candidature : [francois.brun@acta.asso.fr](mailto:francois.brun@acta.asso.fr)**

ACTA - les instituts techniques agricoles ([www.acta.asso.fr](http://www.acta.asso.fr)). Ce réseau (1700 personnes) a pour objectifs de fournir aux professionnels des réponses techniques adaptées aux difficultés qu'ils rencontrent pour améliorer à la fois la compétitivité et l'impact environnemental de leur activité. L'ACTA, tête de réseau, (45 personnes) est chargée d'animer et de coordonner ce réseau notamment quand il s'agit de dépasser les approches de filières sur des questions qui touchent aux systèmes de production et d'exploitation. L'ACTA co-anime le réseau Modélisation et Analyse de Données ([www.modelia.org](http://www.modelia.org)) dans lequel s'intègre cette thèse.

Cette thèse est proposée en partenariat avec Météo-France ([www.umr-cnrm.fr](http://www.umr-cnrm.fr)), l'INRA de Toulouse ([mia.toulouse.inra.fr](http://mia.toulouse.inra.fr)), l'Institut Français de la Vigne et du Vin ([www.vignevin.com](http://www.vignevin.com)) et Arvalis – Institut du végétal ([www.arvalisinstitutduvegetal.fr](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr)).

Institut Convergences Agriculture Numérique (#DigitAg, [www.hdigitag.fr](http://www.hdigitag.fr)) propose un projet de recherche interdisciplinaire fortement tourné vers la valorisation et l'enseignement supérieur afin de favoriser le développement et le déploiement de l'agriculture numérique en France, en Europe et dans les pays du Sud. Localisé sur Montpellier-Toulouse-Rennes, il oriente notamment les activités de recherche des partenaires en soutenant des doctorants.

#### **Contexte.**

L'agriculture compte parmi les activités économiques qui dépendent le plus fortement des conditions météorologiques : le cycle cultural, la gestion de l'irrigation, la protection des cultures, la fertilisation. Ce secteur est fortement demandeur d'outils d'aide à la décision pour mieux appréhender ces contraintes et une offre de services s'élabore pour y répondre comme les services Météus proposé par Isagri ou Taméo co-construit par Météo-France et Arvalis - Institut du végétal. L'écoulement atmosphérique est un phénomène chaotique et l'élaboration de prévisions météorologiques de qualité est un défi scientifique tant les incertitudes sont multiples : estimation des conditions initiales en tout point du globe terrestre, représentation des processus physiques dans les modèles numériques de prévision du temps. Pour faire face à cette problématique, les centres météorologiques, dont Météo-France, ont mis en œuvre des systèmes de prévisions d'ensemble qui permettent d'accéder à une estimation de l'incertitude des conditions météorologiques prévues.

#### **Objectif de la thèse.**

L'objectif de cette thèse est de développer des méthodes pour exploiter la richesse de ces systèmes dans des outils d'aide à la décision. Il s'agit d'analyser formellement les connections entre toutes les sources d'information de prévision météorologique et les modèles agronomiques considérés. Cela permettra d'utiliser les prévisions d'ensemble de manière cohérente dans une chaîne de traitement opérationnelle tout en conservant la richesse des informations.

#### **Démarche proposée.**

Pour la conduite de cette thèse, la méthode proposée est de travailler sur 3 cas d'études qui couvrent les principales grandes problématiques agricoles pour lesquelles les besoins en informations météorologiques sont les plus critiques : la protection des cultures et le pilotage de l'irrigation. Les 3 cas sont les suivants :

- Lutte contre un ravageur, dont le développement dépend de la température : le ver de la grappe en vigne (T) ;
- Lutte contre une maladie, dont la dynamique épidémique dépend des précipitations et de la température : la septoriose du blé (T et pluie) ;
- Pilotage de l'irrigation, dont le bilan hydrique dépend de la pluie et de l'évapotranspiration (en vigne et/ou maïs) (pluie et ETP).

Le travail attendu est organisé en trois grandes tâches.

1. Consolider les scénarios météorologiques pour les rendre utilisables.

Météo-France exploite différents systèmes de prévision météorologique d'ensemble (ensemble de scénarios) pour couvrir les différents horizons temporels : AROME pour les échéances de J et J+1, ARPEGE pour les échéances de J+2 à J+4 et IFS du Centre Européen pour les échéances de J+5 à J+28. Les ensembles produits par ces systèmes ont des nombres de scénarios variables : 12 pour AROME, 35 pour ARPEGE, 51 pour IFS. Ces systèmes sont partiellement couplés entre eux, notamment entre AROME et ARPEGE. Par contre, il n'existe pas de lien avec IFS pour les échéances plus lointaines. La première tâche consistera à établir une jointure entre les ensembles produits par ces systèmes afin de construire des séries temporelles cohérentes exploitables par les modèles agronomiques. L'objectif sera de développer une méthode de jointure aussi générique que possible pour construire ces scénarios consolidés.

2. Propagation des incertitudes dans les outils d'aide à la décision.

Une fois les scénarios cohérents disponibles, la deuxième tâche sera de propager les entrées météorologiques au travers des différentes chaînes de modélisation agronomiques disponibles. L'objectif sera de quantifier l'incertitude sur les sorties des systèmes considérés. Certains outils d'aide à la décision étant accompagnés de règles de décision plus ou moins complexes, il s'agira de donner une information probabiliste sur les décisions effectivement activées.

L'approche ensembliste impliquant une multiplication des simulations, il faudra également proposer une méthode pour sélectionner un sous-ensemble de scénarios permettant de représenter l'incertitude tout en limitant le temps de calcul pour un souci d'efficacité dans le cadre d'un usage opérationnel. Des méthodes d'analyse de sensibilité aux entrées météorologiques pourront être mobilisées.

3. Ergonomie et appropriation par les utilisateurs.

Le passage à une prévision ensembliste impose une vision probabiliste des événements, ce qui implique de bien échanger avec les futurs utilisateurs pour leur présenter ce type de résultats de manière à ce qu'il reste facilement utilisable. Le côté applicatif de la thèse est important et le doctorant, appuyé par les instituts techniques, profitera de groupes d'agriculteurs déjà constitués pour présenter des prototypes qui permettront d'améliorer cette partie représentation.

Enfin, l'évaluation de l'impact économique pourra être analysée afin de déterminer l'apport du passage d'une information déterministe unique à une information probabiliste.

Cette partie applicative de la thèse ne sera pas au cœur au projet de recherche du doctorant, mais elle se fera notamment grâce au support des ingénieurs de l'ACTA, l'IFV et Arvalis – Institut du végétal.

En parallèle de ce projet, les mêmes partenaires s'associent pour structurer un projet autour de l'apport des stations météorologiques connectées. Selon l'avancée des différents travaux, des liens pourront être établis entre les 2 projets.

**Encadrement.**

- Laure Raynaud (CNRM Météo-France/CNRS- UMR 3589), Météorologie
- François Brun (ACTA), Modélisation agronomique
- Robert Faivre (MIAT INRA), Statistiques

Des relations étroites seront établies avec des ingénieurs d'Arvalis – Institut du végétal et de l'IFV.

**Localisation.** Locaux de Météo-France (Toulouse), à proximité de l'ACTA et de l'INRA.

**Ecole doctorale.** SDU2E (Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace) de l'Université Paul Sabatier de Toulouse

**Employeur.** ACTA, le Réseau des Instituts des filières animales et végétales ([www.acta.asso.fr](http://www.acta.asso.fr))

**Niveau.** Master 2 Recherche (ou équivalent)

**Période.** A partir de septembre 2017, pour 3 ans.

**Compétences recherchées.** Bonnes bases et pratiques en statistiques. Maîtrise du logiciel R (notamment d'un point de vue programmation). Connaissances en agronomie ou en météorologie appréciées.

**Candidature.** Lettre de motivation et CV à envoyer à François Brun ([francois.brun@acta.asso.fr](mailto:francois.brun@acta.asso.fr))

Téléphone : 05 61 28 50 25.

**Date limite de candidature.** 15 juin 2017 (ou avant en fonction des candidatures reçues).