



## **FICHE DE POSTE – Post-Doctorat en télédétection et modélisation de la production des prairies**

Intitulé du poste : **Post-Doctorant-e Télédétection et modélisation de la production des prairies – Initiative de recherche *Risques et protection financière des agriculteurs***

Affectation principale : Airbus Defence & Space, 5 Rue des Satellites, 31030 Toulouse Cedex 4

Affectation secondaire : Centre d'Etudes Spatiales de la BIOSphère (CESBIO) 13 Avenue du Colonel Roche 31401 Toulouse

### **1. TITRE DU POST-DOC**

**Contribution des séries temporelles de télédétection à l'estimation des risques de production prairiale. Application à l'amélioration d'un indice servant de base à un service d'assurance agricole**

### **2. DIRECTEUR DE POST-DOC**

Nom : CESCHIA

Prénom : Eric

Co-encadrement : Antoine ROUMIGUIE – AIRBUS Defence & Space ; Bruno BOUCHARD, Professeur, Univ. Paris Dauphine

Doctorat : oui (2001)

HDR : oui (2013)

Organisme de rattachement : INRA (Directeur de Recherches)

Nombre de thèses encadrées par le directeur de thèse : 4

- Pierre Béziat (2006-2009) : encadrement à 100%, bourse ministérielle
- Amanda Veloso (2011-2014) : co-Encadrement à 80% avec Valérie Demarez, bourse ministérielle. En poste à AIRBUS Defence & Space.
- Morgan Ferlicoq (2012-2016) : co-Encadrement à 50% avec Aurore Brut, bourse ADEME-Projet Interreg Fluxpyr.
- Gaetan Pique (2017-) : -Encadrement à 80% avec Milena Planells, bourse ADEME-CNES.

### **3. DESCRIPTION DE L'UNITE DE RECHERCHE D'ACCUEIL**

La vocation du CESBIO est de développer les connaissances sur le fonctionnement et la dynamique de la Biosphère continentale à différentes échelles spatiales et temporelles. Cette unité conduit des recherches :

- dans le domaine de l'observation et de la modélisation des surfaces continentales;
- elle participe à la définition de missions spatiales et au traitement des données de

- téledétection,
- et développe des méthodes d'analyse et des modélisations. Celles-ci peuvent être industrialisées et/ou mises en application de façon opérationnelle.

Coordonnées du responsable de l'Unité : Laurent Polidori (laurent.polidori@cesbio.cnes.fr)

## **4. SUJET DU POST-DOC**

### *4.1 Résumé de la proposition*

Le sujet de post-doc porte sur l'estimation par télédétection de la biomasse prairiale et de ses pertes en cas d'aléa climatique, en vue d'évaluer le risque sous-jacent à cette production. Les travaux antérieurs ont globalement validé un indice de production des prairies, dont il s'agit ici d'améliorer la précision et la compréhension, en le transposant à divers niveaux d'organisation et périodes de production au moyen de séries temporelles de résolution spatiale plus fine.

*4.2 Champs disciplinaires du post-doc ou mots-clés :* prairies, modélisation production, séries temporelles d'image à haute résolution, phénologie des cultures, télédétection, risques agricoles, indice d'assurance

### *4.3 Introduction et contexte permettant de cadrer le sujet*

#### *4.3.1 La télédétection des risques agricoles, un thème en plein essor intéressant assureurs et filières de production*

L'assurance des risques agricoles connaît actuellement un développement important, principalement dans les économies avancées d'Amérique du Nord et d'Europe de l'Ouest. Il existe également des garanties offertes aux agriculteurs dans des économies émergentes comme l'Inde ou en Afrique, au travers d'une approche micro-assurantielle. En matière agricole, il peut être commode de fonder la garantie offerte sur un modèle indiciel : un indice représentatif du risque sous-jacent est alors développé, son comportement déterminant les éventuels versements d'indemnités. Il peut aussi être opportun d'utiliser des indices en appui des techniques traditionnelles d'expertise pour des assurances de type « indemnitaire ». Les applications de l'approche indicielle de l'assurance, particulièrement en agriculture, font l'objet d'attentions accrues de la part des acteurs de la filière, des assureurs et réassureurs, des pouvoirs publics et de la communauté scientifique.

Pour développer le savoir sur l'assurance agricole, un partenariat de recherche avait été initié entre :

- La Fondation Institut Europlace de Finance, qui a pour objet de développer la recherche fondamentale et appliquée sur des thèmes qui intéressent les professionnels des métiers financiers ;
- Pacifica, filiale d'assurance dommages de Crédit Agricole Assurances, qui souhaite contribuer aux progrès dans ce champ par le développement d'approches quantitatives, financières et assurantielles innovantes ;
- AIRBUS Defence & Space, spécialiste en imagerie satellitaire et géo-information, qui souhaite contribuer au développement de nouveaux indices, de nouvelles applications, ouvrant de larges perspectives à l'industrie financière et assurantielle ;
- La Fondation Grameen-Crédit Agricole, accompagnateur des institutions de micro-finance

et social business dans les pays en développement, avec un accent particulier sur le secteur agricole et rural, qui est associée aux travaux liés à la micro- assurance.

Cette Initiative de recherche est intitulée *Risques et protection financière des agriculteurs* et a pour objectif de :

- Développer la recherche scientifique concernant les déterminants de la production de biomasse en prairie et les recherches méthodologiques concernant le développement des produits d'assurance et de couverture des risques des activités agricoles – météorologie, volatilité des prix matières premières et de l'énergie, etc. ;
- Développer la recherche scientifique sur les assurances de type indiciel et sur les technologies satellitaires qui les alimentent, notamment en vue de leur application en micro-assurance, garantie sur les fourrages, etc. ;
- Contribuer à la recherche et à la formation de haut niveau sur ces sujets, avec les meilleurs spécialistes ;
- Diffuser la connaissance et la compréhension de ces thèmes auprès des acteurs économiques concernés en France et en Europe.

Dans le cadre de l'Initiative de recherche *Risques et protection financière des agriculteurs*, suite à une première thèse qui a porté sur la consolidation et l'amélioration d'une méthode de production d'un indice pouvant servir de base à un service d'assurance agricole sur les prairies en France (Roumiguié, 2016 ; Roumiguié et al., 2015, 2016), il est proposé ici un sujet de post-doctorat en télédétection et modélisation des agroécosystèmes prairiaux, en vue de poursuivre les travaux de recherche engagés dans la précédente thèse.

Compte-tenu de la thématique du Post-Doc et des axes de recherche conduits par le CESBIO, l'IDR fait appel à ce laboratoire pour encadrer les travaux.

#### 4.3.2 Problématique du post-doc

La méthode indicielle est envisagée dans le domaine de l'assurance agricole pour mesurer l'impact du climat sur la production agricole (production de biomasse ou rendement, dans le cas des cultures annuelles). Elle peut être utilisée seule ou en appui des techniques traditionnelles d'expertise. Elle est susceptible de caractériser l'impact d'évènements aléatoires qui peuvent être par exemple des sécheresses ou des inondations.

Jusqu'à récemment les déploiements de ces méthodes indicielles ont été basés sur des données météorologiques issues des réseaux nationaux. Il s'agissait surtout de la pluviométrie, de la température et dans certains cas de l'évapotranspiration potentielle. Ce type de mesures est bien maîtrisé sur le plan technique et accepté par les professionnels de l'assurance comme de leurs clients. Cependant, ces mesures sont difficilement spatialisables si le nombre de points d'observation n'est pas suffisant ou le milieu complexe sur le plan climatique (zones à reliefs contrastés).

Avec le développement de la télédétection satellitaire, on dispose d'un ensemble de données aux caractéristiques variables (résolutions spatiale, spectrale et temporelle) et complémentaires permettant un suivi continu de l'état de la végétation sur de grandes emprises spatiales et à une résolution spatiale plus ou moins fine (pixels de quelques centaines à quelques dizaines de mètres

de coté). A titre d'exemple, l'indice utilisé pour le service d'assurance agricole sur les prairies en France repose sur l'utilisation de séries temporelles d'un paramètre biophysique, le fCover (fraction of green cover) mesuré à partir d'images satellitaires à moyenne résolution spatiale (MERIS, MODIS, 300\*300 m).

#### *4.4 Questions posées et méthodologie*

Les travaux antérieurs ont permis de valider l'indice, mais n'ont pas exploré dans quelles circonstances, certes marginales, l'indice produit ne permettait pas de décrire des pertes de fourrages à l'échelon local (niveau de restitution de la valeur d'indice).

Dans le travail de post-doc proposé ici, il s'agira d'approfondir et poursuivre les travaux antérieurs dans le but d'améliorer l'estimation de biomasse des prairies selon 2 principales questions scientifiques :

**Question 1** : Comment les modèles semi-empiriques combinant données de télédétection et agrométéorologiques peuvent améliorer l'estimation de la biomasse prairiales et de ses variations en cas d'aléa climatique ?

**Question 2** : La disponibilité croissante d'images à hautes résolutions spatiale et temporelle constituent-elles une voie d'amélioration pour affiner les estimations de production ?

La démarche visera à répondre à ces questions de la manière suivante.

##### **- Réponse à la question 1**

Diverses approches ont été développées pour prédire quantitativement et/ou qualitativement la production des prairies. En se fondant sur un réseau national de données de production collectées depuis 2016 et antérieurement (thèse A. Roumiguié), ainsi que sur des données agrométéorologiques et pédologiques, et de caractérisation des systèmes de gestions des espaces prairiaux (prairies naturelles ou temporaires, fauchées, pâturées ou en gestion mixte), on visera à analyser la sensibilité de divers modèles semi-empiriques d'estimation de la production (ex. STEP ou SAFY pilotés par des images de télédétection vs Herb'Sim ou Pasim). Il s'agit in fine de sélectionner la méthode la mieux adaptée pour estimer la biomasse de ces divers types de prairies dans des contextes agropédoclimatiques et techniques variés. Des analyses seront réalisées afin de déterminer la sensibilité des sorties de modèles aux données météorologiques et de télédétection en fonction des variables utilisées et des bases de données testées.

##### **- Réponse à la question 2**

On utilisera des séries temporelles Sentinel2 afin de produire l'indice à une résolution de 20 m au lieu de 300 m qui pourra ensuite être agrégé à maille de plusieurs milliers d'hectares. Afin de comprendre comment s'opère le transfert d'échelle de l'indice, on étudiera sa structure spatiale à divers niveaux d'organisation emboîtés, de la parcelle à la commune, en comparant les cas d'agroécosystèmes prairiaux diversement fragmentés. Cet axe de recherche soulève la question de l'identification des systèmes de gestions des prairies. L'analyse devra mettre en avant les bénéfices et les inconvénients de l'utilisation d'images à une résolution fine (décamétrique).

#### *4.5 Résultats attendus et perspectives*

On attend, non seulement une meilleure précision de l'indice d'assurance, qui sera élaboré à partir de données plus finement résolues, mais aussi une meilleure compréhension des déterminants écophysologiques et spatiaux (effets gestion,pédoclimats...) de l'indice. Il s'agit de consolider la méthode déjà disponible.

Par rapport au contexte international, la thématique du post-doctorat est émergente et le contexte du changement climatique est à même de la motiver encore davantage (Kipling et al., 2017). On vise la publication de divers articles scientifiques dans des revues de rang A telles que Remote Sensing ; International Journal of Applied Earth Information and GeoInformation ; European Journal of Agronomy ; Remote Sensing of Environment.

#### 4.6 Collaborations nécessaires pour le sujet

Le post-doctorant bénéficiera du co-encadrement d'Antoine Roumiguié, ingénieur AIRBUS Defence & Space, d'Eric Ceschia, Directeur de Recherches, INRA au CESBIO et de Bruno Bouchard, Professeur, Univ. Paris Dauphine.

Le dialogue entre les partenaires de l'initiative de recherche *Risques et protection financière des agriculteurs* et le CESBIO permettra de soutenir le/la post-doctorant-e dans sa démarche.

#### 4.7 Conditions de réalisation du post doctorat (moyens financiers ou techniques et humains) et opportunités de professionnalisation (débouchés professionnels prévisibles)

Le post-doc bénéficie du soutien financier, technique et humain de l'initiative de recherche *Risques et protection financière des agriculteurs*. Il aura en particulier accès à différentes sources de données pour mener à bien ses travaux :

- Des données de terrain => mise à disposition d'une base de données sur la production de biomasse d'un réseau d'environ 100 prairies pour la période 2016-2018 (base de données élaborée par l'IDELE pour les besoins de la validation de l'Indice de Production des Prairies) ;
- Des données de télédétection => mise à disposition de la chaîne de traitement d'AIRBUS DS pour le calcul de l'Indice de Production des Prairies (accès aux données brutes comme aux données traitées).
- Données d'occupation du sol France entière produites par le CESBIO dans le cadre de THEAI permettant de localiser séparément les pelouses/pâturages naturels, les estives/landes et les prairies permanentes.

Les débouchés professionnels sont à même d'être facilités par l'expérience d'un travail motivé par les entreprises partenaires. Le post-doctorant sera hébergé à Toulouse dans les locaux d'AIRBUS DS et du CESBIO.

#### 4.8 Bibliographie annexe

Roumiguié, A., Sigel, G., Poilvé, H., Bouchard, B., Vrieling, A., Jacquin, A., 2017. Insuring forage through satellites : testing alternative indices against grassland production estimates for France. International Journal of Remote Sensing, 38, 7, 1912-1939.

Roumiguié, A., Jacquin, A., Sigel, G., Poilvé, H., Hagolle, O., Daydé, J., 2015. Validation of a forage production index (FPI) derived from MODIS fCover time-series using high resolution satellite imagery. Methodologies, results and opportunities. Remote Sensing, 7-(9), 11525.

Vrieling, A., Meroni, M., Mude, A.G., Chantarat, S., Ummenhofer, C.C., de Bie, K. (C.A.J.M.), 2016. Early assessment of seasonal forage availability for mitigating the impact of drought on East African pastoralists. Remote Sensing of Environment, 174, 44-55.

## 5. PROFIL DU CANDIDAT

Formation : Doctorat en télédétection et/ou modélisation des cultures.  
Spécialisation : Bonnes connaissances en agronomie, physique/télédétection, et méthodes mathématiques de traitement des données.  
Langue(s) : Bonne connaissance des langues française et anglaise.  
Mobilité : Missions de terrain et conférences en France et à l'étranger à prévoir.  
Aptitudes : Intérêt démontré pour la recherche appliquée en télédétection, production agricole et risque climatique et pour le développement de techniques innovantes. Bonne aptitude à l'analyse et à la modélisation.

## 6. CANDIDATURE

Le dossier de candidature doit comprendre :

- un curriculum vitae détaillé ;
- une lettre de motivation ;
- une ou deux lettres de recommandation ;
- l'attestation de doctorat ainsi que le rapport de soutenance de Thèse et les rapports concernant le manuscrit

Les candidats retenus seront conviés à un entretien. Merci d'envoyer votre dossier de candidature, par email et **avant le 01/09/2018**, à :

**Eric CESCHIA**

CESBIO

18 Avenues Edouard Belin, bpi 2801

31401 Toulouse cedex 09, France

Tel : + 33 (0)5 61 55 85 29

E-mail : eric.ceschia@cesbio.cnes.fr

**Antoine ROUMIGUIE**

AIRBUS Defence & Space

5 rue des Satellites, BP 14359

F-31030 Toulouse Cedex 4 - France

Tel: +33 (0) 5 82 52 25 37 | Fax: +33 (0) 5 82 52 25 51

E-mail : antoine.roumiguie@airbus.com

Début du contrat : Automne 2018

Durée : 18 mois

Salaire : 2258,65 euros brut mensuel

Lieux principaux : Toulouse, AIRBUS Defence & Space et CESBIO

Modalités d'embauche : Le post-doctorant sera employé par la fondation « Institut Europlace de Finance » (EIF) avec des conventions d'accueil chez AIRBUS Defence & Space et à l'Université Toulouse 3