

Fiche de projet de thèse ITPE 2020 (3 pages maximum)
(A retourner au format word ou writer)

ORGANISME : Météo-France

Thèse

Intitulé de la thèse : Etude de l'influence de l'irrigation sur les processus de couplage surface-atmosphère en zone semi-aride

Discipline de rattachement et spécialités : météorologie, hydrométéorologie, mécanique des fluides

Mots clés : anthropisation, couplage surface-atmosphère, cycle de l'eau

Structure ou laboratoire d'accueil où sera localisé le doctorant

Nom et adresse : CNRM UMR3589, Météo-France/CNRS, 42 avenue Coriolis, 31057 Toulouse

École doctorale et établissement d'enseignement supérieur

Ecole doctorale SDU2E Toulouse. Université Toulouse III Paul Sabatier

Encadrement

Directrice/Directeur de thèse (nom, statut [Pr, MdC, CR, DR...], organisme employeur, adresse professionnelle, préciser HDR ou équivalent, mail, tél) :

Dr A. Boone (CR, HDR) CNRM/GMME (aaron.boone@meteo.fr: 0561079844)

Co-encadrant-e(s) de thèse (nom, statut [Pr, MdC, CR, DR...], organisme employeur, adresse professionnelle, préciser si HDR ou équivalent, mail, tél) :

P. Le Moigne (IDTM) CNRM/GMME (patrick.lemoine@meteo.fr : 0561079824)

Partenariat(s) éventuel(s)

Organisme(s) et localisation :

Université Des Iles Baléares (Palma de Majorque)

Résumé du projet de thèse

Contexte et objectifs (enjeux, mise en perspective du sujet par rapport aux travaux de recherche récents) :

L'un des plus grands défis auxquels sont confrontées les sciences de l'environnement et la société consiste à comprendre et prédire les changements futurs du cycle de l'eau terrestre et leur impact sur les ressources en eau. Des organisations internationales telles que le Programme Mondial de Recherche sur le Climat (WCRP) ont également reconnu que les activités humaines jouent un rôle clé dans la modification du cycle de l'eau continentale et doivent donc être prises en compte dans les projections climatiques. Cette question est particulièrement critique dans les régions de production agricole intensive où les ressources en eau sont déjà limitées, comme le bassin méditerranéen. Les projections climatiques de la phase 5 du projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP5) prévoient que la région méditerranéenne sera ce que l'on appelle un «point chaud» du changement climatique au XXIe siècle (Diffenbaugh et Giorgi, 2012). Comprendre les processus qui régissent le cycle hydrologique dans cette région est un objectif clé du projet international *HYdrological cycle in the Mediterranean Experiment* (HyMeX).

Pour répondre à ces questions, le projet international *Land surface Interactions with the Atmosphere over the Iberian Semi-arid Environment* (LIAISE) a récemment été lancé. La composante française

de ce projet (ANR *Human Imprint on LIAISE*) fait partie du projet HyMeX et a l'objectif de mieux comprendre et modéliser l'empreinte humaine sur les cycles d'énergie et de l'eau dans une région semi-aride avec des ressources en eau limitées et une production agricole importante. Pour atteindre cet objectif le projet : 1) comprendra une campagne de mesures terrain à long terme avec une Période d'Observation Spéciale de 15 jours en été 2020 sur le bassin de l'Ebre quand les hétérogénéités de la surface sont maximales pour se concentrer sur les contrastes de surface et de couche limite entre les régions naturelles et irriguées, et quantifiera la demande en eau, 2) utilisera une approche multidisciplinaire avec une série de modèles couplés surface-atmosphère axés à la fois sur l'utilisation des paramétrisations existantes et améliorées de l'anthropisation et des surfaces semi-arides. La représentation améliorée des processus anthropogéniques et semi-arides dans les modèles servira de base à la compréhension et à la prévision des changements des ressources en eau pour le passé récent, le présent et le futur impacté par le changement climatique.

Verrous scientifiques (problèmes scientifiques que le doctorant devra résoudre) :

L'étudiant se concentrera sur la question scientifique suivante : Comment l'anthropisation impacte-t-elle les flux de surface, le développement de la couche limite, les circulations à meso-échelle et potentiellement le recyclage des précipitations sur cette région par le biais de rétroactions avec l'atmosphère? La représentation de l'anthropisation dans la plupart des modèles couplés surface-atmosphère est très simple, voire inexistante. Il est également nécessaire de disposer de données d'observation pour améliorer la représentation des processus clés dans les modèles. La campagne sera réalisée avant le début de la thèse. Les données aéroportées sont les plus longues à mettre à disposition, il faut compter environ 6 mois. Donc comme elles seront acquises en juillet, elles seront disponibles fin 2020 comme toutes les autres données de la campagne. Dans ce travail, nous utiliserons le modèle de surface SURFEX (Masson *et al.*, 2013) couplé au modèle atmosphérique Meso-NH (Lac *et al.*, 2018).

Déroulement de la thèse :

– Problématique :

La compréhension de l'impact de l'anthropisation et sa représentation dans les modèles a été inhibée en raison d'un manque d'observations cohérentes et étendues. La campagne proposée par LIAISE fournira un jeu de données complet permettant de répondre aux questions scientifiques. Par ailleurs, l'incorporation de processus anthropiques dans les modèles couplés, comme les modèles de climat, est nécessaire pour mieux prédire les ressources en eau futures.

– Démarche de travail, méthode, programme indicatif, ressources nécessaires (préciser leurs disponibilités)

Dans ce travail, nous utiliserons la plate-forme SURFEX couplée au modèle atmosphérique Meso-NH. L'étudiant évaluera d'abord la représentation de l'irrigation dans le modèle couplé (définition des surfaces irriguées et paramétrisation de l'irrigation). Ensuite, une série de tests académiques simplifiés sera réalisée afin de vérifier la robustesse du système et d'aider à comprendre les processus clés dans un cadre simplifié. L'étape finale consistera à évaluer l'impact de l'irrigation sur les processus couplés surface-atmosphère à l'aide des données de la campagne HyMeX-LIAISE (2020). Le principal risque est l'absence de données aéroportées pour cause de mauvais temps sur toute la durée de la campagne aéroportée (15 jours en juillet). Au regard de la climatologie des jours de beau temps en cette période de l'année dans la vallée de l'Ebre en Espagne, ce risque est très faible. Si c'était le cas, il resterait toutes les données in-situ avec de l'instrumentation au sol qui sera déployée d'avril à octobre 2020 dans la vallée de l'Ebre, qui permettraient d'atteindre les objectifs de la thèse.

– Caractère innovant

LIAISE est le premier projet international axé sur l'impact de l'activité humaine sur le cycle de l'eau et de l'énergie dans un environnement semi-aride pour lequel les modèles sont suffisamment avancés pour prendre en compte de manière explicite les barrages, les méthodes d'irrigation, le débit des rivières, les interactions avec les eaux souterraines, la phénologie de la végétation et les rétroactions atmosphériques. L'amélioration de la compréhension et la paramétrisation des modèles contribueront à améliorer le réalisme des projections climatiques futures.

– Résultats attendus et valorisation :

(i) Evaluation de la représentation de l'anthropisation (principalement irrigation) dans SURFEX/Meso-NH, (ii) Etude détaillée des processus permettant une meilleure compréhension de l'impact de l'anthropisation sur le couplage surface-atmosphère, (iii) Publication des résultats dans des revues scientifiques, (iv) Contribution du CNRM au projet national HILIAISE (ANR) et international LIAISE.

Références bibliographiques

1. **Boone, A.**, M. Best, J. Cuxart, J. Polcher, P. Quintana, J. Bellvert, J. Brooke, G. Canut-Rocafort, J. Price, 2019: Land surface Interactions with the Atmosphere over the Iberian Semi-arid Environment (LIAISE). *Gewex News*, **29**(1), Quarter 1.
2. Harding, R., J. Polcher, **A. Boone**, M. Ek, H. Wheeler, and A. Nazemi, 2015s Anthropogenic Influences on the Global Water Cycle - Challenges for the GEWEX Community. *GEWEX News*, 27(4), 6-8.
3. Difenbaugh, N. S., and F. Giorgi, 2012: Climate change hot-spots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climate Change Lett.*, 114, 813–822, <https://doi.org/10.1002/s10584-012-0570-x>.
4. Masson, V., **P. Le Moigne**, E. Martin, et al. 2013. The SURFEXv7.2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of earth surface variables and fluxes.
5. Lac, C. et al. 2018. Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications. *Geoscientific Model Development*. Volume: 11. Issue: 5. Pages: 1929-1969.

Insertion professionnelle potentielle de l'ITPE au sein des services et organismes du Ministère CEREMA, DREAL – environnement et risques hydrométéorologiques

Par exemple au CEREMA sur des postes de chargé d'étude dans le domaine de la préservation de la ressource en eau ou en DREAL, sur des postes de chargé de mission « ressources en eau », « planification et gestion de l'eau » ou « pilotage régional eau et nature ».