

## Proposition de stage de Master M1 ou M2 /Ingénieur à l'INRA - Avignon UMR EMMAH pour 2020

### Modélisation et simulation numérique de l'extraction de l'eau du sol par les plantes. Amélioration de modèle et application.

Les modèles mécanistes sont des outils très utilisés pour étudier les processus environnementaux et prévoir des impacts. Ils peuvent être utilisés en particulier pour simuler les interactions entre les plantes et leur environnement et ainsi améliorer l'efficacité de l'eau ou des fertilisants apportés aux cultures pour préserver le milieu et les ressources naturelles. Ainsi, on peut à présent modéliser la croissance et le déploiement dans le sol du système racinaire en 3D des plantes ainsi que son fonctionnement dans l'extraction de l'eau du sol. La modélisation du fonctionnement du système racinaire couplé à la modélisation des transferts d'eau dans les sols permet tester l'influence réciproque de la plante et des propriétés du sol sur sa capacité à extraire l'eau du sol en fonction des conditions de l'environnement (climat, type de sol...); ceci dans le but de prévoir la résistance des plantes au déficit en eau, en liaison avec les problèmes de changement climatique.

Le but du stage sera (i) d'améliorer ce modèle 3D couplé sol-plante développé dans le laboratoire d'un point de vue informatique et numérique, à différents niveaux : permettre le couplage avec les divers modèles de systèmes racinaires existants, introduire les aspects de croissance de ces systèmes racinaires sur les transferts dans le sol et, concernant le sol, introduire des propriétés de transfert du sol variables suivant la distance aux racines. (ii) D'exploiter ce modèle sur une gamme de plantes (de prairie) variée afin d'estimer la variabilité des flux d'eau dans le système racinaire. Ces résultats de simulation seront ensuite utilisés pour situer les possibilités et la sensibilité et d'un appareil d'imagerie RMN (résonance magnétique nucléaire) en développement dédié à l'estimation des flux hydriques chez les végétaux (projet ANR OutLabMRI).

Dans ce travail, le stagiaire sera encadré par des scientifiques (aspects plante, eau, sol, numérique) et des ingénieurs (aspects informatique) et pourra bénéficier d'un accès à des clusters pour effectuer les calculs.

#### Modalités / responsable / contact :

- Pour plus d'informations et/ou candidater, envoyer un CV et motivations par Email à : Claude Doussan (Chargé de Recherche INRA) - [claudedoussan@inra.fr](mailto:claudedoussan@inra.fr) – Tél : 0432722238
- *Durée du stage* : 6 mois maximum.
- *Lieu de stage* : INRA Avignon, UMR EMMAH. Web : <http://www4.paca.inra.fr/emmah>. Possibilité (réduite) de chambres sur le centre INRA. Participation INRA aux frais de repas de midi (restaurant inter-entreprises) et aux transports en commun. Comité d'Entreprise (ADAS) pour un accès aux activités sportives et culturelles.
- *Gratification*: ~560 € / mois

#### Compétences recherchées :

Un goût pour la modélisation avec des bases en analyse numérique et de sa mise en pratique en programmation ainsi qu'une connaissance du C/C++ sont souhaitables. Une connaissance de base sur la programmation en parallèle (MPI) est un plus ainsi qu'un esprit curieux, ouvert sur les processus environnementaux (biologie, hydrologie, sol).