**OFFRE DE STAGE**

**Conception de rotations de cultures innovantes en agriculture biologique compatibles avec une réduction de consommation des produits animaux**

**Contexte**

Plusieurs travaux de prospective et de modélisation ont récemment tenté d’analyser les conséquences d’un développement massif de l’agriculture biologique (AB) à l’échelle nationale, européenne ou mondiale en termes de production alimentaire et d’émissions des gaz à effet de serre (GES) (Erb et al., 2016; Muller et al., 2017; Smith et al., 2019). Des études récentes conduites au laboratoire de recherche ISPA (Interactions Sols Plante Atmosphère) ont montré qu’un développement massif de l’AB conduirait à une diminution de ~40% de la production globale des cultures due à une compétition accrue pour les ressources fertilisantes en azote (N) (Barbieri et al., 2021). Une expansion des terres cultivées à l’échelle mondiale serait donc nécessaire pour maintenir les niveaux de production actuels ce qui pourrait limiter les avantages de l’AB en termes d’émissions de CO2. Parallèlement, plusieurs travaux ont démontré qu’une transition vers des régimes alimentaires caractérisés par une faible consommation de produits animaux est essentielle pour réduire la surface de terres nécessaire pour nourrir la population et, en conséquence, limiter les émissions de GES (Springmann et al., 2018; Tilman and Clark, 2014). Pourtant, à notre connaissance, aucune étude n’a considéré l’interaction entre les changements des régimes alimentaires vers des régimes flexitariens, végétariens ou végétaliens et le développement massif de l’AB. Délaisser les aliments d’origine animale soulève des questions sur la disponibilité du fumier en tant que ressource fertilisante azotée pour les systèmes en AB. Pour pallier à la diminution de disponibilité de fumier, les rotations des cultures doivent être repensées pour être plus autonomes en azote. Par ailleurs, la disparition progressive des animaux pose des questions sur la disponibilité et l’utilisation de la biomasse issues des prairies temporaires, qui constituent aujourd’hui bien souvent une pierre angulaire des rotations en AB. Pour cette raison, un travail de recensement et conception des nouvelles rotations de cultures adaptées à des systèmes avec peu ou pas d’élevage est nécessaire.

Ce stage fera partie du projet CLINORG (CLImate Neutral ORGanic farming), supporté par le méta-programme INRAE METABIO. Dans le cadre du projet, plusieurs scenarios de développement de l’AB sont développés et évalués. Ces scenarios seront caractérisés par différents objectifs de production en AB que sont i) la priorisation de la production de cultures pour l’alimentation humaine, ii) la maximisation de l’autonomie azotée des exploitations et iii) le développement massif de la méthanisation, chacun couplé à un degré différent de diminution de l’élevage. Un des objectifs de CLINORG consiste donc à développer des cartes d’utilisation des sols agricoles en rupture par rapport aux rotations des cultures actuellement prédominantes en Europe, en accord avec les hypothèses retenues dans les différents scenarios.

Ce projet de stage vise donc à contribuer à la construction et la simulation de ces cartes d’utilisation des sols agricoles. Les résultats issus du stage seront utilisés comme donnée d’entrée de plusieurs modèles qui visent à évaluer les scenarios (productivité des systèmes agricoles, besoin en terres cultivées, émissions de GES).

Le projet CLINORG associe plusieurs partenaires ayant des expertises en production végétale et animale (UMR ISPA, AGIR, PEGASE, Herbivores), mais aussi autour des changements d’utilisation des sols et en économie (UMR Smart-Lereco, PSAE), entre autres. Des interactions entre le.la stagiaire et ces équipes sont souhaitables et pourront être mises en œuvre.

**Objectif**

Ce stage vise à construire des rotations des cultures adaptées à l’agriculture biologique dans des scenarios d’expansion de l’AB à l’échelle européenne en rupture par rapport aux pratiques actuelles. Il visera plus particulièrement la mise au point de rotations culturales biologiques dans un contexte de réduction de l’élevage en accord avec les hypothèses retenues pour les scenarios de développement de l’AB. Ce stage vise aussi à transformer les rotations construites en changements d’utilisation des sols agricoles et à cartographier ces derniers.

Le travail sera principalement basé sur les étapes suivantes :

* 1. Familiarisation avec la littérature autour de la construction des scénarios de développement de l’AB;
	2. Participation au travail de recherche bibliographique sur les rotations innovantes en AB : vous participerez à la recherche d’information et de données sur les rotations en AB innovantes et expérimentales dans différentes zones géographiques en Europe ;
	3. Définition et construction des rotations des cultures « types » : sur la base des informations récoltées, vous définirez des rotations adaptées à différents scénarios d’expansion de l’AB à l’échelle européenne.
	4. Définition des règles d’allocation d’utilisation des sols agricoles : vous traduirez les rotations identifiées en règles quantitatives qui permettront de traduire les rotations en cartes d’utilisation des sols agricoles.
	5. Codage et cartographie des rotations : vous coderez ou réutiliserez des modèles simples de simulation de la répartition spatiale des cultures sur la base des règles définies au point 4.
	6. Analyse spatiale et statistique des résultats issus du processus de cartographie.
	7. En fonction des résultats, vous participerez à l’écriture d’un article scientifique basé sur ce travail d’analyse.

**Conditions du stage**

Le stage se déroulera à l’unité ISPA (Interactions Sol Plante Atmosphère), qui associe INRAE et Bordeaux Sciences Agro, sur le site INRAE de Bordeaux (Villenave d’Ornon). Vous serez supervisé.e par Noélie BORGHINO et Pietro BARBIERI et vous bénéficierez d’une équipe de recherche élargie, comprennent plusieurs doctorants et chercheurs de l’unité ISPA. Vous bénéficierez aussi de l’expertise des partenaires du projet CLINORG.

Le stage se déroulera de janvier à juin 2023, de préférence, ou de février à Juillet 2023. Vous recevrez une gratification de ~ 550€ par mois et vous bénéficierez des tarifs agrées à la cantine INRAE.

**Comment candidater**

Vous avez un background en sciences agronomiques ou environnementales ? Vous avez un penchant pour la littérature scientifique, la programmation et l’analyse des données ? Vous êtes intéressé.e par le sujet proposé ou vous êtes curieux.se des approches de modélisation spatiale, et de l’agriculture biologique ? Vous êtes intéressé.e à développer vos compétences à l’écrit ? N’hésitez pas à candidater ! Des connaissances en programmation Python et/ou R seront un gros atout à votre candidature.

Écrivez une lettre synthétique décrivant votre background et expliquant vos motivations et intérêts pour le projet proposé. Envoyez cette lettre et votre CV à Pietro BARBIERI (pietro.barbieri@agro-bordeaux.fr**)**et Noélie Borghino (noelie.borghino@inrae.fr). ***Date limite de candidature : 14/11/2022. Les candidats.es pre-selectionnés.es seront contacté.e.s pour un entretien.***

***Références***

Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., Smith, L., Ramankutty, N., Nesme, T., 2021. Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. Nat Food. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00276-y

Erb, K., Lauk, C., Kastner, T., Mayer, A., Theurl, M.C., Haberl, H., 2016. Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation. Nature Communications 7.

Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., Niggli, U., 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. Nature Communications 8, 1–13. https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w

Smith, L.G., Kirk, G.J.D., Jones, P.J., Williams, A.G., 2019. The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods. Nature communications 10, 4641. https://doi.org/10.1038/s41467-019-12622-7

Springmann, M., Clark, M., Mason-D’Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L., De Vries, W., Vermeulen, S.J., Herrero, M., Carlson, K.M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L.J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H.C.J., Tilman, D., Rockström, J., Willett, W., 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. Nature. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0

Tilman, D., Clark, M., 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. Nature 515, 518–522. http://www.nature.com/nature/journal/v515/n7528/full/nature13959.html