

VOTRE MISSION ET VOS ACTIVITÉS

- Vous serez accueilli(e) dans l'**UMR MIA Paris-Saclay (Mathématiques et Informatiques appliquées)**, INRAE-AgroParisTech-Université Paris-Saclay sur le Campus Agro Paris-Saclay (Palaiseau), <https://mia-ps.inrae.fr/>.

Le travail est en partenariat avec l'**UMR SECALIM (Caractérisation et Maîtrise du risque microbien dans les produits alimentaires)**, INRAE-Oniris sur le Site de la Chantrerie (Nantes), <https://secalim.angers-nantes.hub.inrae.fr/>.

- **Sujet : Développement d'un modèle d'évaluation de risques en cascades liés au changement climatique dans une filière agricole**

- **Contexte et objectifs :**

Ce sujet de stage s'inscrit le projet ACCRA (Volet 5 du projet phare du méta-programme X RISQUES INRAE, <https://xrisques.hub.inrae.fr/>) qui vise à étudier les cascades de risques liées aux aléas climatiques dans la filière maraîchère des Pays de la Loire, fortement exposée aux sécheresses, aux précipitations extrêmes et aux inondations. Ces événements modifient la disponibilité et la qualité de l'eau, augmentant le risque de contamination microbiologique des végétaux consommés crus, avec des conséquences sanitaires (*E. coli*, *Salmonella*, *Listeria*) et économiques (pertes de récoltes, coûts d'adaptation, perte de confiance des consommateurs, coût pour la collectivité lié aux maladies d'origine alimentaire). L'objectif global du projet ACCRA est de caractériser, de modéliser et d'anticiper ces interactions multirisques afin d'identifier les points critiques et de développer des stratégies d'adaptation efficaces, combinant mesures techniques sur l'eau et les cultures, révision des bonnes pratiques agricoles et dispositifs de prévention. L'approche repose sur la modélisation des cascades de risques dans la filière maraîchère à l'aide de modèles existants et à développer, en s'appuyant également sur des données de propagation de la contamination microbienne (élevage, épandage, eau, sols, végétaux), des données climatiques du territoire, et des données économiques. In fine, un outil de prédiction des risques ancré dans ce territoire sera créé ; il pourra servir d'outil pour l'évaluation des mesures de maîtrise de santé publique dans la filière, et par-delà, contribuera à renforcer la résilience des filières agricoles face au changement climatique.

La littérature scientifique documente de manière abondante les effets du changement climatique sur les systèmes agricoles, notamment en termes de modification des régimes de précipitation, d'intensification des sécheresses et d'occurrence accrue d'événements hydrométéorologiques extrêmes. Parallèlement, de nombreux travaux portent sur la contamination microbiologique des élevages bovins et avicoles ainsi que des productions végétales (*E. coli*, *Salmonella* et *Listeria*) et sur les risques sanitaires associés à la consommation de légumes crus. Enfin, des rapports économiques existent sur les pertes agricoles, les coûts de l'adaptation et les impacts de crises sanitaires sur la confiance des consommateurs. Toutefois, ces champs de recherche restent largement cloisonnés et en silo et abordent séparément les dimensions climatiques, microbiologiques et économiques.

L'objectif de ce stage est d'amorcer le développement d'un modèle systémique de cascades de risques dans la filière maraîchère des Pays de la Loire, de la contamination initiale (présence du pathogène chez l'animal), puis dans le sol, l'eau, la culture et l'aliment à l'exposition des consommateurs et aux pertes économiques des maraîchers liés à la fois aux conditions climatiques nouvelles et aux risques sanitaires accrus.

- Vous serez plus particulièrement **en charge de :**

1. **Réaliser une analyse bibliographique approfondie** des travaux existants ayant un point de vue théorique ou appliqué sur les cascades de risques.
2. **Réaliser un premier modèle graphique** des cascades de risques en jeu dans la filière, qui servira de base à la modélisation.

3. **Faire une synthèse des modèles, dires d'experts, données de la littérature et expérimentales** disponibles et à acquérir pour mener l'évaluation ou estimation (au sens statistique) des risques en cascades sur ce territoire.
4. **Prendre en main les outils d'évaluation de Monte Carlo et d'estimation bayésienne des risques** (algorithmes de Monte Carlo classiques et par Chaînes de Markov).
5. **Réaliser une première inférence des risques** (a priori bayésienne, mais vous pourrez également faire d'autres propositions).
6. **Mettre en perspective les résultats obtenus** avec les données et modèles qui pourraient être acquis à court terme pour une meilleure évaluation.

■ Signalons que la poursuite du sujet en thèse est possible.

LE PROFIL QUE NOUS RECHERCHONS

■ Formation recommandée : Master 2/dernière année d'école d'ingénieur en sciences mathématiques appliquées ou de l'environnement avec des connaissances en modélisation et statistiques.

■ Compétences recherchées en : **statistiques, sciences du vivant, modélisation, langage R.**

Autres : Autonomie et esprit d'initiative ; Qualités d'organisation et d'intégration dans un collectif ; Bon niveau d'anglais et capacités rédactionnelles en français et anglais.

➤ Modalités d'accueil

- **INRAE - UMR MIA Paris-Saclay**, 22 place de l'Agronomie, 91120 Palaiseau ou/et **UMR SECALIM**, site de la Chantrerie, Route de Gachet, Nantes
- Type de stage : Master 2
- Durée du stage : 6 mois
- Date de démarrage : à partir de Janvier 2026 (modulable)
- Rémunération : gratification environ 650 Euros/mois

➤ Modalités pour postuler

Transmettre une lettre de motivation et un CV à :
Isabelle Albert de l'UMR MIA Paris-Saclay en mettant en copie 3 membres de l'UMR SECALIM (Nabila Haddad, Louis Delaunay et Jeanne-Marie Membré).

- Par e-mail : Isabelle.Albert@inrae.fr / Nabila.Haddad@inrae.fr / Louis.Delaunay@inrae.fr / Jeanne-Marie.Membre@inrae.fr

Articles des encadrants en rapport avec le projet proposé

- Massiot, G., Courault, D., Jacob, P., **Albert, I.**, 2023. Monitoring the risk of *Legionella* infection using a general Bayesian network updated from temporal measurements in agricultural irrigation with reclaimed wastewater. *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 9, 176–192.
- Albert I.**, Sophie S. Donnet, Chantal C. Guihenneuc-Jouyau, Samantha S. Low-Choy, Kerrie K. Mengersen, et al.. 2012. Combining expert opinions in prior elicitation. *Bayesian Analysis*, 7 (3), pp.503-531. [10.1214/12-BA717](https://doi.org/10.1214/12-BA717). [hal-01004440](https://hal.inrae.fr/hal-01004440)
- Albert I.**, Emmanuel Grenier, Jean-Baptiste Denis, Judith Rousseau. 2008. Quantitative risk assessment from farm to fork and beyond: a global bayesian approach concerning food-borne diseases. *Risk Analysis*, 28 (2), pp.557-571. [10.1111/j.1539-6924.2008.01000.x](https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01000.x). [hal-01263590](https://hal.inrae.fr/hal-01263590)
- Duqué, B., Canon, J., **Haddad, N.**, Guillou, S., **Membré, J.M.**, 2021a. Quantitative approach to assess the compliance to a performance objective (PO) of *Campylobacter jejuni* in poultry meat in France. *Int. J. Food Microbiol.* 336. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108916>
- Lauriau, F., Nauta, M., **Haddad, N.**, Strubbia, S., Cappelletti, J.-M., Sandberg, M., Guillou, S., Foddai, A., 2024. Harmonizing *Campylobacter* risk assessments across European countries – can the pooled process hygiene criteria data be used in the Danish risk assessment model? *Microb. Risk Anal.* 27–28, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.mran.2024.100325>
- Haddad, N.**, 2022. Hazards in the Food Processing and Distribution Chain. Wiley. <https://doi.org/10.1039/D2EW00311B>, [hal-05070754](https://hal.inrae.fr/hal-05070754)
- Charbonnier E., et al. , 2015. Pesticides, des impacts aux changements de pratiques. Editions Quae. 400 p