

## Offre de thèse

### **Les communautés microbiennes : un nouvel indicateur des services écosystémiques rendus par les filières agro-alimentaires ? Définition et évaluation d'indices liés aux services de production de fromages AOP**

#### **1. Descriptif du projet :**

La production durable d'aliments sains intégrant la réduction de son empreinte écologique est l'un des enjeux majeurs de l'agroécologie. Pour amorcer la transition vers ce nouveau paradigme tout en assurant leur pérennité, les filières agroalimentaires doivent s'appuyer sur des indicateurs adaptés pour atteindre un équilibre entre rentabilité économique, attentes sociétales, préservation de l'environnement et conservation des savoir-faire.

Alors que son impact environnemental est de plus en plus questionné (émission de gaz à effet de serre par exemple), l'élevage rend de nombreux « services », entendus ici comme l'ensemble des apports positifs de l'élevage à la société depuis l'échelle de l'exploitation jusqu'à celle du territoire (Dumont et al., 2019). Une approche pertinente pour intégrer les avantages environnementaux, agronomiques et sociaux fournis par les agrosystèmes à la société est l'analyse des bouquets de services. Ils correspondent à des ensembles de services qui apparaissent ensemble de manière répétée (Raudsepp-Hearne et al., 2010). Ces bouquets de services peuvent être présentés sous forme de fleurs dans lesquelles chaque pétale correspond à un indice de service écosystémique (ES) (Lemauiel-Lavenant et al., 2022).

Dans les filières alimentaires labellisées, notamment sous Appellation d'Origine Protégée (AOP), l'élevage laitier contribue à la vitalité du tissu économique et social des territoires, par les emplois qu'il génère mais aussi par les services rendus, dont certains sont déjà bien décrits. Par exemple, le maintien de prairies permanentes est essentiel pour la régulation des flux hydrologiques dans les bassins versants agricoles (Reulier et al., 2019) et les prairies abritent biodiversité microbienne, floristique et faunistique, stockent le carbone dans le sol, régulent la qualité de l'eau et assurent un service de pollinisation (Bengtsson et al., 2019). Les prairies permanentes sont maintenues dans ces filières en raison notamment de l'importance de la diversité végétale pour obtenir un fromage de haute qualité sensorielle et nutritionnelle (Farruggia et al., 2014).

L'environnement des troupeaux laitiers est une source de diversité microbienne. Au niveau des prairies, la composition biochimique des feuilles dépend de la composition floristique et influence la diversité des communautés bactériennes au sein de la phyllosphère des prairies pâturées (Dalmaso et al., 2017), ces communautés étant l'une des sources de micro-organismes présents dans le lait cru, d'intérêt pour la transformation fromagère (Fréтин et al., 2018). Plus de 780 genres bactériens ont été identifiés dans le lait cru à l'aide du séquençage de nouvelle génération (NGS) (Li et al., 2018), dont

beaucoup sont communs aux 600 taxons décrits à la surface des trayons des vaches laitières (Verdier-Metz et al., 2012). Nous avons montré que cette diversité microbienne peut contribuer à caractériser le lait cru d'une ferme donnée. Ses variations quantitatives et qualitatives, observées d'une exploitation à l'autre, sont liées à la conduite du troupeau et aux pratiques de traite (Mallet et al., 2012). L'aptitude fromagère des laits dépend de leur composition biochimique, mais aussi de leur composition microbiologique, car la diversité microbienne du lait est en partie transmise au fromage (Montel et al., 2014).

Ainsi, les stratégies de filières fromagères AOP s'accompagnent de pratiques valorisant la diversité microbienne qui pourrait donc être utilisée pour décrire les exploitations. Outre la diversité taxonomique, les communautés microbiennes peuvent offrir des traits fonctionnels. Il a été démontré que des souches de fromage peuvent individuellement présenter des propriétés immunomodulatrices et chélater les métaux lourds (Adouard et al., 2015; Foligné et al., 2016; George et al., 2018). Nous avons également montré précédemment que des communautés microbiennes du fromage, mais pas les souches constitutives lorsqu'elles sont considérées individuellement, peuvent exercer des activités antimicrobiennes protectrices (Imran et al., 2010). Une approche originale consiste à réaliser l'évaluation de plusieurs biomarqueurs, qui sont traditionnellement utilisés pour identifier les traits de souches de micro-organismes, en questionnant l'effet global à l'échelle des communautés microbiennes. Il s'agit ici de mettre en évidence la diversité des exploitations et des produits à partir de leurs lectures microbiologiques. Cette approche novatrice pourrait mener au développement d'un nouvel indicateur lié à la gestion des troupeaux et aux pratiques agricoles – les microorganismes - et à de nouveaux indices associés.

Le projet de thèse MUNDUS s'intègre dans le projet ANR PRC cAnOPee « Multi-scale approach to the services provided by a quality-labeled dairy chain: contribution of new indicators », lauréat de l'appel à projet générique 2022 et porté par l'UR 4651 ABTE (N Desmasures coordinatrice) en partenariat avec les UMR ESO, EVA, IDEES, Infinite et les ODG laitiers normands. Au sein du projet ANR cAnOPee, une analyse globale de la structure et du fonctionnement de l'agroécosystème se fera à différentes échelles : prairies, paysage, plantes et microorganismes.

Les travaux de recherche du projet MUNDUS s'y inséreront et auront pour objectifs de répondre aux questionnements suivants :

- Comment la diversité des communautés microbiennes laitières (des trayons de vaches, du lait cru et/ou du fromage) peut-elle être utilisée pour définir des indices liés aux services de production des exploitations laitières et de la filière AOP ?
- Quelles sont les fonctions technologiques et/ou sanitaires des communautés microbiennes laitières qui peuvent être traduites en indices décrivant les services de production ?
- Quels outils permettront d'intégrer les microorganismes comme de nouveaux indicateurs dans la conception de bouquets de services originaux au niveau des exploitations laitières AOP et des filières AOP ?

Ainsi, trente fermes au sein de la filière AOP seront sélectionnées afin d'étudier la diversité et les traits fonctionnels des communautés microbiennes d'intérêt laitier associées aux services de production de la filière AOP. Des indices décrivant la diversité des communautés microbiennes à différentes échelles et leurs traits fonctionnels (activités technologiques et liées à la santé) seront produits et leur capacité à discriminer les élevages et les pratiques, ainsi que leur association avec d'autres services écosystémiques (étudiés par ailleurs dans le cadre du projet cAnOPee) seront évalués, pour les introduire dans des bouquets de service originaux.

## 2. Profil du doctorant

Vous êtes étudiant(e) titulaire d'un Master 2 avec une formation solide en microbiologie et une expérience en laboratoire de recherche ou R&D. Vous possédez de solides bases scientifiques afin de pouvoir entreprendre les travaux de thèse avec une approche pluridisciplinaire ainsi qu'un esprit créatif et des capacités d'autonomie, de communication (dont anglais scientifique) et relationnelles. Une connaissance des outils de bio-informatique et d'analyse de données (dont programmation R) et une expérience pratique de leur manipulation sont souhaitables. Dynamique, vous êtes motivé (e) pour intégrer une équipe dans un projet de thèse interdisciplinaire et aller à la rencontre de la filière AOP laitière de Normandie et de ses acteurs.

## 3. Informations pratiques sur le poste

Le contrat débutera le 2 octobre 2023 pour une durée de 3 ans, avec un salaire brut de 2044,12 € par mois (financement acquis). Les travaux se dérouleront au sein de l'équipe MALIM de l'ABTE à l'Université de Caen (Campus 1). Vous serez encadré(e) par :

- Nathalie Desmasures : Directrice de thèse
- Marina Cretenet : Co-encadrante de thèse
- Marion Dalmasso : référente pour les analyses de données produites à haut débit.

Dans le cadre de l'ANR cAnOPee, vous travaillerez aussi en collaboration avec trois autres laboratoires de l'Université de Caen : EVA (physiologie végétale), IDEES et ESO (géographie). Vous échangerez avec les acteurs de la filière AOP laitière de Normandie (et en particulier les 30 fermes sélectionnées) afin d'organiser les expérimentations sur le terrain et rendre compte des résultats. Vous vous déplacerez ponctuellement au sein du laboratoire Infinite (Université de Lille). Vous serez également amené(e) à suivre les comités de pilotage de l'ANR cAnOPee et à présenter régulièrement vos travaux dans ce cadre, en réunions d'équipes, auprès des professionnels de filières fromagères et lors de congrès nationaux et internationaux.

Enfin, vous participerez aux formations proposées par l'École doctorale Normande de biologie intégrative, santé, environnement (ED 497 NBISE), aux formations proposées en interne et à d'autres formations en fonction des besoins. Vous serez encouragé(e) à présenter votre sujet de thèse dans le cadre d'évènements grand public (Turfu, ma thèse en 180s, ...).

## 4. Descriptif de l'unité et de l'équipe de recherche

L'UR Aliments Bioprocédés, Toxicologie, Environnements (57 enseignants-chercheurs, 96 personnels au total) est une Unité de Recherche constituée au 1er janvier 2012 sous tutelle des Universités de Caen et de Rouen (<https://abte.eu/>). Les projets de l'UR pour le prochain contrat quinquennal concernent (1) les ressources au service de l'aliment, de l'environnement et de la santé et (2) les réponses biologiques aux multi-expositions et leur lien avec la santé. L'UR comporte trois équipes, MALIM, EcoTea et ToxEMAC.

Les recherches menées par l'équipe d'accueil MALIM (Matrices ALimentaires et Microbiotes), visent à mieux connaître le microbiote des aliments et les relations entre sa structure et ses fonctions, et en particulier, cherchent à expliquer la construction et le fonctionnement des communautés microbiennes (bactéries, levures et moisissures, phages) des aliments fermentés ou non. L'équipe est constituée d'une dizaine d'enseignants-chercheurs et chercheurs de l'Université de Caen et de presque autant de stagiaires et chercheurs non permanents au gré des projets de recherche et des périodes de l'année. L'équipe dispose de 250 m<sup>2</sup> de laboratoire avec des équipements de microbiologie, biochimie

et biologie moléculaire. L'unité dispose également d'une plateforme analytique pour conduire des études de métabolomique, ciblée ou non. La proximité géographique et thématique de l'Unité de Service Emerode de l'Université de Caen Normandie permet l'accès à des équipements de pointe en microscopie, transcriptomique, protéomique et analyses élémentaires. L'équipe MALIM est co-responsable d'un plateau technique au sein de l'US Emerode, le Centre de Biodiversité des microorganismes, qui conserve et valorise la collection de microorganismes du laboratoire qui comprend actuellement environ 23 000 isolats.

Depuis 2015, l'Université de Caen Normandie et l'Association de Gestion des ODG Laitiers Normands se sont associés au sein du Groupement d'Intérêt Scientifique AOP Laitières de Normandie (GIS GALAN) afin de travailler conjointement à :

- Mieux connaître et maîtriser les différentes dimensions de la qualité des laits et fromages AOP normands, développer la complémentarité entre savoir-faire des éleveurs et des fromagers,
- Expliquer les fondements de la typicité du pré à l'assiette, favoriser son expression,
- Conserver et valoriser la biodiversité microbienne d'intérêt laitier, adaptée aux savoir-faire et terroirs des fromages AOP normands au travers du Conservatoire Normand de la microBiodiversité Alimentaire (CONOBIAL).

## 5. Vivre à Caen, Travailler à l'université de Caen Normandie

Entre terre et mer, Caen est une ville portuaire d'un peu plus de 100 000 habitants. Ville universitaire, elle est régulièrement plébiscitée lors des enquêtes étudiantes pour son cadre de vie et la qualité de ses formations et accueille le plus grand carnaval étudiant d'Europe. À 2 heures de Paris par le train et par l'autoroute A13, Caen se situe à environ 10 kilomètres du rivage normand. Frontalière du sud de l'Angleterre, le Ferry Transmanche relie le Port de Caen à Portsmouth (1h30 de Londres en voiture) en moins de 4h.

Le laboratoire est situé au cœur du campus universitaire, en face du Château en centre-ville de Caen et est facilement accessible en transport en commun. Dans un cadre verdoyant, vous aurez facilement accès aux différents services proposés par l'Université de Caen Normandie : bibliothèques, restaurants universitaires et cafétérias, service universitaire d'activités sportives, piscine et salles de sport et formations en français et langues étrangères.

## 6. Modalités de candidature :

Les candidat(e)s devront envoyer un dossier par mail ([nathalie.desmasures@unicaen.fr](mailto:nathalie.desmasures@unicaen.fr) et [marina.cretenet@unicaen.fr](mailto:marina.cretenet@unicaen.fr)) **avant le 15 juin 2023**. Ce dossier comportera **en un seul fichier pdf** : une lettre de motivation, les contacts de deux référents (et lettre de recommandation, le cas échéant), les relevés de notes et classements de L3, M1 et M2, un *curriculum vitae* décrivant le parcours antérieur de formation et l'expérience de recherche. Les dossiers seront examinés par une commission de sélection au fil de l'eau et les candidat(e)s retenu(e)s seront convoqué(e)s pour un **entretien avant le 7 juillet 2023**.