

## Sujet de stage de Master 2/ césure/ fin études ingénieur

### « Valorisation du potentiel enzymatique des graines de lentilles pour l'élaboration d'aliments à base de légumineuses »

#### Présentation des équipes d'accueil

L'UMR SayFood développe une approche scientifique pluridisciplinaire permettant une connaissance et une maîtrise améliorée des bioprocédés. Elle regroupe en son sein des personnels de l'INRAe, d'AgroParisTech et du Cnam. Les recherches conduites englobent les aspects microbiologiques (sélection, taxonomie, physiologie des souches, cultures mixtes, écosystèmes microbiens complexes) et biochimiques (schémas métaboliques, activités enzymatiques) et vont jusqu'à la conduite automatique des bioprocédés. Les équipes CoMiaL, GéPro<sup>1</sup> seront impliquées dans ce travail pluridisciplinaire. La composante « biochimie » du stage sera centrale mais les aspects de fermentation seront également abordés. En particulier l'équipe GéPro travaille sur la construction des propriétés des produits issus de l'agriculture, notamment en étudiant les **procédés de transformation** de la matière et les **relations composition - structure - propriétés** dans les produits obtenus. Une partie des activités est centrée sur l'étude et la valorisation de nouvelles sources de protéines (insectes, légumineuses).

- Ce stage sera co-encadré par des enseignant-chercheurs et chercheurs de deux équipes de cette UMR : Rebeca Garcia (enzymologie) et Morgan Guilbaud (microbiologie).

#### Contexte du stage

Dans le cadre de la transition alimentaire vers plus de durabilité, ce stage participera à une meilleure connaissance du potentiel des graines de légumineuses germées à produire de nouveaux aliments fermentés riches en protéines végétales et aux propriétés nutritionnelles et organoleptiques optimisées. Il s'inscrit dans une étude qui vise à déterminer si la combinaison d'un processus biologique de germination et d'un bioprocédé (la fermentation) modifie les propriétés nutritionnelles, technologiques et sensorielles de graines de lentilles et de farines fermentées par des *consortia* microbiens.

#### Description du stage

Lors du stage, nous nous focaliserons sur une légumineuse : la lentille (*Lens culinaris* = *Lens esculenta*). Elle est cultivée pour ses graines qui sont une source intéressante de protéines, fibres, minéraux et vitamines mais la présence de facteurs antinutritionnels (phytates) et d' $\alpha$ -galactosides sont un frein à leur consommation.

Des graines de lentille germées (24h) ou non germées seront produites et transformées en farines complètes et la composition en enzymes ayant un effet sur le potentiel nutritionnel ou de transformation (fermentation) sera étudiée. Le procédé de transformation précédemment développé dans le projet combine une étape de germination des graines suivi d'une étape de fermentation. L'objectif est de produire *in fine* des milieux propices à la fermentation (c'est-à-dire des milieux contenant les nutriments nécessaires aux microorganismes) en utilisant des activités enzymatiques endogènes mais également d'utiliser le potentiel enzymatique endogène pour améliorer les propriétés nutritionnelles des farines.

Les études précédentes ont permis d'analyser les activités amylasiques (qui libèrent des sucres fermentescibles à partir de l'amidon) et alpha-galactosidase (qui hydrolysent les  $\alpha$ -galactosides) des farines. Il s'agit maintenant d'étudier les activités protéasiques et phytasiques de ces farines. Après avoir extrait et étudié les activités présentes dans les farines germées ou non, nous appliquerons, après une étape de réhydratation des farines, un chauffage pour réactiver les enzymes suivant des profils durée/température qui sont à optimiser. L'objectif étant d'assurer les besoins nutritionnels (par exemple en sucres simples et acides aminés) des micro-organismes mis en œuvre lors de l'étape suivante de fermentation et de limiter la présence de phytates dans le milieu.

#### Lors du stage proposé, les études porteront donc sur :

1. Etude bibliographique sur les enzymes de la lentille et de façon plus générale les familles de protéases et phytases végétales
2. Extraire et caractériser les activités protéolytiques des farines de lentilles germées ou non et déterminer l'optimum de fonctionnement (température, ratio enzyme/substrat) en utilisant des méthodes de dosage de type titration et en analysant les produits obtenus par HPLC

---

<sup>1</sup> <https://www6.versailles-grignon.inrae.fr/umr-sayfood/NOS-EQUIPES-DE-RECHERCHES>

3. Caractériser les activités de type phytases des farines de lentilles germées ou non et déterminer l'optimum de fonctionnement (température, ratio enzyme/substrat). La méthode de dosage de l'activité sera à mettre au point en se basant sur la bibliographie
4. Produire les milieux de fermentation (farine réhydratée/brassée) : des couples durée-température seront définis correspondant aux optima de température des enzymes et du niveau d'hydrolyse souhaité et les produits d'hydrolyse seront analysés pour les différentes conditions.
5. Si le temps le permet, essais de fermentation des milieux produits

**Profil du candidat recherché :**

Le stagiaire devra posséder de bonnes bases en biochimie et en analyses physico-chimiques (chromatographies). Le goût pour la pluridisciplinarité et le management de projet sont aussi attendus.

**Conditions du stage**

Durée du stage : **février à juillet 2025** (6 mois)

Ce stage sera principalement basé à l'UMR SayFood sur le site de Saint Denis (bâtiment Synergie, 10 rue de la procession), des déplacements ponctuels sur le site de Palaiseau sont également à prévoir.

Gratification : 650 euros / mois.

Restauration : restaurant entreprise possible sur place

Transport : Front Populaire (ligne 12), Gare de La Plaine stade de France (RER B) ou Stade de France Saint Denis (RER D)

**Personnes à contacter :**

Rebeca Garcia – Maître de Conférences en biochimie-science de l'aliment au CNAM [rebeca.garcia@lecnam.net](mailto:rebeca.garcia@lecnam.net)