

---

## Proposition de stage-recherche

### **CONCEPTION D'UN DISPOSITIF EXPERIMENTAL INSTRUMENTE EN VUE D'ETUDIER LES PHENOMENES DE TRANSFERT LORS DE LA CUISSON DE LA VIANDE DE BŒUF HACHEE**

**Niveau :** Master 2 / Ecole d'Ingénieur (dernière année).

**Durée, lieu :** Mars à Août 2025 (environ 6 mois), UMR SayFood (Campus Agro Paris-Saclay, Palaiseau)

**Sujet :** La viande hachée de bœuf crue contient potentiellement des bactéries nocives, telles que *E. coli* ou *Salmonella*, qui peuvent être à l'origine de toxi-infections alimentaires graves. La destruction de ces bactéries est cruciale et délicate dans le cas de la viande hachée, car elles peuvent être présentes dans l'ensemble du produit à la suite du hachage, contrairement au muscle natif pour lequel la contamination bactérienne reste localisée surface et peut donc être traitée plus simplement.

Les interactions entre phénomènes de transferts de matière et d'énergie combinées aux changements de propriétés du produit parfois drastiques pendant la cuisson rendent la modélisation de l'opération de cuisson de la viande un processus très complexe. Si certains modes de cuisson comme la cuisson au four à air chaud ont été largement étudiées, ce n'est pas le cas du chauffage par contact (qui consiste à mettre la viande crue en contact avec une surface chaude), pourtant très répandu à l'échelle domestique, dans le cas de la restauration hors-foyer (RHF) ou en conditions industrielles (par exemple, dans des applications comme la cuisson à la poêle ou le grillage sur une ou deux faces). Le manque d'études scientifiques dans ce domaine peut s'expliquer par les difficultés associées à la mesure délicate de certaines variables telles que le flux thermique échangé entre le produit et la surface chauffante pendant la cuisson, ce flux étant susceptible de varier pendant la cuisson car étant influencé par les modifications rapides de propriétés de la viande pendant l'opération.

Une solution potentielle à ce défi est le déploiement d'une méthode inverse utilisant des mesures de température à des positions précises au sein de la plaque chauffante sous le produit pour calculer le flux de chaleur échangé entre la plaque chauffante et le produit en fonction du temps. Cependant, il est important de noter que le déploiement de cette méthode inverse dans le cas d'un produit au sein duquel les transferts de matière et d'énergie sont si compliqués à modéliser (cas de la viande hachée) reste un problème très délicat.

Dans ce contexte, le sujet de stage proposé vise à concevoir un dispositif expérimental capable de reproduire les conditions opératoires observées en cuisson domestiques et dans des applications en RHF ou industrielles tout en permettant l'acquisition de mesures thermiques avec une précision et une répétabilité suffisantes permettant de déployer la méthode inverse décrite précédemment. Le projet présente plusieurs défis de conception, tels que la détermination de la nature des matériaux et de la géométrie des composants du dispositif, la gestion de l'inertie thermique de la plaque chauffante, le choix des types de capteurs et de leur positionnement précis dans le dispositif. La version finale du dispositif expérimental devra également tenir compte de facteurs tels que sa durabilité et sa portabilité.

Le projet vise ensuite à générer des données dans différentes conditions opératoires afin d'étudier le comportement thermique de viande pendant la cuisson. Finalement, les résultats de cette étude constitueront une base de données importante dans l'étude de conditions opératoires permettant d'obtenir des aliments plus sûrs et de meilleure qualité gustative.

#### **Objectifs du stage :**

- A) Réfléchir à des choix de conception judicieux pour le dispositif expérimental en incluant le type de matériau à utiliser pour la plaque chauffante, ses dimensions et les mesures pertinentes à réaliser sur notre dispositif pour répondre à notre cahier des charges ;
- B) Construire le dispositif expérimental, la construction incluant l'implémentation de l'instrumentation (mesure thermique, caméra ou mesure de température de surface par IR) permettant de répondre aux objectifs de l'étude ;
- C) Vérifier que ce dispositif répond à notre cahier des charges et réaliser un certain nombre d'expériences de cuisson dans différentes conditions opératoires.

**Profil :** Le candidat idéal doit avoir des connaissances de base en sciences de l'ingénieur (idéalement en thermique) et un goût pour l'expérimentation. Des connaissances de base en instrumentation thermique seraient un plus.

**Contact :** Arnesh PALANISAMY, [arnesh.palanisamy@agroparistech.fr](mailto:arnesh.palanisamy@agroparistech.fr), Emmanuel BERNUAU, [emmanuel.bernuau@agroparistech.fr](mailto:emmanuel.bernuau@agroparistech.fr), Bertrand BROYART, [bertrand.broyart@agroparistech.fr](mailto:bertrand.broyart@agroparistech.fr)

**Candidature :** *Curriculum Vitae*, attestation de notes sur les trois dernière années, lettre de motivation d'environ 250 mots.