

**Proposition d'un sujet de thèse en cotutelle 2026/2027**

**A. Directeur de thèse à l'Université Libanaise**

1. Nom : Hamze
2. Prénom : Kassem
3. Titre (Prof, HDR, ...) : Professeur
4. Laboratoire : PRASE - EDST
5. Adresse Web : <https://edst.ul.edu.lb/>
6. Etablissement : Université Libanaise
7. Adresse Web : <https://www.ul.edu.lb/>
8. Domaines d'expertise :
  - Spécialiste en microbiologie moléculaire, génétique bactérienne et régulation de l'expression génique. Je travaille depuis plusieurs années sur les biofilms de *Bacillus subtilis*.
  - Ce projet bénéficiera de mon expertise en microbiologie et en interactions plante - microorganismes. Je contribuerai à l'encadrement du doctorant pour l'étude des bactéries bénéfiques (PGPR) et leur effet sur la tolérance du blé aux infections virales.
9. Publications importantes en relation avec le sujet proposé :
  - Sherri, M. C., Sirguy, C., Kansa, A., Hamze, K., & Ouvrard, S. (2024). Stress response and phytoextraction potential of two *Noccaea caerulea* populations in multicontaminated soil. **Ecological Research**, 39(4), 511–530. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12466>
  - <https://theses.fr/2023LORR0396> (Gestion de la réponse antioxydante de la plante hyperaccumulatrice *Noccaea caerulea* face à des stress abiotiques)
  - Dergham, Y., Le Coq, D., Nicolas, P. *et al.* Direct comparison of spatial transcriptional heterogeneity across diverse *Bacillus subtilis* biofilm communities. **Nature Communications** 14, 7546 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43386-w>
  - Dergham Y, Le Coq D, Bridier A, Sanchez-Vizueté P, Jbara H, Deschamps J, **Hamze K**, Yoshida KI, Noirot-Gros MF, Briandet R. *Bacillus subtilis* NDmed, a model strain for biofilm genetic studies. *Biofilm*. 2023 Aug 29;6:100152. doi: 10.1016/j.biofilm.2023.100152.
10. Adresse Web de votre page personnelle : <https://orcid.org/0000-0001-6740-4817>
11. Adresse e-mail : [kassem.hamze@ul.edu.lb](mailto:kassem.hamze@ul.edu.lb)

**B. Directeur de thèse à l'UArtois :**

1. Nom : FLAHAUT
2. Prénom : Christophe
3. Titre (Prof, HDR, ...) : Maître de Conférences, HDR
4. Laboratoire : UMRt BioEcoAgro-INRAe 1158
5. Etablissement : Université d'Artois, Faculté des Sciences Jean Perrin
6. Adresse Web : <https://www.univ-artois.fr/>
7. Domaines d'expertise : Développement et exploitation d'outils protéomique/peptidomique et métabolomique pour la maîtrise de la production, de la caractérisation et de la valorisation d'hydrolysats de protéines et coproduits agroalimentaires.
  - Peptidomique, protéomique, métabolomique
  - Sciences séparatives biochimiques
  - Biochimie structurale
  - Spectrométrie de masse
  -
8. Publications importantes en relation avec le sujet proposé :
  - Romdhani, M. *et al.* Proteomics and bioinformatics guided discovery of microalgal multifunctional peptides for novel nutraceutical applications. *Bioprocess Biosyst. Eng.* (2025) doi:10.1007/s00449-025-03192-8.
  - Dhaouafi, J. *et al.* Analysis and Characterization of Novel Bioactive Peptides Derived from Red Macroalgae Protein Hydrolysis Using Peptidomics and Bioinformatics Approaches. *Waste and Biomass Valorization* (2024) doi:10.1007/s12649-024-02715-w.
  - Hamed, F. *et al.* Diplodus Protein Hydrolysates: Antioxidant and Antibacterial Properties and Identification of Biopeptides. *Waste and Biomass Valorization* **15**, 4309–4323 (2024).
9. Adresse Web de votre page personnelle : <https://www.bioecoagro.eu/structure/cluster-3/team-7>
10. Adresse e-mail : [christophe.flahaut@univ-artois.fr](mailto:christophe.flahaut@univ-artois.fr)



Université Libanaise



UNIVERSITÉ D'ARTOIS

### **C. Description du sujet de thèse proposé : (3 à 5 pages)**

1- **Discipline** : Environnement et ressources naturelles

**Titre de la thèse** : Détection par imagerie hyperspectrale VIS–NIR–SWIR de la tolérance du blé tendre aux virus nanisants et évaluation de biointrants bactériens et peptidiques

#### **Résumé de la thèse :**

Le *Triticum aestivum* (blé tendre) constitue l'une des cultures majeures pour l'alimentation humaine et la sécurité alimentaire mondiale. Il occupe une place centrale dans les systèmes agricoles européens et méditerranéens, notamment en France et au Liban. Parmi les contraintes biotiques affectant cette culture, les virus nanisants des céréales, principalement le *Barley yellow dwarf virus* et le *Cereal yellow dwarf virus*, représentent un problème phytosanitaire important. Ces virus sont transmis par plusieurs espèces de pucerons vecteurs, notamment *Rhopalosiphum padi* et *Sitobion avenae*. L'infection provoque généralement : **i)** un nanisme des plantes, **ii)** un jaunissement des feuilles, **iii)** une réduction du tallage et **iv)** des pertes de rendement pouvant dépasser 30 % dans certaines conditions.

Les microorganismes sont d'excellents agents antiviraux en raison, entre autres, des métabolites secondaires qu'ils produisent en défense à des stress divers. En effet, certains genres bactériens et leurs métabolites sont déjà utilisés comme moyens efficaces de biocontrôle. Par ailleurs, les peptides protéinogènes issus de la protéolyse enzymatique de protéines diverses ont également été démontrés comme des agents antiviraux.

L'imagerie hyperspectrale permet de détecter précocement les modifications physiologiques et biochimiques induites par des stress biotiques. Dans ce projet, le blé tendre sera utilisé comme plante modèle pour étudier les interactions entre virus, plante et les biointrants bactériens et peptidiques. L'analyse spectrale couvrira l'ensemble du spectre VIS–NIR–SWIR (400–2500 nm) afin d'exploiter différentes signatures spectrales. Cette approche permettra de détecter : les modifications physiologiques associées à l'infection virale, les différences entre génotypes tolérants et sensibles et les effets physiologiques induits par les biointrants.

## 2- Sujet :

### a. Introduction et contexte France–Liban

Le *Triticum aestivum* (blé tendre) constitue l'une des cultures majeures pour l'alimentation humaine et la sécurité alimentaire mondiale. Il occupe une place centrale dans les systèmes agricoles européens et méditerranéens, notamment en France et au Liban.

Parmi les contraintes biotiques affectant cette culture, les virus nanisants des céréales, principalement le Barley yellow dwarf virus et le Cereal yellow dwarf virus, représentent un problème phytosanitaire important. Ces virus sont transmis par plusieurs espèces de pucerons vecteurs, notamment *Rhopalosiphum padi* et *Sitobion avenae*.

L'infection provoque généralement :

- un nanisme des plantes
- un jaunissement ou rougissement des feuilles
- une réduction du tallage
- des pertes de rendement pouvant dépasser 30 % dans certaines conditions.

### Situation en France

La France est le premier producteur de blé tendre en Europe, avec environ 5 millions d'hectares cultivés chaque année. Les virus nanisants sont régulièrement observés dans les systèmes céréaliers français, en particulier lors d'automnes doux favorisant l'activité des pucerons vecteurs.

La gestion de ces virus repose principalement sur :

- le choix variétal
- la gestion des populations de pucerons vecteurs.

Toutefois, la réduction progressive de l'utilisation des insecticides dans le cadre des politiques de transition agroécologique rend nécessaire le développement de stratégies alternatives de gestion des maladies virales.

### Situation au Liban

Au Liban, le blé est cultivé principalement dans la plaine de Bekaa et dans certaines régions du nord du pays. Les conditions climatiques méditerranéennes, caractérisées par des automnes relativement doux et des hivers modérés, peuvent favoriser la survie des pucerons et la propagation des virus nanisants. Les données scientifiques concernant l'incidence de ces virus dans les systèmes céréaliers libanais restent encore limitées. Le développement d'outils de diagnostic précoce et de gestion agroécologique constitue donc un enjeu important pour améliorer la durabilité et la résilience des systèmes agricoles.

## b. Objectif général

Développer une approche intégrée combinant imagerie hyperspectrale VIS–NIR–SWIR et biointrants bactériens afin de :

- détecter précocement les infections par les virus nanisants du blé
- caractériser la tolérance variétale
- évaluer le potentiel de bactéries bénéfiques pour limiter l'impact des infections virales.

## c. Objectifs spécifiques

- i. Identifier les signatures spectrales VIS–NIR–SWIR associées aux infections virales du blé.
- ii. Détecter et caractériser la tolérance variétale chez différents géotypes de blé tendre.
- iii. Évaluer l'effet de bactéries bénéfiques rhizosphériques (PGPR) sur la sévérité des infections virales.
- iv. Développer des modèles d'apprentissage automatique permettant la détection précoce des plantes infectées.
- v. Tester la transférabilité des modèles entre conditions expérimentales France et Liban.

## 3- Approche méthodologique :

### Apport de l'imagerie hyperspectrale

L'imagerie hyperspectrale permet de détecter précocement les modifications physiologiques et biochimiques induites par des stress biotiques. Dans ce projet, l'analyse couvrira l'ensemble du spectre VIS–NIR–SWIR (400–2500 nm) afin d'exploiter différentes signatures spectrales :

- VIS (400–700 nm) : pigments photosynthétiques (chlorophylle, caroténoïdes, anthocyanes)
- NIR (700–1000 nm) : structure cellulaire et organisation des tissus foliaires
- SWIR (1000–2500 nm) : eau, cellulose, lignine, protéines et métabolites.

Cette approche permettra de détecter :

- Les modifications physiologiques associées à l'infection virale
- Les différences entre géotypes tolérants et sensibles
- Les effets physiologiques induits par des biointrants.

Dans ce projet, le blé tendre sera utilisé comme plante modèle pour étudier les interactions entre virus, plante et microorganismes bénéfiques.



### **Profil Scientifique du candidat :**

- Master 2 Recherche Biologie, avec une spécialisation en microbiologie, biologie moléculaire.
- Capacité à manipuler au laboratoire en autonomie et à acquérir de nouvelles techniques.
- Rigueur, réactivité, esprit de synthèse, capacité à travailler en équipe pluridisciplinaire et à reporter sur l'avancée de ses travaux.
- Capacité à s'exprimer en anglais (lecture d'article scientifique, rédaction et présentation).
- Bonnes compétences rédactionnelles indispensables (protocoles, rapports, synthèses...), avec des compétences en analyses statistiques.