

## Qu'est-ce que le dispositif ExposUM Doctoral Nexus ?

Opportunités de financement de doctorat à Montpellier, France : ExposUM Doctoral Nexus

Un Nexus doctoral, tel que proposé par l'Institut ExposUM, rassemble des réseaux de trois à quatre doctorants issus de divers horizons disciplinaires, affiliés à au moins deux unités de recherche distinctes.

Contrairement aux programmes de doctorat traditionnels, un Nexus doctoral est conçu pour améliorer les compétences de collaboration et la capacité à développer des projets transdisciplinaires, tout en permettant aux étudiants d'approfondir leur propre domaine d'expertise.

Les doctorants Nexus bénéficieront d'un programme de formation dédié et auront la possibilité d'organiser des séminaires au sein de leur réseau Nexus.

L'Institut ExposUM fournit un financement complet pour quatre ans, couvrant à la fois les salaires des doctorants et une allocation environnementale.

### Le contexte de la thèse :

La thèse de doctorat proposée s'inscrit dans le cadre du réseau Nexus, qui regroupe 5 chercheurs et 3 doctorants travaillant sur un thème commun : « L'EXposome microbien et les facteurs déterminants des infections persistantes chez l'homme : une approche interdisciplinaire pour comprendre l'interaction entre les pathogènes bactériens d'origine environnementale et zoonotique et le système immunitaire inné de l'hôte. » Le projet Nexus intègre des approches expérimentales et utilise la modélisation mathématique pour décomposer l'hétérogénéité des réponses de l'hôte et mettre en lumière la dynamique des processus qui déterminent l'établissement d'infections humaines persistantes.

Les infections chroniques causées par des bactéries telles que *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Achromobacter* et *Burkholderia* peuvent être modélisées comme des systèmes dynamiques décrivant les interactions entre les populations bactériennes, les cellules immunitaires et leur environnement, conduisant à une persistance à long terme. Les techniques expérimentales récentes fournissent des ensembles de données vastes et hétérogènes à différentes échelles. Un enjeu majeur consiste à intégrer ces données dans des modèles mathématiques cohérents afin d'identifier les mécanismes sous-jacents et d'inférer des relations causales.

Dans cette thèse, nous développerons des modèles d'équations aux dérivées partielles structurées de la persistance bactérienne. Un défi particulier, tant pour la simulation que pour l'apprentissage automatique, réside dans la grande dimension de ces équations, qui entraîne l'échec des méthodes numériques basées sur des maillages et nécessite le développement de nouvelles approches.

**La date de début prévue : 1/10/2026**

**Le titre du poste de doctorant :** Modélisation mathématique mésoscopique de la persistance bactérienne

**La mission principale :** Développer et analyser des modèles mathématiques structurés à l'échelle mésoscopique afin d'étudier les mécanismes responsables de la persistance bactérienne dans les infections chroniques (*Salmonella*, *Pseudomonas* et *Achromobacter*), en intégrant la modélisation spatiale, la transcriptomique cellule unique, des données d'imagerie avancée et des approches d'apprentissage automatique. L'objectif est d'identifier des mécanismes de persistance communs et spécifiques à chaque pathogène, et de produire des prédictions quantitatives permettant de soutenir les études expérimentales.

**Les activités :** • Développer trois modèles mésoscopiques spécifiques à chaque pathogène, basés sur des équations aux dérivées partielles (EDP) structurées.

- Construire un cadre de modélisation unifié décrivant :
  - La dynamique spatiale des tissus (gradients, chimiotaxie, interactions cellule-cellule).
  - La polarisation des macrophages (continuum M1-M2 et états d'activation).
  - L'hétérogénéité phénotypique bactérienne (réplication, dormance, survie intracellulaire).
- Intégrer des données de transcriptomique unicellulaire afin de construire des modèles dynamiques moléculaires de la polarisation des macrophages et de la réponse de l'hôte.
- Incorporer des données quantitatives d'imagerie pour estimer les paramètres liés à :
  - La localisation bactérienne (intra- et extracellulaire),
  - La dynamique de réplication,
  - Les populations de macrophages infectés.
- Réaliser l'estimation des paramètres à l'aide de méthodes d'optimisation et d'approches d'apprentissage automatique.
- Développer des schémas numériques pour des EDP structurées de grande dimension (méthodes pseudospectrales, approches sans maillage / systèmes particuliers).
- Effectuer des analyses de sensibilité et des réductions de modèle afin d'identifier les principaux déterminants de la persistance.
- Utiliser les modèles pour simuler des scénarios *in silico* (modulation immunitaire, rechute, seuils d'élimination versus de persistance).

## Les compétences et qualifications attendues :

### Compétences essentielles

- Solide formation en mathématiques appliquées, biologie mathématique ou modélisation computationnelle.
- Expérience avec les équations aux dérivées partielles (EDP) et les systèmes dynamiques.
- Compétences en programmation (Python, MATLAB ou équivalent).
- Intérêt pour la modélisation quantitative des systèmes biologiques.
- Capacité à travailler avec des données interdisciplinaires (omiques et imagerie).

### Compétences souhaitables

- Expérience en :
  - Modèles de populations structurées,
  - Modélisation multi-échelle,
  - Analyse numérique des EDP,
  - Apprentissage automatique pour l'inférence de paramètres,
  - Calibration de modèles et analyse de sensibilité.
- Connaissances en biologie des systèmes, immunologie ou interactions hôte-pathogène.
- Expérience dans le traitement de données transcriptomiques ou d'imagerie.
- Excellentes compétences en rédaction scientifique et en communication.

**Le diplôme/domaine requis :** Mathématiques Appliquées, Physique, Biologie Computationnelle

**Les mots clés :** Modélisation méso-échelle, EDP structurées ; Interaction hôte-pathogènes ; Persistance bactérienne ; Immunologie computationnelle

**La section CNU de rattachement :** 26,28,29,64

### Modalités de candidature :

La candidature doit être composée des éléments suivants :

- Un CV
- Une lettre de motivation
- Les relevés de notes les plus récents du Master 1 et Master 2 (semestre 1 et/ou semestre 2)
- Les noms et coordonnées de deux référents



Veillez adresser votre candidature à l'adresse mail du directeur de thèse Ovidiu Radulescu [ovidiu.radulescu@umontpellier.fr](mailto:ovidiu.radulescu@umontpellier.fr) + co-directrice Anne Blanc-Potard [anne.blanc-potard@umontpellier.fr](mailto:anne.blanc-potard@umontpellier.fr) ainsi que l'adresse [exposum-aap@umontpellier.fr](mailto:exposum-aap@umontpellier.fr).

**Date limite de candidature : Avant le 4 mai 2026**



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER



Institut  
exposUM  
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



l'Europe  
s'engage  
en France



# The University of Montpellier

## KEY FIGURES



## RESEARCH CENTERS

From space exploration and robotics to ecological engineering and chronic diseases, UM researchers are inventing tomorrow's solutions for mankind and the environment. Dynamic research, conducted in close collaboration with research organizations and benefiting from high-level technological platforms to meet the needs of 21st century society.

The UM is committed to promoting its cutting-edge research by forging close links with local industry, particularly in the biomedical and new technologies sectors.

**More Information:** <https://www.umontpellier.fr/en/recherche/unites-de-recherche>

## SCIENTIFIC APPEAL

Open to the world, the University of Montpellier contributes to the structuring of the European higher education area, and strengthens its international positioning and attractiveness, in close collaboration with its partners in the I-SITE Program of Excellence, through programs adapted to the major scientific challenges it faces.

**More Information:** <https://www.umontpellier.fr/en/international/attractivite-scientifique>



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER



Institut  
exposUM  
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER