



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

Les Doctoral Nexus proposés par [l'Institut ExposUM](#) sont des réseaux de 3 à 4 doctorantes et doctorants, issus de disciplines différentes et affiliés à au minimum deux unités de recherche différentes.

Par rapport à une thèse classique, participer à un Doctoral Nexus favorisera la capacité à travailler en équipe et à concevoir des projets de manière transdisciplinaire tout en approfondissant son propre champ d'expertise.

Un programme pédagogique spécifique sera proposé et les doctorant(e)s concerné(e)s auront également l'opportunité d'organiser un séminaire au sein du réseau Nexus.

Les thèses sont financées d'emblée pour 4 années, comprenant le salaire du doctorant ou de la doctorante ainsi qu'une enveloppe d'environnement.



Résumé du Projet NEXUS

Les dynamiques épidémique et évolutive des maladies infectieuses sont influencées par de nombreux facteurs environnementaux, écologiques et sociaux. Pour comprendre et anticiper les conséquences d'une épidémie sur la santé publique, ainsi que l'évolution du pathogène qui la cause, il est nécessaire de modéliser finement l'environnement du pathogène, qui est notamment caractérisé par la structure, à différents niveaux, de la population d'hôtes. Dans ce projet, nous proposons d'étudier comment cette structure, et plus particulièrement les structures en âge, affecte la dynamique épidémiologique des pathogènes et les pressions de sélection qui conduisent au remplacement d'un variant par un autre. Nous nous intéresserons d'une part à la structure en âge de la population d'hôtes proprement dite (avec des individus plus ou moins âgés et donc plus ou moins vulnérables à l'infection), et d'autre part, à la structure en âge d'infection, qui caractérise le fait que le temps depuis le moment de l'infection affecte la dynamique intra-hôte et la transmission inter-hôte. Une motivation de ce projet tient dans la réalisation, pendant la pandémie de COVID-19, qu'il était essentiel de prendre en compte ces structures en âge, aussi bien pour des problématiques de santé publique (anticipation du pic d'hospitalisation, rappels vaccinaux) que des questions d'évolution virale (dynamique de variants) ou de physiopathologie (cinétique intra-hôte).

Le projet EMIPSA regroupe un consortium de biologistes, mathématiciens, statisticiens et cliniciens qui proposent d'utiliser des modèles structurés en âge pour analyser la dynamique épidémiologique (la variation du nombre de cas au cours du temps) et évolutive (le changement de fréquence des différents variants) des pathogènes. Nous proposons un projet Nexus articulant 4 sujets de thèse individuels, portant (1) sur l'évolution des stratégies d'histoire de vie des pathogènes, en particulier les virus respiratoires, dans des populations structurées par l'âge d'infection et le statut vaccinal [écologie évolutive] (2) sur la justification rigoureuse des modèles mathématiques utilisés en épidémiologie évolutive, lorsque la population est structurée [mathématiques et modélisation], (3) sur la modélisation de la dynamique évolutive intra-hôte du paludisme en prenant en compte la structure en âge de la population de globules rouges [mathématiques et modélisation], et (4) sur l'anticipation de l'impact des épidémies sur le système de soins critiques en France, en prenant notamment en compte la dynamique de distribution des facteurs de risques, au premier rang desquels l'âge [biologie-santé].



Préparation du système de soins critiques aux futures crises sanitaires

Sujet de thèse

La pandémie de COVID-19 a mis en évidence la fragilité de notre système de soins, et en particulier la cristallisation de la tension autour des services hospitaliers de soins critiques¹. Leur fonctionnement n'a pu être sauvegardé qu'au prix de réorganisations humaines et matérielles, impliquant notamment la déprogrammation d'activités reportables². Dans la perspective du vieillissement de la population, d'une augmentation en fréquence des comorbidités et de leurs associations, ainsi que l'amplification par le dérèglement climatique du risque d'émergence de pathogènes³, une croissance de la pression, aussi bien chronique qu'aiguë, sur les services de soins critiques est attendue. Une contribution importante à l'anticipation de ces besoins ainsi qu'à l'orientation de la stratégie hospitalière de temps long, consiste à modéliser le fonctionnement d'un service de réanimation soumis à un régime régulier ou de crise, dans la population sanitaire française des prochaines décennies, sur la base de l'activité des soins critiques en France, préalablement décrites les dernières années écoulées.

Il s'agira, dans un premier temps, de dresser au moyen des données du *Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information* le panorama national des activités des différents soins critiques existants sur la base des dix années écoulées, incluant l'activité pré-pandémique, la crise sanitaire du COVID-19, et la dynamique post-pandémique, tout en analysant l'hétérogénéité inter-régionale⁴. Par ailleurs, la fraction de la population générale susceptible d'être admise en soins critiques sera inférée par des modèles de Markov caché⁵. Dans un second temps, les résultats de ces analyses seront croisés avec les projections démographiques⁶ les données épidémiologiques de comorbidités⁷ et les scénarios de flambées épidémiques de pathogènes émergents et ré-émergents, afin de produire une projection nationale des besoins en soins critiques⁸ au cours des 30 prochaines années. Enfin, dans un troisième temps, un service de réanimation virtuel sera soumis par simulation à cette pression sanitaire, en activité régulière et de crise^{9,10}, ce qui permettrait d'identifier numériquement les fragilités et leviers organisationnels potentiels pour assurer la résilience future du système de soins critiques national.

Mots-clés : Épidémiologie projective ; prévisions démographiques ; préparation pandémique ; optimisation hospitalière ; modélisation de la réanimation.

Références : [1] Sofonea *et al.* (2021) Memory is key in capturing COVID-19 epidemiological dynamics. *Epidemics*. [2] Lefrant *et al.* (2021) ICU bed capacity during COVID-19 pandemic in France: From ephemeral beds to continuous and permanent adaptation. *Anaesth Crit Care Pain Med*. [3] Mora *et al.* (2022) Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. *Nat Clim Change*. [4] Boulet *et al.* (2023) Intensive care unit activity in France from the national database between 2013 and 2019: more critically ill patients, shorter stay and lower mortality rate. *Anaesth Crit Care Pain Med*. [5] Gimenez *et al.* (2012) Estimating demographic parameters using hidden process dynamic models. *Theor Popul Biol*. [6] Algava & Blanpain (2021) 68,1 millions d'habitants en 2070 : une population un peu plus nombreuse qu'en 2021, mais plus âgée. *Insee première*. [7] Bagein *et al.* (2022) L'état de santé de la population en France. *Les Dossiers de la DREES*. [8] Sofonea & Alizon (2021) Anticipating COVID-19 intensive care unit capacity strain: A look back at epidemiological projections in France. *Anaesth Crit Care Pain Med*. [9] Lefrancq *et al.* (2021) Evolution of outcomes for patients hospitalised during the first 9 months of the SARS-CoV-2 pandemic in France: A retrospective national surveillance data analysis. *The Lancet Regional Health-Europe*. [10] Melman *et al.* (2021) Balancing scarce hospital resources during the COVID-19



UNIVERSITÉ DE
MONTPELLIER



Institut
exposUM
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



l'Europe
s'engage
en France



pandemic using discrete-event simulation. *Health Care Manag Sci.*

Direction : Mircea T. Sofonea (MCU HDR U. Montpellier & CHU de Nîmes, épidémiologie ; directeur), Jean-Yves Lefrant (PU-PH U. Montpellier & CHU de Nîmes, anesthésie-réanimation ; co-directeur), Rémi Choquet (IR HDR CNRS, biostatistiques ; co-encadrant).

Laboratoire d'accueil : UMR PCCEI, U. Montpellier, Inserm U1058, EFS (60, rue de Navacelles – CS 34394 Montpellier Cedex 5)

Modalités de candidature

La candidature doit être composée des éléments suivants :

- Un CV
- Une lettre de motivation
- De la copie du diplôme permettant l'inscription
- Des éléments spécifiques demandés par l'école doctorale [CBS2](#)

Si vous souhaitez postuler sur ce sujet, adressez au plus vite un mail à Mircea T. Sofonea (mircea.sofonea@umontpellier.fr), Jean-Yves Lefrant (jean.yves.lefrant@chu-nimes.fr), Rémi Choquet (remi.choquet@cefe.cnrs.fr), en mettant en copie Sébastien Lion (sebastien.lion@cefe.cnrs.fr) et exposum-aap@umontpellier.fr afin de les informer de votre intérêt.

Avant le dimanche 21 avril, 20h CET



Institut
exposUM
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



UNIVERSITÉ DE
MONTPELLIER



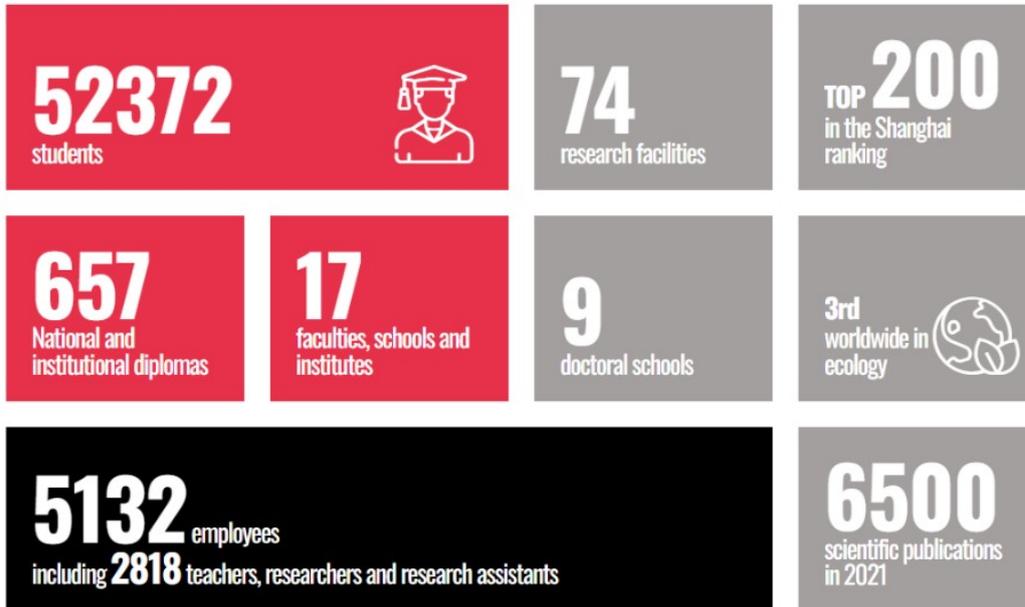
Institut
exposUM
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



l'Europe
s'engage
en France



KEY FIGURES



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>

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