



Qu'est-ce que le dispositif des thèses en miroir IDIL ?

Un projet doctoral en miroir permet d'articuler deux thèses disciplinaires distinctes au sein d'un projet multidisciplinaire commun.

Il s'agit d'aborder un même projet de recherche par le biais de deux disciplines différentes pour favoriser la multidisciplinarité. Les méthodes et les références propres à chacune des disciplines concernées devront donc être mobilisées.

Le programme gradué IDIL finance, pour la rentrée 2024, deux projets doctoraux en miroir, soit 10 contrats doctoraux au total sur une durée de 3 ans.

1 PROJET DOCTORAL EN MIROIR



2 CHAMPS DISCIPLINAIRES DIFFERENTS (exemple deux sections CNU non sœurs)



1 CONTRAT DOCTORAL
DISCIPLINE

A



1 CONTRAT DOCTORAL
DISCIPLINE

B



Sujet de thèse

Étude du risque d'inondation urbaine par réseau de neurones et impact d'événements pluvieux spatio-temporels extrêmes

Laboratoire d'accueil : HydroSciences Montpellier et Inria LEMON, Montpellier

École doctorale : Gaia

Encadrement : Carole Delenne (HSM, Université de Montpellier et Inria LEMON), Renaud Hostache (EspaceDev, IRD), Gwladys Toulemonde (IMAG, Université de Montpellier et Inria LEMON), Nicolas Meyer (IMAG, Université de Montpellier et Inria LEMON)

Compétences recherchées : IA; modélisation numérique; Mathématiques appliquées ; Python et/ou C++

Mots-clés : Modélisation hydrodynamique, Intelligence Artificielle, Apprentissage profond, Inondations, urbain.

Contact : Pour toute question, veuillez contacter Carole Delenne (carole.delenne@umontpellier.fr).

Contexte scientifique

La prise de décision et l'évaluation du risque inondation reposent principalement sur des observations de niveaux d'eau in situ et sur des prévisions météorologiques. Les modèles hydrodynamiques restent peu utilisés en pratique car ils sont complexes à mettre en œuvre et gourmands en temps de calcul. Si les modèles unidimensionnels sont relativement rapides, ils se limitent à la modélisation des écoulements canalisés et ne permettent pas la représentation correcte des débordements. La prise en compte de la géométrie du domaine, en particulier en zone urbaine, nécessite donc un modèle en deux dimensions d'espace, avec des mailles de l'ordre du mètre carré, ce qui revient à se restreindre à des simulations à l'échelle du quartier. Malgré la considérable puissance des calculateurs, les simulations en temps réel à l'échelle d'une agglomération restent inaccessibles.

Des modèles à plus grandes mailles permettent d'accélérer les calculs tout en conservant une précision relative par l'utilisation d'informations sous-maille. Ces modèles reposent sur un paramètre de "porosité" qui restreint la capacité d'écoulement. Parmi eux, le modèle à porosité dépendant de la profondeur, SW2D-DDP, développé en 2018 à HSM-Lemon [Guinot et al 2018], a pour avantage d'être basé uniquement sur des données topographiques [Ayoub et al 2022]. Cependant, malgré la réduction des temps de calculs par rapport à un maillage fin, les modèles à porosité sont encore trop longs pour une gestion de crise en temps réel tout en étant un peu moins précis.

Objectifs

Les modèles de deep learning tels que les LSTM (long short term memory) ont prouvé leur efficacité dans un contexte hydrologique, par exemple pour la modélisation pluie-débit, mais



UNIVERSITÉ DE
MONTPELLIER



i d i l
INTER-DISCIPLINARY &
IN-LAB GRADUATE PROGRAM
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



très peu de travaux concernent la prédiction des inondations en termes d'étendue et profondeur d'eau. Une des raisons principales est la nécessité d'une base d'apprentissage importante, dans un domaine où les données de validation sont quasiment inexistantes. L'objectif de la thèse sera de développer un modèle d'intelligence artificielle dont l'apprentissage s'appuiera principalement sur les résultats de modèles hydrauliques à plusieurs échelles. Ces derniers étant basés sur une discrétisation de l'espace en mailles (volumes finis), nous envisageons d'utiliser des modèles d'IA utilisant une représentation du domaine en graphes (Graph Neural Network), dans lesquels les nœuds contiendraient les résultats en termes de niveaux d'eau et vitesses dans les mailles et les arrêtes représenteraient les transferts d'eau et d'énergie possibles entre mailles. Une attention particulière sera apportée au respect des lois de la physique qui régissent les écoulements en eau peu profonde, i.e. lois de conservation de la masse et de la quantité de mouvement, nous plaçant ainsi dans le champ de l'IA hybride. L'application sur la ville de Montpellier permettra de réaliser des études d'impacts selon différents scénarii.



Modalités de candidature

Date limite de candidature : 15 avril 2024, 23H CET

Afin de postuler aux contrats doctoraux en miroir IDIL, les étudiants candidats doivent compléter leurs dossiers et les envoyer avant la date limite à l'adresse email suivante : idil-team@umontpellier.fr, ainsi que remplir le formulaire de candidature Microsoft Forms en parallèle.

Important, afin d'être pris en considération, le format de l'objet de l'email de candidature doit respecter strictement la méthodologie suivante :

[IDIL PhD Application: Subject n°3 – Doctoral school B – Surname – Name]

Les numéros associés aux différents projets doctoraux en miroir ainsi que les lettres correspondantes aux écoles doctorales sont retrouvables sur la page internet dédiée :

<https://idil.edu.umontpellier.fr/inscrivez-vous-dans-un-doctorat-interdisciplinaire/>

Les éléments à joindre obligatoirement au dossier pour évaluation (n'oubliez pas de répondre au formulaire également):

- Une lettre de motivation, signée et datée
- CV
- Relevés de notes de L3, M1 et M2 (ou de toutes les années du cursus équivalent, par exemple un diplôme ingénieur) avec classement

Le lien du formulaire de candidature à transmettre en parallèle pour tous les étudiants candidats :

<https://forms.office.com/e/w97RmAL6RU>



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>