



Offre d'ingénieur·e de recherche débutant·e :

Modélisation d'emplois du temps géolocalisés pour la simulation de la propagation des épidémies dans divers territoires Français.

Structure employant : Institut National de Recherche en Informatique et en Automatismes (INRIA) – Centre de Saclay

Collaboration avec l'IGN

Encadrement : Maxime Colomb (IR- IGN) et Aline Carneiro-Viana (INRIA-Saclay)

Le lieu d'exercice de cette offre d'emploi est à définir

Type de contrat : ingénieur·e de recherche

Durée : 8 mois

Prise de poste : dès que possible

Contexte

Le **projet ICI** (INRIA - Collaboration - IGN) est un simulateur de propagation d'épidémie reposant sur une modélisation très détaillée d'un espace urbain et de la circulation des personnes à l'intérieur de cet espace. Il est le produit d'une équipe pluridisciplinaire entre des chercheurs d'INRIA, de l'École Polytechnique, du CNRS, de l'INSERM et de l'IGN. Il a été retenu comme cas d'application du projet Jumeau Numérique de la France et de ses Territoires (JNFT).

Le but d'ICI est de permettre aux pouvoirs publics et aux épidémiologistes de quantifier à partir de simulations l'impact futur de diverses mesures sanitaires envisagées sur l'évolution d'une épidémie (par exemple, confinement total ou partiel, fermeture des écoles, politiques de tests, etc.).

ICI est construit de manière modulaire et repose sur le couplage de plusieurs types de modélisation, de méthodes de fusion de données hétérogènes massives, et de techniques de pointe de calcul scientifique. Ainsi, nous avons réussi à modéliser le tissu urbain de Paris à très petite échelle, à engendrer des populations synthétiques statistiquement représentatives, et à modéliser la circulation des individus entre leurs différentes activités. Nous avons aussi développé des simulations stochastiques massives pour les contaminations entre individus lors de leurs rencontres dans chacun des lieux de l'espace urbain.

Les activités et objectifs du projet ICI s'inscrivent également dans le cadre du projet Mob-Sci- Dat Factory, un des composants du PEPR MOBIDEC. Le PEPR Mobidec est un projet multidisciplinaire qui vise à travailler sur la thématique de la mobilité et de sa décarbonation. Mob-

Sci-Dat factory vise extraire de la valeur des données de mobilité. Pour cela, il développe des méthodes et des outils numériques pour le traitement, la calibration, l'enrichissement et l'exploitation de données de mobilité hétérogènes et multi-sources. Mob-Sci-Dat concevra et déploiera une plateforme d'aide à la décision, permettant le partage de données, de méthodes et de procédures de modélisation des déplacements.

Dans ce cadre, nous recherchons un·e ingénieur·e afin de travailler sur le module de simulation des agendas horaires des personnes et leur géolocalisation au sein du projet ICI.

Sujet du poste

La localisation des individus au sein de l'espace urbain est modélisée en deux temps, grâce à un couplage de diverses données (enquête globale des transports, données de validation de la RATP, données mobiles, modélisation fine de l'espace urbain et de ses habitants). Cette modélisation est réalisée sur l'Île-de-France et l'objectif général du poste serait de travailler à la portabilité de ce module vers d'autres espaces de France.

La partie à généraliser fonctionne de la sorte : dans un premier temps, un « cadre » probabiliste définit le comportement global du mouvement des individus : les entrées et sorties de la zone d'étude, les probabilités de passer d'une activité à une autre, d'une localisation d'un agrégat statistique à un autre, et ce en fonction de profils socio-démographiques et de différentes dates et heures. Ce module est implémenté dans le langage Java. La génération d'emplois du temps est ensuite réalisée dans le simulateur épidémiologique. Une activité précise et géolocalisée est attribuée pour chaque créneaux horaires des individus. Cette activité est liée à un lieu particulier, où pourront être présent d'autres individus, infectés ou non. Ce module probabiliste est implémenté dans le langage Julia.

Ces modules sont pour le moment fonctionnels et ont fait l'objet d'une participation au data challenge de la conférence NetMob (Colomb 25). En outre, ces traitements sont pour l'instant uniquement appliqués à l'Île-de-France. L'intégration d'enquêtes ménages déplacement (EDM) présente pour l'instant la piste la plus porteuse pour un traitement général à l'ensemble du territoire métropolitain. Il pourrait être envisagé d'ajouter différentes sources de données pour enrichir la modélisation (données de téléphonie ou autre données provenant de la toolbox Mobidec). Il sera particulièrement nécessaire d'adapter les hypothèses de modélisation préexistantes à de nouveaux espaces (territoires ruraux, villes moyennes). Des études qualitatives décrivant les usages des individus peuplant certains types de territoires pourront être utilisées. Une étude de sensibilité sur les résultats issus de cette méthodologie pourra servir à analyser l'apport de différentes options de modélisation.

Le projet ICI ambitionne de faire répondre dynamiquement les attitudes des individus quant aux différentes interventions sanitaires. L'adaptation des modules de localisation et d'emplois du temps à des contraintes parfaitement exogènes pourra aussi être envisagée.

L'utilisation de méthodes reproductibles et de données de références permettra à ce travail de s'insérer dans les objectifs du PEPR MOBIDEC et de faire bénéficier aux autres membres du projet les méthodes développées.

En assistance au développeur principal du projet, la personne recrutée devra donc être force de proposition et travailler sur les moyens de modéliser la présence et l'emploi du temps des individus,

de valider ces modules, particulièrement en regard de données épidémiologiques, et de décrire la variabilité des modules ainsi développés. La personne recrutée pourrait également être amenée à comparer les modèles d'ICI avec des modèles déjà existants et faisant parti de l'état de l'art. Un article scientifique sera rédigé en correspondance avec l'équipe ICI. Enfin, la nécessité d'interopérabilité et d'ouverture inhérente au projet MOBIDEC permettra à la personne recrutée d'insérer son travail au sein d'un projet d'excellence et d'enjeu national.

Compétences attendues

- Compétences en programmation informatique, particulièrement dans le langage Java (la connaissance du langage Julia est un plus).
- Connaissance des concepts de la modélisation de systèmes urbains et spatiaux, ainsi que les modèles multi-agents. La modélisation des réseaux de transports et de mobilité est un plus.
- Compétences en statistiques.
- Intérêt à propos de l'épidémiologie.
- Capable d'appréhender rapidement des sujets variés et complexes.
- Capacités à travailler dans un contexte pluri-disciplinaire et être force de proposition.
- Participation à la rédaction d'un article scientifique au sujet des travaux entrepris.

Conditions du poste

- La personne recrutée devra être titulaire d'un diplôme Bac+5 au minimum.
- La durée du contrat sera de 8 mois.
- Ce contrat est rémunéré selon la grille salariale d'INRIA
- Localisation du poste à définir
- Possibilités de télétravail et de mise à disposition d'outils numériques.
- Il est possible de commencer immédiatement.
- D'autres positions sur le projets ICI seront bientôt ouvertes. Il y aura donc une possibilité de continuer à travailler au sein du projet ICI.

Pour postuler

Transmettre un CV et une lettre de motivation à Maxime Colomb (maxime.colomb@ign.fr) – ingénieur de recherche IGN - et à Aline Carneiro Viana (aline.viana@inria.fr) – Directrice de recherche INRIA.

Bibliographie

Site du projet ICI: <https://ici.saclay.inria.fr/>

Colomb, M. (2025). Generation of Realistic Geolocated Agendas in a Digital Twin using GPS-based Mobility Dataset. In NetMob 2025 - 9th edition of NetMob, Paris, France. INRIA.

Maxime Colomb, Denis Talay, Aline Carneiro Viana, Quentin Cormier, Josselin Garnier, et al.. Validation du simulateur ICI de propagation d'épidémies à l'aide des données publiques recueillies pendant la première vague de la pandémie de COVID-19. Inria. 2026. hal-05529948v2