



Offre d'ingénieur·e de recherche débutant : Modélisation d'emplois du temps géolocalisés pour la simulation de la propagation des épidémies

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

Lieu d'affectation : Champs-sur-Marne, à l'ENSG (UMR LASTIG)

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.

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).

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.

Le **PEPR Mobidec** est un projet multi-disciplinaire qui a pour ambition de travailler sur la thématique de la mobilité et sa décarbonation. L'objectif de l'une de ses composante (Mob-Sci-Dat factory) est de produire une boîte à outils permettant le partage des données, des méthodes et des procédures permettant de modéliser les 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).

Dans un premier temps, un « cadre » définit les entrées et sorties de la zone d'étude, les probabilités de passer d'une activité à une autre, 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 un second module afin d'attribuer une activité pour chaque créneau horaire aux individus et de lier cette activité à un lieu particulier, où seront co-présent d'autres individus, infectés ou non. Ce module probabiliste est implémenté dans le langage Julia.

Ces modélisations sont pour le moment fonctionnelles, mais présentent quelques incohérences, particulièrement lorsqu'elles sont comparées avec les données épidémiologiques concernant le lieu et l'activité exercée lors de la contamination d'individus. Également, ces traitements sont pour l'instant uniquement appliqués à l'Île-de-France.

Dès lors, plusieurs options sont envisagées concernant le contenu de ce poste.

La première sera de travailler à la portabilité du « cadre » à d'autres espaces de France métropolitaine. L'intégration d'enquêtes ménages déplacement, de données mobiles disponibles, devra être effectuée. Il sera particulièrement nécessaire d'adapter les hypothèses de modélisation préexistantes à de nouveaux espaces (territoires ruraux, villes moyennes).

Une autre option consiste à approfondir la modélisation concernant la localisation fine des individus au sein de l'espace urbain. De nouvelles données, particulièrement issues de la téléphonie mobile, pourraient également être utilisées. Il sera impératif d'analyser l'effet des différentes manières d'intégrer ces données mobiles sur les résultats épidémiologiques. 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. 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).
- Connaître les concepts de la modélisation de systèmes urbains et spatiaux, ainsi que les modèles multi-agents.
- Intéressé·e par les thématiques de la mobilité et/ou 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.
- Participer à la rédaction d'un article scientifique présentant ce module.

Conditions du poste

- Ce contrat est rémunéré à hauteur de 2500€ brut.
- Poste basé dans le bâtiment de l'ENSG au sein du campus Descartes – accessible directement par le RER A – Noisy Champs
- Possibilités de télétravail et de mise à disposition d'outils numériques.
- Il est possible de commencer immédiatement.

Pour postuler

Transmettre un CV et une lettre de motivation à Maxime Colomb (maxime.colomb@inria.fr) – ingénieur de recherche INRIA.

Candidatures fermées après le **17 mars 2025**

Bibliographie

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

Gaudou, B., Huynh, N. D., Philippon, D., Brugière, A., Chapuis, K., Taillandier, P., Larmande, P., and Drogoul, A. (2020) COMOKIT: a modeling kit to understand, analyze and compare the impacts of mitigation policies against the COVID-19 epidemic at the scale of a city . Front. Public Health. doi: [10.3389/fpubh.2020.563247](https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.563247)