

Stage de Master 2

Génie logiciel et intelligence artificielle pour la modélisation mécaniste en épidémiologie

Équipe d'accueil, encadrement

- Accueil : équipe Dynamo, UMR 1300 BIOEPAR (INRAE, Oniris), site de la Chantrerie, route de Gachet, Nantes — <https://www6.angers-nantes.inrae.fr/bioepar/Equipes/DYNAMO>
- Encadrants et contacts :
 - Sébastien Picault (INRAE – équipe Dynamo) — sebastien.picault@inrae.fr
 - Massimo Tisi (IMT Atlantique – équipe NaoMod) — massimo.tisi@imt-atlantique.fr
- Mots-clefs : **domain-specific language (DSL), modélisation mécaniste, génie logiciel, intelligence artificielle, représentation des connaissances, épidémiologie**
- Durée : 5-6 mois
- Début de stage souhaité : dès que possible

Contexte

La modélisation mécaniste en épidémiologie permet de mieux comprendre et prédire la transmission de maladies infectieuses, et d'évaluer l'efficacité des mesures de maîtrises qui peuvent être mises en place. Depuis peu, des méthodes d'intelligence artificielle ont été mobilisées pour élaborer un cadre informatique générique pour la conception de tels modèles.

Ceux-ci doivent en effet intégrer des connaissances fournies par des scientifiques non-modélisateurs, sous une forme lisible par eux afin de pouvoir facilement valider ou réviser des hypothèses sous-jacentes.

Le développement d'un DSL (Domain-Specific Language) permet de décrire l'ensemble des composants d'un modèle épidémiologique sous une forme explicite et néanmoins manipulable automatiquement par un moteur de simulation. Une première preuve de concept a été réalisée à BIOEPAR à travers la conception du logiciel open source EMULSION (<https://sourcesup.renater.fr/www/emulsion-public> — DOI : 10.1371/journal.pcbi.1007342). Pour être utilisable en autonomie par les modélisateurs en épidémiologie ou en médecine vétérinaire, le DSL doit maintenant faciliter l'explicitation des connaissances, leur vérification (notamment cohérence) et la production automatisée de code pour la simulation et l'exploitation des résultats. Il faut pour cela faire appel à des méthodes d'ingénierie logicielle et de métamodélisation (MDI, Model-Driven Engineering) telles que celles développées dans l'équipe NaoMod d'IMT Atlantique.

Objectifs et moyens

L'objectif de ce stage est d'identifier et de tester les méthodes les plus pertinentes à mobiliser en ingénierie logicielle/métamodélisation pour répondre à ces problématiques. Les travaux visés dans ce stage combinent donc des recherches en épidémiologie (modélisation

mécaniste), en intelligence artificielle (moteur de simulation multi-agents multi-niveaux, représentation des connaissances) et en génie logiciel (DSL, métamodélisation). Les deux premières sont représentées à Oniris (BIOEPAR), la troisième à IMT Atlantique (NaoMod).

Le stagiaire sera hébergé au sein de l'équipe de modélisation (DYNAMO) de BIOEPAR avec des réunions/visites régulières à IMT Atlantique (à proximité immédiate).

Principales étapes :

1. se former au langage de modélisation utilisé dans EMULSION pour se familiariser avec les composants d'un modèle mécaniste en épidémiologie
2. identifier les approches d'ingénierie logicielle/métamodélisation les plus appropriées pour la définition et le traitement du DSL (grammaire classique du type Xtext sous Eclipse vs. éditeur projectionnel du type JetBrains)
3. traduire dans ce formalisme les éléments syntaxiques et sémantiques du métamodèle
4. élaborer une preuve de concept d'un éditeur adapté aux besoins des modélisateurs pour générer un modèle utilisable par EMULSION
5. rédaction du rapport et préparation de la soutenance de stage

Compétences acquises au cours du stage

- maîtrise des méthodes de métamodélisation, de conception de DSL, de transformation de modèles, de génération de code
- introduction aux méthodes de simulation multi-agents (architecture multi-échelles)
- découverte de la modélisation épidémiologique et de l'épidémiologie animale
- capacité à interagir avec des scientifiques de différentes disciplines et cultures

Compétences requises

- étudiant en **M2 informatique** ou équivalent
- **formation solide en génie logiciel** (notamment *Model-Driven Engineering*) et notions d'intelligence artificielle pour être **force de proposition** sur les choix à faire
- des **compétences rédactionnelles** et un **intérêt pour la modélisation et les sciences du vivant** seront nécessaires pour faciliter le dialogue avec les modélisateurs et épidémiologistes, intégrer leurs connaissances expertes dans les métamodèles et documenter les choix des méthodes informatiques mobilisées

Indemnités de stages : OUI

Pour candidater :

Envoyer **CV + lettre de motivation** à : sebastien.picault@inrae.fr, massimo.tisi@imt-atlantique.fr