

## **Analyse de sensibilité pour un modèle de propagation de phéromones d'insectes ravageurs**

**Mots-clés :** écologie, modélisation propagation de phéromone, analyse de sensibilité, quantification d'incertitude, problème inverse.

**Encadrement :** Thibault Malou ([thibault.malou@inrae.fr](mailto:thibault.malou@inrae.fr)), Simon Labarthe ([simon.labarthe@inrae.fr](mailto:simon.labarthe@inrae.fr))

### **Contexte scientifique**

Les insectes détruisent (in)directement 1/3 des récoltes annuelles mondiales. Changement climatique et intensification des échanges commerciaux font de la détection précoce des insectes ravageurs invasifs un défi majeur pour une action optimale avant infestation. Dans le but de détecter les insectes grâce aux phéromones que ces derniers émettent, le projet PheroSensor vise à développer des capteurs de phéromones.

La modélisation mathématique basée sur des modèles de réaction-diffusion-convection permet de modéliser la propagation de la concentration en phéromones dans l'air à partir de paramètres environnementaux (tels que le vent, le tenseur de diffusion ainsi qu'un coefficient de perte dépendant de la végétation) et de la quantité de phéromones émises par les insectes (terme source, produit de la densité d'insectes et du taux d'émission de phéromones par insecte) [1]. Cette modélisation permet de donner une estimation physique de la variable observée par les capteurs (problème direct). La résolution d'un problème inverse permet ensuite de trouver le terme source optimal qui ajuste le modèle de propagation de phéromones aux données des capteurs de phéromones, et ainsi d'approcher le terme source (et la densité d'insecte) qui explique les données.

### **Objectifs**

L'objectif principal de ce projet de stage consiste à étudier la sensibilité de la solution du problème direct aux incertitudes sur les paramètres environnementaux [2]. La sensibilité de la solution aux paramètres environnementaux permettra de mieux anticiper le comportement et la précision de la résolution du problème inverse en fonction de l'estimation des paramètres environnementaux.

Dans un premier temps, les différentes sources d'incertitudes du problème direct seront formalisées et décrites au moyen d'un problème statistique paramétrique de faible dimension. Un plan d'échantillonnage de l'espace des paramètres sera ensuite défini et implémenté, afin de dériver des indices de sensibilité sur les sorties du modèle direct [2]. Les outils d'analyse de sensibilité seront implémentés en python (grâce à des bibliothèques d'analyse de sensibilité déjà existantes) au sein du dépôt git du projet PheroSensor.

[1] J. M. Stockie. The mathematics of atmospheric dispersion modelling. *Siam Review*, 2011.

[2] A. Saltelli, K. Chan et E. M. Scott. Sensitivity Analysis. *John Wiley*, 2000.

## **Profil recherché**

Master 2 en mathématiques appliquées.

Compétences : EDP, systèmes dynamiques, programmation (Python), appétence pour la modélisation appliquée à la biologie, maîtrise de l'anglais scientifique (lecture d'articles), bonnes bases en statistique, des connaissances en analyse de sensibilité est un plus.

Envoyer CV (inclure la liste des cours suivis en M1/M2 et notes disponibles) à [thibault.malou@inrae.fr](mailto:thibault.malou@inrae.fr) et [simon.labarthe@inrae.fr](mailto:simon.labarthe@inrae.fr)

## **Déroulement du Stage**

Stage de 6 mois dans l'équipe Dynenvie au centre de Jouy-en-Josas de l'INRAe.