

Stage de fin d'étude  
« *Modélisation des incertitudes de simulations  
de pollution atmosphérique* »



## Employeur

Phimeca Engineering est une entreprise d'une trentaine de salariés, spécialisée dans la simulation numérique et l'analyse de données. Nous développons pour nos clients des produits, logiciels et services, pour améliorer la conception, l'exploitation et la maintenance de leurs systèmes. Notre approche originale combine jumeaux numériques (modélisation physique), science des données (traitement du signal, probabilité, statistique), et intelligence artificielle (approximation mathématique). Les problèmes que nous traitons sont issus de secteurs industriels diversifiés : énergie, aéronautique et espace, transport, environnement, défense etc.

## Poste et missions

Les décisions de mesures d'urgence face à des rejets dans l'atmosphère de substances dangereuses s'appuient de plus en plus sur la simulation numérique. Or les modèles de dispersion permettant de prédire la répartition spatiale des polluants et les données qu'ils utilisent, notamment des prédictions météorologiques, sont très incertains. Modéliser cette incertitude est indispensable pour fournir une aide à la décision fiable. À titre d'exemple, un incendie s'est déclenché dans l'usine Lubrizol près de Rouen le 26 septembre 2019, entraînant des rejets importants mais mal caractérisés dans l'atmosphère. Les divergences entre les discours des différentes parties prenantes illustrent bien les incertitudes inhérentes à ce type d'accident.

La figure 1 représente des probabilités de dépassement de seuil de concentration estimées par une méthode de Monte Carlo. Ces quantités sont d'une interprétation difficile par les

décideurs, et plus généralement par les non spécialistes des probabilités. En particulier, les choix de la valeur seuil, de la probabilité de dépassement, et du risque de mauvaise interprétation sont arbitraires. Or leur influence sur la décision finale est importante mais non triviale.

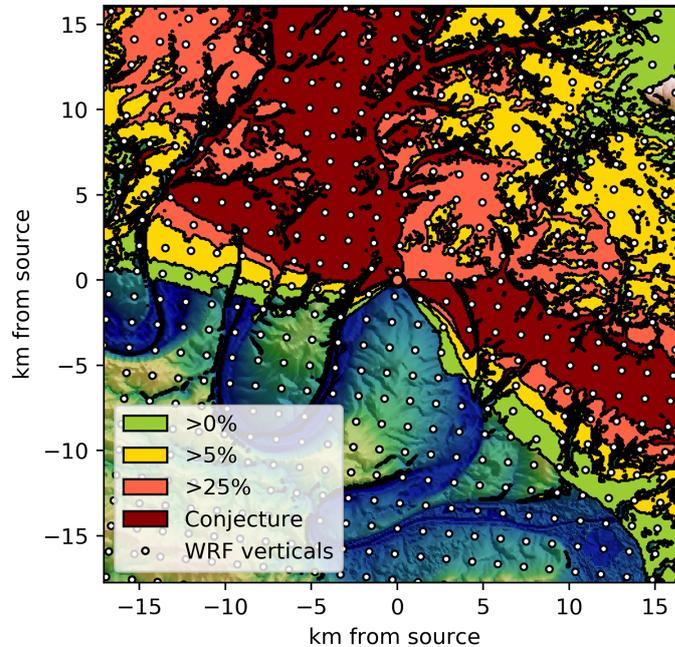


FIGURE 1 – Carte de probabilités estimées de dépassement d'un seuil donné. L'aplatissement rouge sombre correspond à la zone de dépassement prédite par la simulation de référence, seule disponible dans un cadre purement déterministe.

Le stagiaire établira une méthode d'analyse des résultats de propagation d'incertitude permettant

- de sélectionner les paramètres (seuil, probabilité, risque) de façon éclairée,
- de présenter des résultats de façon pédagogique en intégrant implicitement l'incertitude induite par la convergence nécessairement partielle des estimateurs.

Ce travail s'appuiera sur des résultats de précédentes recherches, notamment l'identification d'une méthode d'estimation par intervalle de petites proportions qui soit applicable aux petits échantillons. Dans la mesure du possible, le stagiaire explorera la possibilité d'améliorer ces estimations en tirant parti de la structure spatiale des données simulées.

Le stagiaire sera pleinement intégré à l'équipe : l'immersion dans les projets en cours et la collaboration avec les équipiers permettra l'acculturation nécessaire aux problématiques que nous traitons.

Le poste est à pourvoir immédiatement. La personne recrutée travaillera dans nos

bureaux du 18 boulevard de Reuilly à Paris.

## Profil recherché

Le stagiaire est à la fin de son cursus de formation académique.

Il aime les mathématiques et maîtrise les notions fondamentales de probabilité et statistique. Il s'intéresse à l'ingénierie et cherche à accroître sa culture scientifique et industrielle. Il n'est pas rebuté par l'informatique scientifique et la programmation (en Python).

- Compétences requises :
  - bon niveau en mathématique
  - connaissances en probabilité et statistique
  - connaissance du système d'exploitation Linux
- Compétences appréciables :
  - maîtrise du langage Python
  - maîtrise du gestionnaire de version git

## Contact

Sylvain Girard  
01 58 51 03 75  
girard@phimeca.com