Avis de Soutenance

Monsieur Jean SALLES LOUSTAU

Mécanique des fluides

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Approches de modélisation inverse pour un modèle de dispersion atmosphérique lagrangien stochastique : application à la caractérisation de sources en milieu industriel complexe

dirigés par Monsieur Lionel SOULHAC

Soutenance prévue le ***mercredi 25 juin 2025*** à 14h00
Lieu : Bâtiment W1 Ecole Centrale de Lyon, 36 avenue Guy de Collongue, 69130 Écully
Salle : Amphi 2

Composition du jury proposé

M. Lionel SOULHAC	INSA Lyon	Directeur de thèse
M. Grégory TURBELIN	Université d'Evry Paris-Saclay	Rapporteur
Mme Silvia TRINI CASTELLI	CNR-ISAC	Rapporteure
M. Yelva ROUSTAN	Ecole National des Ponts et Chaussées	Examinateur
Mme Ivana VINKOVIC	Université Claude Bernard Lyon 1	Examinatrice
Mme Ariane EMMANUELLI	Ecole Centrale de Lyon	Co-encadrante de thèse
M. Olivier DUCLAUX	TotalEnergies OneTech (CReS-LQA)	Invité
M. Rami NAMMOUR	TotalEnergies E&P Research & Technology	Invité

Mots-clés : Dispersion atmosphérique,Modèle de dispersion lagrangien stochastique,Modélisation inverse,Méthode d'inversion par rétropropagation,Méthode adjointe,Site industriel

Résumé :

Caractériser rapidement les sources de polluants de l'air est cruciale, notamment en milieu industriel, pour garantir la sécurité, minimiser l'impact environnemental et optimiser les stratégies de réponse d'urgence. A cette fin, cette thèse se concentre sur le développement de méthodologies d'inversion efficaces pour la caractérisation de ces sources dans des milieux industriels complexes, en répondant au défi d'une identification rapide et précise de leurs caractéristiques avec des ressources informatiques limitées. Une revue des approches de modélisation de la pollution atmosphérique met en lumière un manque critique dans les techniques existantes. La plupart des méthodes inverses peinent à proposer un couple modèle de transport et dispersion des polluants-algorithme d'inversion efficace, capable de tenir compte de terrains complexes avec obstacles tout en gardant des temps de calcul raisonnables sur un PC standard, ce qui les rend inapplicables pour des applications industrielles où la rapidité de réponse est cruciale. Pour y remédier, deux méthodologies d'inversion complémentaires sont développées et appliquées à un modèle de dispersion lagrangien stochastique grâce au logiciel SLAM. Un tel modèle garantit une modélisation fiable de la turbulence dans des environnements complexes tout en assurant des temps de calcul raisonnables. La première approche développée, la méthode d'inversion par rétropropagation, permet de reconstruire le terme source sans nécessiter de processus de minimisation itératif. Cette technique s'avère robuste et facile à implémenter, la rendant adaptée aux applications industrielles. Cependant, sa dépendance au stockage d'un champ de rétro-concentration par récepteur pose un problème de scalabilité, d'autant plus que certaines techniques d'acquisition de mesure modernes peuvent fournissent des jeux de données très volumineux. Pour contrer ces limitations, la méthode adjointe est introduite comme stratégie alternative. Son application à un modèle lagrangien est une nouveauté. Cette technique permet de réduire drastiquement les besoins en mémoire en stockant un seul champ adjoint par itération du processus de minimisation, tout en permettant de calculer le gradient de la fonction coût indépendamment du nombre de paramètres de source à déterminer, réduisant fortement le coût de calcul. L'application à un modèle lagrangien permet aussi de paralléliser ce calcul. Pour compenser le recours à un processus de résolution itératif, une stratégie d'inversion hybride est suggérée, appliquant d'abord la méthode inverse sur un ensemble de données réduit, fournissant une estimation initiale des caractéristiques de source ensuite affinée avec la méthode adjointe pour avoir une meilleure précision tout en maintenant l'efficacité computationnelle. La méthode de rétropropagation est validée numériquement grâce à des tests de sensibilité menés sur deux cas tests académiques, représentant une couche limite de surface sur un terrain ouvert plat et un site industriel idéalisé avec des obstacles de forme complexe. Ces tests visent à évaluer l'influence de divers paramètres sur les résultats d'inversion. Ils permettent de confirmer que l'inversion par rétropropagation est bien adaptée pour une localisation rapide et relativement précise de la position et du débit de la source, tandis que la méthode adjointe montre un potentiel prometteur pour affiner les résultats d'inversion. Dans l'ensemble, cette thèse fait progresser les techniques de modélisation inverse pour la caractérisation des sources de pollution atmosphérique, en développant deux stratégies complémentaires résultant d'un compromis entre efficacité computationnelle et précision. Ces méthodologies constituent une base pour caractériser plus efficacement ces sources sur des sites industriels complexes, avec des développements futurs nécessaires pour consolider les résultats obtenus et améliorer la robustesse et l'applicabilité des méthodes dans des scénarios réels.