

OFFRE DE THÈSE

**MODÉLISATION DE L'IMPACT DES ÉMISSIONS DE COMPOSÉS ORGANIQUES
VOLATILS D'ORIGINE BIOGÉNIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR DANS UN
CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Type de contrat : Contrat doctoral de droit privé.

Début de la thèse : Octobre 2025

Localisation : Verneuil-en-Halatte (60) à 40 mn au nord de Paris.

Accès : Une navette privée et gratuite assurant la liaison entre la gare de Creil et notre site est à votre disposition.

Télétravail : 100 jours par an

Contacts pour plus d'informations : Palmira Messina (Palmira-valentina.MESSINA@ineris.fr)

CONTEXTE

L'Ineris (Institut national pour l'environnement industriel et des risques), qui compte environ 500 collaborateurs, est un organisme national de référence, sous tutelle du ministère chargé de l'environnement, dont la mission principale est de réaliser des études et des recherches permettant de prévenir les risques que les activités économiques font peser sur la sécurité des personnes et des biens.

Rejoindre l'Ineris c'est l'opportunité de mettre en œuvre et développer ses compétences dans le cadre des missions de recherches, d'appui et d'expertise pour le compte des pouvoirs publics et des industriels. L'Ineris dispose de 30 000 m² de laboratoires et halles d'essais avec des équipements multiples et à la pointe de la technologie.

CONTEXTE DE LA THÈSE

La qualité de l'air constitue une des plus importantes préoccupations environnementales du 21^e siècle. De nombreux efforts sont déployés au niveau européen dans le cadre des politiques environnementales pour réduire les émissions anthropiques à l'origine de la formation de particules fines. Pour que ces politiques soient réellement efficaces, il est essentiel de disposer d'une estimation correcte de toutes les émissions de polluants et de leurs précurseurs, ainsi que de la manière dont ils sont transformés dans l'atmosphère. L'une des plus grandes

incertitudes dans l'estimation des concentrations de polluants dans l'air réside dans la quantification de la contribution des sources naturelles qui peuvent agir comme éléments précurseurs, alors que seule la fraction anthropique peut être ciblée par les mesures de gestion.

En particulier, les émissions de composés organiques volatils d'origine biogénique (COVB) sont très difficiles à quantifier correctement et sont également très sensibles à des variables comme la température, le rayonnement solaire et l'humidité de sols. La dépendance aux variables météorologiques suggère que les émissions de COVB pourraient augmenter significativement en raison du changement climatique.

Les travaux de simulation de la qualité de l'air menés à l'INERIS se basent sur l'utilisation et le développement du modèle CHIMERE (Menut et al., 2024). Il s'agit d'un modèle régional 3D calculant le transport et la transformation des polluants. Des premiers efforts d'amélioration des émissions biogéniques dans le modèle de qualité de l'air CHIMERE ont été réalisés, notamment pour calculer les émissions biogéniques selon les paramétrisations du modèle MEGAN (Guenther et al., 2012). Cependant, la dépendance à certains paramètres (comme l'humidité du sol) n'est pas encore bien représentée dans le modèle.

Cette thèse de doctorat s'inscrit dans ce contexte et vise à mieux quantifier les émissions biogéniques actuelles et futures dans le modèle de qualité de l'air CHIMERE afin d'améliorer la simulation des polluants atmosphériques à l'échelle Européenne. Pour ce faire, nous allons d'abord identifier les améliorations à intégrer dans le schéma d'émissions sur la base de la littérature scientifique. Ces améliorations seront ensuite intégrées dans le modèle CHIMERE. La représentation de certaines variables dans CHIMERE (hydrodynamique du sol, phénologie de la végétation) pourra également être améliorée sur la base de résultats du modèle global de biosphère continentale ORCHIDEE. Ce modèle est notamment utilisé pour des applications climatiques (calcul de bilan d'énergies d'eau, de carbone et d'azote des écosystèmes terrestres) ainsi que pour l'étude du fonctionnement des surfaces continentales et en particulier l'impact des changements globaux sur les écosystèmes (Krinner et al., 2005 ; Messina et al., 2016 ; Vuichard et al., 2019).

Différents tests de sensibilité seront effectués pour comprendre quels sont les processus et les variables les plus déterminants et hiérarchiser leur portée. Enfin, l'estimation de l'évolution future de la qualité de l'air à l'horizon 2050 en Europe sera réalisée en prenant en compte des changements possibles des émissions de COVB.

OBJECTIFS DE LA THÈSE

L'objectif principal de la thèse est donc d'utiliser les deux outils de modélisation, CHIMERE et ORCHIDEE, afin d'identifier les variables et les processus clés pour une meilleure estimation des émissions de COVB et des concentrations des polluants atmosphériques pour l'actuel et dans le futur. La thèse s'articulera autour de trois axes principaux :

1. Identification des améliorations à intégrer dans le schéma d'émissions sur la base des publications les plus récentes et mise à jour du schéma de production de COVB dans CHIMERE.

2. Évaluation des performances de CHIMERE ainsi modifié pour l'estimation des émissions biogéniques à partir des simulations à moyenne résolution sur l'Europe et/ou à haute résolution sur la France. Comparaison avec des publications et avec les données observées in-situ et satellitaires disponibles à la fois pour les émissions biogéniques et les concentrations des polluants atmosphériques. Analyse de l'impact des émissions sur la qualité de l'air.
3. Mise à niveau du modèle CHIMERE vers une configuration opérationnelle pour des projections futures prenant en compte l'évolution des émissions de COVB en Europe à l'horizon 2050.

ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

Ce travail sera mené principalement à l'INERIS, dans l'équipe MOCA (Modélisation atmosphérique et cartographie environnementale). Des réunions et des visites régulières seront organisées au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) afin de mieux interagir avec l'équipe en charge du développement du modèle ORCHIDEE et de profiter de l'environnement du laboratoire, dynamique et scientifiquement stimulant.

Tout au long de sa thèse, l'étudiant.e sélectionné.e sera accompagné.e dans son travail scientifique par l'équipe d'encadrement, et se verra également attribué.e un parrain ou une marraine, contact privilégié pour des discussions plus informelles (déroulement général de la thèse, projet professionnel, aide en cas de situation difficile, etc).

PROFIL

Cursus de Formation académique :

Master ou école d'ingénieurs en physique/chimie ou science de l'environnement et climat ou agronomie.

Compétences scientifiques et techniques :

Connaissances sur le système climatique et, en particulier, la physico-chimie et la dynamique atmosphérique ainsi que sur les rôles des échanges sol/atmosphère.

Bonnes qualités rédactionnelles et orales requise.

Connaissances en programmation et intérêt manifeste pour la modélisation numérique.

Compétences linguistiques :

Bonne connaissance de l'anglais, parlés et écrits.

Autres compétences et/ou qualités qui seraient un plus :

Capacité à travailler en équipe tout en restant autonome et en étant capable de formuler des propositions et d'apporter de nouvelles idées.

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Encadrement :

Directeur de thèse : Nicolas VUICHARD (Sorbonne Université, LSCE/IPSL)

Encadrement :

- Palmira MESSINA et Florian COUVIDAT (Ineris)
- Juliette LATHIERE (LSCE)

Procédure de candidature :

Envoyer un Curriculum Vitae et une lettre de motivation à Palmira MESSINA (Palmira-valentina.MESSINA@ineris.fr), Florian Couvidat (Florian.COVIDAT@ineris.fr), Juliette Lathière (juliette.lathiere@lsce.ipsl.fr) et Nicolas Vuichard (nicolas.vuichard@lsce.ipsl.fr).

18 RTT en plus des 31 CP annuels

Horaires variables

Restaurant d'entreprise (ou titres restaurants pour les sites hors Verneuil)

Bornes de recharge électriques

Notre offre d'emploi est ouverte à tous, nous souhaitons intégrer nos nouveaux talents au sein d'un environnement de travail inclusif.

RÉFÉRENCES

- Guenther, A. B., Jiang, X., Heald, C. L., Sakulyanontvittaya, T., Duhl, T., Emmons, L. K., and Wang, X.: The Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.1 (MEGAN2.1): an extended and updated framework for modeling biogenic emissions, *Geosci. Model Dev.*, 5, 1471–1492, doi:10.5194/gmd-5-1471-2012, 2012.
- Krinner, G., Viovy, N., de Noblet-Ducoudré, N., Ogée, J., Polcher, J., Friedlingstein, P., Ciais, P., Sitch, S., and Prentice, I. C.: A dynamic global vegetation model for studies of the coupled atmosphere-biosphere system, *Global Biogeochem. Cy.*, 19, 1–33, doi:10.1029/2003GB002199, 2005.
- Menut, L., Cholakian, A., Pennel, R., Siour, G., Mailler, S., Valari, M., Lugon, L., and Meurdesoif, Y.: The CHIMERE chemistry-transport model v2023r1, *Geosci. Model Dev.*, 17, 5431–5457, <https://doi.org/10.5194/gmd-17-5431-2024>, 2024.
- Messina, P., Lathière, J., Sindelarova, K., Vuichard, N., Granier, C., Ghattas, J., Cozic, A., and Hauglustaine, D. A.: Global biogenic volatile organic compound emissions in the ORCHIDEE and MEGAN models and sensitivity to key parameters, *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 14169–14202, <https://doi.org/10.5194/acp-16-14169-2016>, 2016.
- Vuichard, N., Messina, P., Luysaert, S., Guenet, B., Zaehle, S., Ghattas, J., Bastrikov, V., and Peylin, P.: Accounting for carbon and nitrogen interactions in the global terrestrial ecosystem model ORCHIDEE (trunk version, rev 4999): multi-scale evaluation of gross primary production, *Geosci. Model Dev.*, 12, 4751–4779, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4751-2019>, 2019.