

Offre de stage M2 en sciences de l'environnement et du climat :

Modélisation atmosphérique pour le suivi en continu des émissions de méthane de sites industriels

LSCE : Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

SUEZ Air et Climat

SIAAP Service public de l'assainissement francilien

Contexte

La réduction des émissions industrielles de méthane (CH₄), un gaz à effet de serre (GES) puissant mais à la durée de vie relativement faible dans l'atmosphère, est devenue l'un des leviers d'action à court terme privilégiés par les politiques de lutte contre le changement climatique, notamment depuis le lancement du Global Methane Watch Pledge (<https://www.globalmethanepledge.org>) lors de la 26^e Conférence des Parties de la CCNUCC (COP26). Que ces émissions industrielles (liées notamment à des fuites dans les secteurs des énergies fossiles et au dégazage de processus de décomposition microbienne lors de la gestion des déchets et eaux usées mal imperméabilisés ou mal traités) soient permanentes ou à caractère sporadique, fugitif voire accidentel, il est souvent possible de les maîtriser en grande partie. Cela nécessite cependant de pouvoir identifier, localiser voire quantifier les fuites ponctuelles et les sources diffuses importantes, ce qui pose de nombreux défis méthodologiques. Le traitement des eaux usées représente une part importante des émissions anthropiques de CH₄ d'un pays comme la France.

Les approches de détection et de quantification des émissions de CH₄ industrielles reposant sur des mesures des concentrations de ces gaz dans l'air ambiant sur site et sur la modélisation de leur dispersion locale sont prometteuses et suscitent l'intérêt croissant de la communauté scientifique et des acteurs des filières concernées par ces émissions. L'inversion mathématique du lien entre émissions et variations des concentrations de gaz, caractérisé par la dispersion atmosphérique, permet en effet d'attribuer des accroissements dans les mesures de CH₄ à des sources et à des niveaux d'émission correspondants.

Cependant, la plupart des approches existantes reposent sur des campagnes de mesures ponctuelles, qui, même lorsqu'elles sont menées régulièrement, permettent difficilement la détection exhaustive des sources sporadiques, et l'établissement de bilans des émissions des sites à l'année, nécessaire au contrôle des politiques climatiques, et que doivent donc déclarer les opérateurs de sites industriels. SUEZ et le LSCE collaborent depuis plus de 6 ans au développement et à l'évaluation d'approches atmosphériques basées sur des campagnes régulières et sur des mesures en continu avec des stations fixes.

Objectif et sujet de stage

L'objectif de ce stage est de contribuer au développement d'approches de modélisation de la dispersion locale des gaz dans l'atmosphère et d'inversion statistique pour un suivi en continu des émissions de CH₄ de sites industriels via l'utilisation de mesures de concentrations de stations fixes. Pour cela, le stage sera centré sur un cas d'application : le suivi des émissions de la grande station d'épuration des eaux usées urbaine de Seine Aval dans les Yvelines, gérée par le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP), dans la cadre d'un projet de partenariat entre le SIAAP, SUEZ et le LSCE.

L'étudiant(e) travaillera au sein de l'équipe du projet.

Le stage s'inscrit ainsi dans la programmation scientifique du SIAAP, innEAUvation (<https://inneauvation.fr/>).



Axes d'études et rôles

- Revue de la littérature sur les méthodes de suivi atmosphérique des émissions de CH₄ de sites industriels
- Test de différents modèles de dispersion atmosphérique locale des gaz; caractérisation de la capacité de ces modèles à représenter les différentes caractéristiques des variations des concentrations mesurées par les stations fixes qui ont été installées autour des unités de traitements. La proximité entre les stations de mesures et les unités de traitement, et l'aspect diffus des émissions de ces unités pose des défis à la représentation de la dispersion des gaz entre les unités et les stations.
- Test d'approches d'inversion statistique avancées pour la quantification en continu des émissions des unités de traitement permettant l'exploitation optimale des mesures et des modèles de dispersion les plus pertinents
- Interactions et activités avec les membres des équipes scientifiques et techniques du LSCE, de SUEZ et du SIAAP associées au projet.

Ce projet s'inscrit dans une démarche d'innovation de 3 ans et pourra être prolongé par une thèse ou un CDD de recherche.

Profil recherché

- Formation en sciences de l'atmosphère (ou plus généralement en géophysique) et/ou en mathématiques appliquées (statistiques, traitement du signal...). Études en école d'ingénieur ou de master en sciences de l'environnement, sciences de l'atmosphère, mathématiques appliquées ou dans un domaine connexe.
- Compétences en programmation (idéalement en python).
- Intérêt pour les activités de modélisation numérique.

Les partenaires LSCE, SUEZ et SIAAP

Le stage sera financé par SUEZ et intervient dans le cadre d'une collaboration de recherche avec le SIAAP. Cependant, le stage sera essentiellement réalisé au LSCE avec l'encadrement des chercheurs de ce laboratoire.

Avec 44 000 collaborateurs présents sur les cinq continents, [SUEZ](#) est un leader mondial dans la gestion intelligente et durable des ressources. Le Groupe fournit des solutions de gestion de l'eau et des déchets qui permettent aux villes et aux industries d'optimiser la gestion de leurs ressources et d'améliorer leurs performances environnementale et économique.

Le [LSCE](#) est un laboratoire de recherche de renommée internationale issu d'une collaboration entre le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA), le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ). Ce laboratoire accueille plus de 350 chercheurs, ingénieurs et personnels administratifs dont de nombreux doctorants et étudiants en master. La thèse bénéficiera de l'expertise, des systèmes et du parc instrumental des équipes de modélisation et de mesure pour le suivi des gaz à effet de serre et de leurs émissions aux échelles planétaires, régionales, urbaines et locales.

Le [SIAAP](#) (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne) est le service public industriel qui dépollue 7J/7, 24H/24 les eaux usées, pluviales et industrielles de l'agglomération parisienne. Grâce à l'action de ses 1800 agents, de ses 470 km de collecteurs et de ses 6 usines d'épuration, il contribue à protéger l'équilibre écologique de la Seine et de la Marne et à préserver l'environnement pour plus de 9 millions de Franciliens.

Localisation : Laboratoire des Science du Climat et de l'Environnement (<https://www.lsce.ipsl.fr>), à Gif-sur-Yvette, près de Paris (France) (l'essentiel du temps), et éventuellement : les bureaux de SUEZ Air et Climat, la station d'épuration de Seine Aval (entre Achères, Maisons-Laffitte et Saint-Germain-en-Laye dans les Yvelines) et la Direction Innovation du SIAAP (Colombes) (ponctuellement).

Supervision et contacts pour les candidatures : le stage sera encadré par des chercheurs du LSCE (Grégoire Broquet et Olivier Laurent) ainsi que par des ingénieurs de SUEZ Air et Climat (Clément Romand, Maxime Nibart) et du CIRSEE. Les candidats doivent envoyer leur curriculum vitae, une lettre de motivation expliquant l'intérêt pour le projet de recherche et l'adéquation au profil recherché, et le nom de deux personnes référentes susceptibles d'être contactées avec leurs coordonnées par e-mail à Grégoire Broquet (gregoire.broquet@lsce.ipsl.fr), Olivier Laurent (olivier.laurent@lsce.ipsl.fr), et Clément Romand (clement.romand@suez.com).

Références

Kumar, P., Caldow, C., Broquet, G., Shah, A., Laurent, O., Yver-Kwok, C., Ars, S., Defratyka, S., Gichuki, S. W., Lienhardt, L., Lozano, M., Paris, J.-D., Vogel, F., Bouchet, C., Allegrini, E., Kelly, R., Juery, C., and Ciais, P.: Detection and long-term quantification of methane emissions from an active landfill, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 1229–1250, <https://doi.org/10.5194/amt-17-1229-2024>, 2024.

Kumar, P., Broquet, G., Caldow, C., Laurent, O., Gichuki, S., Crop-ley, F., Yver-Kwok, C., Fontanier, B., Lauvaux, T., Ramonet, M., Shah, A., Berthe, G., Martin, F., Duclaux, O., Juery, C., Bouchet, C., Pitt, J., and Ciais, P.: Near-field atmospheric inversions for the localization and quantification of controlled methane releases using stationary and mobile measurements, *Q. J. Roy. Meteor. Soc.*, 148, 1886–1912, <https://doi.org/10.1002/qj.4283>, 2022.

Yver Kwok, C. E., Müller, D., Caldow, C., Lebègue, B., Mønster, J. G., Rella, C. W., Scheutz, C., Schmidt, M., Ramonet, M., Warneke, T., Broquet, G., and Ciais, P.: Methane emission estimates using chamber and tracer release experiments for a municipal waste water treatment plant, *Atmos. Meas. Tech.*, 8, 2853–2867, <https://doi.org/10.5194/amt-8-2853-2015>, 2015.