

STAGE DE RECHERCHE de MASTER 2^{ème} ANNEE
Master MOCIS-WAPE
Année Universitaire 2022-2023

LABORATOIRE : OSU Institut Pythéas/OHP – Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale, Aix-Marseille Université

SUJET DU STAGE : *Vers le suivi du CO₂ atmosphérique à Marseille en vue de la prise de mesures de réduction des émissions de CO₂ locales et de l'évaluation de l'efficacité de ces mesures de sobriété.*

COORDONNEES DU RESPONSABLE :

Nom – Prénom : XUEREF-REMY Irène

Grade: Physicienne des Observatoires (eq. Professeure)

Adresse: Institut Pythéas – Aix-Marseille Université / IMBE Technopole de l'Arbois Bât. Villemin Av. Louis Philibert 13545 Aix-en-Provence CEDEX 4

Téléphone : 06 19 75 71 61

E-mail : irene.xueref-remy@imbe.fr

NATURE DU SUJET :

Théorie	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Modélisation num.	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Expérimentation	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Analyse de données	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Instrumentation	Pas du tout	Un peu	Beaucoup

SUJET :

Les villes et leurs infrastructures industrielles représentent plus de 70% des émissions de CO₂ issues de la combustion des énergies fossiles (Seto et al, 2014). Ce sont donc des lieux prioritaires pour **mettre en place des actions durables de sobriété énergétique. La Ville de Marseille, située dans une région particulièrement exposée aux risques du changement climatique (IPCC, 2013), est lauréate du projet européen « 100 villes neutres en Carbone en 2030 »** ; à ce titre, elle prévoit de réduire fortement ses émissions de gaz à effet de serre (majoritairement du dioxyde de carbone selon l'Agence régionale de suivi de la qualité de l'air ATMOSUD) pour s'approcher de la neutralité carbone dès 2030 et réussir sa transition environnementale. Afin de vérifier l'efficacité des mesures de sobriété énergétique que la Ville de Marseille va prendre pour atteindre cet objectif, il est indispensable de **renforcer la connaissance de l'état actuel des émissions de CO₂ et la mesure de la concentration du CO₂ atmosphérique sur ce territoire méditerranéen afin de suivre son évolution en terme de CO₂** : les observations de ce gaz collectées dans l'atmosphère urbaine et analysées à l'aune des mesures de réduction des émissions mises en place par les décideurs politiques marseillais peuvent en effet permettre d'**estimer si ces actions de sobriété conduisent à une diminution effective des émissions locales de CO₂ et si la trajectoire en cours permettra d'atteindre l'objectif de neutralité carbone fixé, ou bien, si au contraire ces mesures de réduction doivent être renforcées.**

Ce stage, préparateur d'une thèse sur le sujet, vise à **amorcer la mise au point de la méthode atmosphérique qui permettra d'assurer la vérification des émissions**

actuelles et le suivi des politiques de sobriété énergétique sur Marseille, à partir d'un Observatoire atmosphérique dédié. Le/la stagiaire aura pour objectif d'évaluer comment les émissions anthropiques locales de CO₂, les flux naturels de CO₂ et les conditions atmosphériques modulent la concentration de CO₂ atmosphérique à Marseille, afin d'être à terme capable (lors de la thèse qui s'en suivra), à partir de l'évolution de la concentration du CO₂ atmosphérique, d'extraire de ces différents signaux un indicateur fiable de l'évolution des émissions anthropiques de CO₂ à Marseille. **Pour atteindre ses objectifs, le/la stagiaire se concentrera sur les données collectées pendant et aux alentours des périodes de confinement COVID qui ont impactées les émissions de CO₂ de Marseille, et qui représentent de ce fait un cas d'école idéal pour mener à bien le travail proposé.**

Le/a stagiaire extraira et quantifiera les panaches de CO₂ atmosphérique dus aux émissions marseillaises en soustrayant des séries de mesures de concentrations de CO₂ collectées sur le site de Marseille Longchamp (opérationnel depuis 2016), celles collectées sur le site rural de l'Observatoire de Haute Provence du Service National d'Observations ICOS-France (Plateforme labellisée d'ITEM, opérationnelle depuis 2014). Le/la stagiaire classera ces jeux de données en fonction des conditions de dynamique atmosphérique (**données LIDAR**) et météorologiques pour les normaliser, puis analysera les contributions respectives des émissions anthropiques par rapport aux flux naturels aux panaches de CO₂ urbains en étudiant les corrélations entre le CO₂ et les mesures d'espèces co-émises au CO₂ lors des processus de combustion (ex. CO, NO_x,...). Le travail s'appuiera sur l'inventaire d'émissions d'ATMOSUD, sur des indicateurs d'activités (ex. comptages de trafic) et enfin sur des outils de modélisation du transport atmosphérique pour analyser l'origine des masses d'air et la représentativité des mesures.

Les jeux de données sont apportés par le projet ANR COoL-AMmetropolis, par l'Agence de suivi de la qualité de l'air ATMOSUD et par le site ICOS-France de l'OHP. Le/la stagiaire sera formé aux techniques de mesure de pointe du CO₂ atmosphérique (spectroscopie à cavité laser résonante), au contenu des inventaires d'émissions de CO₂ et aux techniques de mesures météorologiques et de suivi de la dynamique atmosphérique (LIDAR aérosols CIMEL CE 376). Il/elle acquerra des compétences en programmation informatique (langages R et SCILAB), et dans l'utilisation de modèles de transport atmosphérique (ex. HYSPLIT). Il/elle pourra valoriser une collaboration avec l'acteur socio-économique ATMOSUD et une expérience au cœur des préoccupations des décideurs politiques territoriaux et des actions de sobriété énergétique requises pour la transition environnementale. Le/la stagiaire sera formé pour candidater sur le sujet de thèse qui suivra ce stage (financements envisagés : ED251, Région/ADEME, CIFRE).

POURSUITE :

Ce stage peut-il donner lieu à un sujet de thèse ?

Noter que le stage de M2 peut être totalement indépendant du sujet de thèse.

Oui ce stage pourra donner suite à une thèse (sujet en cours de montage, financement envisagé : ED251, Région/ADEME ou CIFRE Ville de Marseille).

Quelques références bibliographiques :

Ammoura, L., Xueref-Remy, I., Vogel, F., Gros, V., Baudic, A., Bonsang, B., Delmotte, M., Té, Y., and Chevallier, F. (2016) Exploiting stagnant conditions to derive robust emission ratio estimates for CO₂, CO and volatile organic compounds in Paris, *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 15653-15664, doi:10.5194/acp-16-15653-2016.

IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

Lac, C., R.P. Donnelly, V. Masson, S. Pal, S. Riette, S. Donier, S. Queguiner, G. Tanguy, L. Ammoura and I. Xueref-Remy (2013), CO₂ dispersion modelling over Paris region within the CO₂-MEGAPARIS project, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 4941-4961, doi:10.5194/acp-13-4941-2013.

Lelandais, L., I. Xueref-Remy, A. Riandet, P.E. Blanc, A. Armengaud, S. Oppo, C. Yohia, M. Ramonet, M. Delmotte (2022), Analysis of 5.5 years of atmospheric CO₂, CH₄, CO continuous observations (2014–2020) and their correlations, at the Observatoire de Haute Provence, a station of the ICOS-France national greenhouse gases observation network, *Atmos. Env.*, 119020, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119020>.

Lopez, M., Schmidt, M., Delmotte, M., Colomb, A., Gros, V., Janssen, C., Lehman, S. J., Mondelain, D., Perrussel, O., Ramonet, M., Xueref-Remy, I. and P. Bousquet (2013), CO, NO_x and ¹³CO₂ as tracers for fossil fuel CO₂ : results from a pilot study in Paris during winter 2010, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 7343–7358, doi:10.5194/acp-13-7343-2013.

Pal, S., Xueref-Remy, I., L. Ammoura, P. Chazette, F. Gibert, et al. (2012), Spatio-temporal variability of the atmospheric boundary layer depth over the Paris agglomeration : An assessment of the impact of the urban heat island intensity, *Atmosph. Env.*, Elsevier, 63, pp.261-275 | doi : 10.1016/j.atmosenv.2012.09.046.

Seto, K. C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G. C., Dewar, D., Huang, L., Inaba, A., Kansal, A., Lwasa, S., McMahon, J., Müller, D. B., Murakami, J., Nagendra, H., and Ramaswami, A.: Human settlements, infrastructure and spatial planning, chap. 12, in: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. IPCC Working Group III Contribution to AR5*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2014.

Xueref-Remy, I., Dieudonné, E., Vuillemin, C., Lopez, M., Lac, C., Schmidt, M., Delmotte, M., Chevallier, F., Ravetta, F., Perrussel, O., Ciais, P., Bréon, F.M., Broquet, G., Ramonet, M., Spain, T.G., and Ampe, C. (2018) Diurnal, synoptic and seasonal variability of atmospheric CO₂ in the Paris megacity area, *Atm. Chem. Phys.* (<https://acp.copernicus.org/articles/18/3335/2018/>)

Xueref-Remy et al (2021) Towards improving current estimates of CO₂ emissions and sinks in the Aix-Marseille metropolis area, France, and developing virtuous CO₂ mitigation scenarios in link with local stakeholders and socio-economic actors, EGU virtual conference, April 30th 2021, (<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-12629.html>)

Xueref-Remy, I., Milne, M., Zoghbi, N., Lelandais, L., Riandet, L., Armengaud, A., Gille,

G., Lanzi, L., Oppo, S., Brégonzio-Rozier, L., Blanc, P.E., Yohia, C., Piazzola, J. and Delmotte, M. (2022), Analysis of atmospheric CO₂ variability in the Marseille city area and the north-west Mediterranean basin at different time scales, *Atm. Env.* (under review).