

## Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

### SUJET DE THESE

#### Titre de la thèse :

## Déterminants environnementaux et intrinsèques de l'activité microbienne dans l'atmosphère

Directeur de thèse : Pierre Amato

Unité de rattachement : ICCF UMR6296 CNRS-UCA-INP

Equipe : BIOMETA

Etablissement de rattachement : CNRS

Courriel et téléphone : [pierre.amato@uca.fr](mailto:pierre.amato@uca.fr); 04 73 40 52 84

Co-encadrant éventuel :

Unité de rattachement :

Etablissement de rattachement :

#### Résumé :

L'atmosphère héberge des microorganismes très divers dont certains maintiennent une activité métabolique (Amato et al., 2017), avec des conséquences envisageables sur la réactivité chimique dans les nuages (Khaled et al., 2021). Alors que le niveau d'activité métabolique microbienne dans l'atmosphère apparaît comme très variable, nous n'en comprenons encore que très peu les déterminants environnementaux et biologiques. Leur connaissance permettrait de paramétrer et prédire cette variable pour optimiser les modèles de chimie atmosphérique développés dans l'équipe (Khaled et al., 2021; Ervens and Amato, 2020), tout en fournissant des informations capitales pour notre compréhension de l'« aéromicrobiome » (Šantl-Temkiv et al., 2022), ainsi que de possibles indicateurs de qualité de l'air et de l'environnement (Qi et al., 2015).

Les études récentes montrent que les niveaux d'activité microbienne dans l'air varient notamment avec la biodiversité et les conditions environnementales telles que la composition chimique (présence d'oxydants ou de nutriments)(Wirgot et al., 2017; Krumins et al., 2014) ou la température (Price and Sowers, 2004). Nous souhaitons ici révéler plus clairement ces déterminants. **Le sujet de thèse proposé vise à étudier la distribution temporelle (saison, cycle diurne) et spatiale (altitude, nuage vs atmosphère sèche, contexte paysager) de l'activité microbienne dans l'environnement atmosphérique**, en rapport avec sa biodiversité, ses caractéristiques chimiques, le contexte climatique, météorologique et paysager et caractériserons ses cibles (envers quels processus est-elle orientée ?). L'approche très pluridisciplinaire impliquera des observations de terrain multi-sites et multi-compartiments le long du continuum atmosphérique. Des échantillons (aérosols, nuages, précipitations) seront collectés sur les stations atmosphériques CO-PDD de l'OPGC, ainsi que le site agricole SOERE ACBB de l'INRAe, et potentiellement d'autres sites instrumentés

## Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

d'intérêt (lac d'Aydat, etc). Les procédures expérimentales développées par l'équipe au cours des dernières années seront utilisées : échantillonnages haut-débit, analyses biologiques (cytométrie en flux, qPCR, métabarcoding, mesures d'activités enzymatiques), analyses chimiques (IC, LC-MS, TC/TN, ICP OES), bioinformatique et statistiques (Péguilhan et al., 2021; Amato et al., 2019). Des expériences de laboratoire sur des souches bactériennes et fongiques viendront supporter les observations environnementales.

### Références :

- Amato, P., Joly, M., Besaury, L., Oudart, A., Taib, N., Moné, A. I., Deguillaume, L., Delort, A.-M., and Debross, D.: Active microorganisms thrive among extremely diverse communities in cloud water, *PLOS ONE*, 12, e0182869, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182869>, 2017.
- Amato, P., Besaury, L., Joly, M., Penaud, B., Deguillaume, L., and Delort, A.-M.: Metatranscriptomic exploration of microbial functioning in clouds, 9, 4383, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41032-4>, 2019.
- Ervens, B. and Amato, P.: The global impact of bacterial processes on carbon mass, 20, 1777–1794, <https://doi.org/10.5194/acp-20-1777-2020>, 2020.
- Khaled, A., Zhang, M., Amato, P., Delort, A.-M., and Ervens, B.: Biodegradation by bacteria in clouds: an underestimated sink for some organics in the atmospheric multiphase system, 21, 3123–3141, <https://doi.org/10.5194/acp-21-3123-2021>, 2021.
- Krumins, V., Mainelis, G., Kerkhof, L. J., and Fennell, D. E.: Substrate-Dependent rRNA Production in an Airborne Bacterium, *Environ. Sci. Technol. Lett.*, 1, 376–381, <https://doi.org/10.1021/ez500245y>, 2014.
- Péguilhan, R., Besaury, L., Rossi, F., Enault, F., Baray, J.-L., Deguillaume, L., and Amato, P.: Rainfalls sprinkle cloud bacterial diversity while scavenging biomass, *FEMS Microbiology Ecology*, 97, <https://doi.org/10.1093/femsec/fiab144>, 2021.
- Price, P. B. and Sowers, T.: Temperature dependence of metabolic rates for microbial growth, maintenance, and survival, *Proc Natl Acad Sci U S A*, 101, 4631–4636, <https://doi.org/10.1073/pnas.0400522101>, 2004.
- Qi, J., Zhong, X., Shao, Q., Gao, D., Wu, L., Huang, L., and Ye, Y.: Microbial activity levels in atmospheric bioaerosols in Qingdao, *Aerobiologia*, 31, 353–365, <https://doi.org/10.1007/s10453-015-9369-3>, 2015.
- Šantl-Temkiv, T., Amato, P., Casamayor, E. O., Lee, P. K. H., and Pointing, S. B.: Microbial ecology of the atmosphere, *FEMS Microbiology Reviews*, fuac009, <https://doi.org/10.1093/femsre/fuac009>, 2022.
- Wirgot, N., Vinatier, V., Deguillaume, L., Sancelme, M., and Delort, A.-M.: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> modulates the energetic metabolism of the cloud microbiome, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 14841–14851, <https://doi.org/10.5194/acp-17-14841-2017>, 2017.