

## **Titre: Émission et distribution des aérosols marins**

Encadrant : Jérôme Brioude (Maître de conférences, HDR)

Les aérosols marins jouent un rôle important dans notre compréhension du climat. Ils sont la plus grande source d'aérosols (en masse) par rapport aux autres sources naturelles et anthropiques (rapport du GIEC) et servent également de noyaux de condensation (CCN) initiant la formation de nuages. Par ailleurs, plusieurs études ont montré que la présence d'aérosols pouvait agir sur le développement de cyclones tropicaux. La masse d'aérosols marins dans l'atmosphère est dominée par la production primaire de particules de taille supérieure à  $0.5\mu\text{m}$ , importantes pour le forçage radiatif direct. Par contre, les variations en nombre des aérosols marins sont dominées par les concentrations en particules de taille inférieure à  $0.5\mu\text{m}$  qui peuvent jouer le rôle de CCN.

À l'heure actuelle, de larges incertitudes existent sur l'estimation des flux océan-atmosphère d'aérosols et de gaz traces ainsi que leur temps de résidence atmosphérique. Le mécanisme principal responsable de l'émission d'aérosols marins est l'interaction du vent de surface avec la surface océanique, représentée par la vitesse du vent à 10m et un coefficient de trainé dans les paramétrisations actuelles. Or des études ont montré que la température de surface (ou SST) devrait être prise en compte pour réduire les incertitudes des flux d'aérosols marins (e.g. Ovadnevaite et al., 2014, Grythe et al., 2014). Les modèles climatiques prédisent une augmentation de 2 à 4K de la SST en 2100. Si l'on tient compte de la dépendance en SST des émissions d'aérosols marins, les flux augmenteraient de 7 à 10% par degré Celsius, avec une augmentation de l'AOD des aérosols marins et du nombre de CCN en milieu océanique, et ainsi une diminution partielle du réchauffement climatique.

Les paramétrisations actuelles ont été développées sans prendre en compte les phénomènes tels que la turbulence et les rafales de vent. Or, la dépendance des paramétrisations aux paramètres météorologiques étant fortement non-linéaire, ces phénomènes non-résolus peuvent biaiser les estimations de flux moyen d'aérosols marins. De plus, des questions se posent sur la portabilité de ces paramétrisations dans des modèles à différentes résolutions (mésosécherelles, globaux et climatiques).

Struthers et al. (2013) ont montré que l'océan Indien est un bassin où les flux d'aérosols marins sont importants à cause de forts vents de surface et d'une forte houle. Par ailleurs, Jaégle et al. (2011) ont montré que c'est l'un des océans les plus susceptibles à voir ses émissions changer avec les changements en vitesse de vent et de température de surface.

Ainsi, l'île de la Réunion est idéalement située dans le bassin de l'Océan Indien pour l'étude des aérosols marins et les masses d'air d'origine marine observées à la Réunion peuvent être considérées comme purement marines car éloignées de sources terrestres.

### **Questions scientifiques :**

La thèse s'articulera autour de 3 questions scientifiques :

- Quelle est la distribution verticale des aérosols marins en couche limite et troposphère libre sur l'île de la Réunion.
- Quel est l'impact des phénomènes non résolus dans les paramétrisations (turbulence, rafales) sur l'incertitude des flux moyens d'aérosols marins.
- Quelle est la sensibilité des paramétrisations à la résolution spatiale et temporelle des modèles

## **Méthodologie**

Pour mener à bien cette thèse, le candidat s'appuiera sur les observations existantes et futures d'aérosols marins développées au sein du LACy. Le candidat analysera la distribution verticale des aérosols observée pendant les campagnes LEFE AEROMARINE et RenovRisk ainsi que les observations routinières d'aérosols à l'Observatoire du Maïdo entre février et avril 2019 en lien avec l'état thermodynamique de l'atmosphère. Cette analyse sera complétée dans un deuxième temps par les futures observations dans le bassin de l'Océan Indien sur le Marion-Dufresne du projet MAP-IO mené par le LACy.

Les observations seront comparées à des simulations à fine échelle du modèle mésoéchelle Méso-NH, effectuées pour certains vols d'AEROMARINE et BOREAL. La capacité de la paramétrisation de Ovadnevaite et al. (2014), implémentée dans Méso-NH (Claeys et al., 2016), à simuler les aérosols marins à méso-échelle sera évaluée en comparant la distribution en taille et en nombre des aérosols dans la couche limite. Les mesures d'extinction de l'instrument PLASMA permettront également d'évaluer les propriétés optiques des aérosols simulés dans le modèle.

La dépendance des paramétrisations à la résolution spatiale des modèles (spatiale et temporelle) sera testée à l'aide du modèle Lagrangien FLEXPART couplé à différents modèles Eulériens. Les champs d'AROME-OI (2.5km de résolution) et de l'ECMWF disponibles à différentes résolutions (de 10km à 100km et de 1 heure à 6 heures) permettront de simuler la distribution en taille et en nombre des aérosols marins à différentes résolutions spatio-temporelle.

## **Partenariat et Collaborations**

Ce projet sera mené en collaboration étroite avec les partenaires nationaux du LACy : le LA, CNRM, LAMP, LOA. De plus le LACy bénéficie de collaborations étroites avec la NOAA (Etats-Unis) dont les thématiques de recherche sur les émissions marines sont proches de celle du LACy. Cette implication active avec des partenaires nationaux et internationaux favorisera une dynamique d'échanges dans le cadre de cette thèse.