

**ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT  
D'ILE DE France N° 129**

**Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2020**

Nom du Laboratoire d'accueil : LISA N° UMR : 7583  
Nom du Directeur du laboratoire : Patrice COLL  
Adresse complète du laboratoire : 61 Avenue du General de Gaulle – 94010 CRETEIL

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : MEREIA

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Paola FORMENTI

Nom du co-directeur de thèse **HDR** :

Téléphone : 01 82 39 20 49

Mail : paola.formenti@lisa.u-pec.fr

**Titre de la thèse en Français :** Altération des poussières minérales par les composés organiques volatiles d'intérêt climatique : composition chimique et propriétés optiques de mélanges complexes en fonction du vieillissement atmosphérique

**Titre de la thèse en Anglais :** CLimate relevant processing of Mineral Dust by volatile Organic compounds: composition and optical properties of complex dust/organic systems as a function of ageing

**Résumé Sujet en Français (1 page maximum) :**

Les poussières minérales provenant de l'érosion éolienne des surfaces arides sont une composante naturelle majeure du système terrestre, représentant près de la moitié des émissions annuelles de particules dans l'atmosphère, ainsi qu'une part majeure de l'épaisseur optique des aérosols dans et sous le vent des zones sources. Les poussières minérales influencent le climat en interagissant directement avec le rayonnement (diffusion et absorption) et indirectement en servant de condensation des nuages (CCN) et de noyaux de glace (IN). De plus, les poussières minérales peuvent absorber et réagir de façon hétérogène avec les gaz atmosphériques, notamment les composés organiques volatils (COV). Les réactions hétérogènes ne modifient pas seulement l'effet direct et indirect des poussières sur le bilan radiatif de la Terre, mais peuvent également déclencher de nouvelles voies d'oxydation. En conséquence, les poussières minérales pourraient jouer un rôle important mais non quantifié dans la formation d'aérosols organiques secondaires (SOA) dans l'atmosphère. Les SOA formés à partir des produits d'oxydation atmosphérique des COV et des interactions hétérogènes sont importants pour des nombreux processus atmosphériques, le climat et la santé humaine. Cependant, l'impact climatique des SOAs reste sans contrainte et difficile à comprendre, car nous manquons de connaissances fondamentales sur les processus impliqués.

**Le projet « CLimate relevant processing of Mineral Dust by volatile Organic compounds » (CLIMDO) a l'objectif ambitieux de produire de nouvelles connaissances sur deux agents de forçage importants dans le climat mondial : les poussières minérales et les aérosols organiques secondaires (SOA).** CLIMDO propose la première étude approfondie en laboratoire / modélisation sur l'interaction hétérogène des poussières minérales avec deux des précurseurs organiques SOA les plus courants : le glyoxal (GL) et le méthylglyoxal (MGL).

Les recherches proposées dans cette thèse seront basées sur des expériences de vieillissement réalistes des interactions entre la poussière et le GL / MGL à des échelles de temps atmosphériques qui seront menées dans la **chambre de simulation multi-phasique CESAM de LISA ([www.cesam.cnrs.fr](http://www.cesam.cnrs.fr))**, la **plateforme nationale française de simulation en laboratoire**. CESAM est un outil unique au

**monde** capable de générer des poussières minérales réalistes à partir de sols naturels et de décrire des processus chimiques multiphasiques à des échelles de temps pertinentes pour l'atmosphère.

**Ce projet de recherche étudiera l'effet du vieillissement photochimique des poussières minérales des espèces organiques sur leur composition chimique et leurs propriétés optiques.** Il utilisera des expériences de vieillissement dans la chambre CESAM et les observations des instruments les plus avancés pour caractériser la composition chimique de la fraction organique des aérosols (dispositifs d'échantillonnage par filtre, Aerosol Chemical Speciation Monitor), leur distribution de taille (SMPS, OPC), leurs propriétés de diffusion et d'absorption (néphélomètre, cavités optiques et cellules de White in situ servant un spectromètre UV-VIS et IR haute résolution), ainsi que leur hygroscopicité (HTDMA).

L'évolution observée de la diffusion spectrale, de l'absorption et de l'extinction par les poussières minérales au cours du vieillissement par des processus organiques sera modélisée pour dériver des produits avancés tels que l'indice de réfraction complexe. Les nouvelles propriétés optiques dérivées de la poussière vieillie par son exposition au GL / MGL seront transférées au modèle climatique LMDz-INCA. La modélisation de la diffusion des composés organiques GL/MGL à la surface des poussières est envisagée en collaboration avec le Dr Shiraiwa de l'Université de Californie à Irvine.

Le **candidat** retenu aura accès à un large panel d'installations pour les analyses en laboratoire et l'expérimentation. Elle/il intégrera l'environnement international du groupe de recherche MEREIA au LISA, leader du réseau européen de chambres de simulation Eurochamp-2020. Les candidats doivent avoir une formation en chimie physique expérimentale, en chimie analytique ou en physique. Les candidats ayant une expérience dans (un ou plusieurs) les aérosols / spectroscopie / optique / spectrométrie de masse sont encouragés à postuler. Forte motivation, enthousiasme et volonté de communiquer sont demandés. Une bonne connaissance de langages de programmation (R, IDL, Phyton, fortran...) et de l'anglais (orale et écrit) est demandée.

### **Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :**

Aerosolized mineral dust from aeolian erosion of dry surfaces is a major natural component of the Earth's system, making up nearly half of annual particle emissions to the atmosphere, and a dominant to large fraction of the aerosol optical depth both in source and transport regions. Mineral dust influences global climate by interacting directly with radiation (scattering and absorption) and indirectly by serving as cloud condensation (CCN) and ice nuclei (IN). Additionally, mineral dust aerosols are able to uptake and heterogeneously react with atmospheric gases, notably volatile organic compounds (VOCs). The heterogeneous reactions do not only alter the direct and indirect effect of mineral dust on the Earth's radiative budget, but can also trigger novel oxidation pathways. As a consequence, mineral dust could play a significant but yet unquantified role in the formation secondary organic aerosol (SOA) in the atmosphere. SOA formed from the atmospheric oxidation products of VOCs and gas-particle transfer are relevant to a number of atmospheric processes, climate and human health. However, the total climate impact of SOA remain unconstrained and difficult to understand, as we miss fundamental knowledge of the processes involved.

**The CLimate relevant processing of Mineral Dust by volatile Organic compounds (CLIMDO) project has the ambitious goal of producing new knowledge of two important forcers in the global climate: primary mineral dust and secondary organic aerosols (SOA).** CLIMDO proposes the first laboratory/modelling comprehensive study on the heterogeneous interaction of mineral dust with two of the most common organic SOA precursors: glyoxal (GL) and methylglyoxal (MGL).

The research proposed in this PhD will be based on realistic ageing experiments of the interactions between dust and GL/MGL on atmospheric time-scales that will be conducted in the **CESAM multi-phase simulation chamber at LISA ([www.cesam.cnrs.fr](http://www.cesam.cnrs.fr)), the French national facility for laboratory simulation.** CESAM is a **worldwide unique tool** capable to generate realistic aerosolized mineral dust from natural soils, and describe multi-phase chemical processes at atmospheric relevant time scales.

**This research project will investigate the effect of photochemical aging of mineral dust by organic species on their chemical composition and optical properties.** It will use ageing experiments in the CESAM chamber and the observations from most advanced instrumentation to characterize the chemical composition of the organic fraction of the generated aerosols (filter sampling devices, Aerosol Chemical Speciation Monitor), its size distribution (SMPS, OPC), optical properties of scattering and absorption (nephelometer, attenuated phase-shift spectrometers and two in situ White cells serving a high resolution UV-VIS and IR spectrometer) at various wavelengths, as well as measurements of particle hygroscopicity (HTDMA).

The observed evolution of spectral scattering, absorption and extinction by mineral dust during aging by organic processes will be modelled to derive advanced products such as the complex refractive index, which is directly relevant to model particle-radiation interaction in climate models. The new optical properties derived for aged dust through its exposure to GL/MGL will be formatted for implementation in the LMDz-INCA global climate model. Modelling of the surface/bulk transport and reaction schemes most important to the GL/MGL-dust system using the KM-SUB/KM-GAP model is envisaged in collaboration of Dr. Shiraiwa at University of California-Irvine.

The successful **candidate** will have access to a wide range of analytical facilities for both laboratory analyses and experimentation. She/he will integrate the international environment of the MEREIA research group at LISA, leading the European network of simulation chambers Eurochamp-2020. Applicants should have a background in experimental physical chemistry, analytical chemistry, or physics. Candidates with experience in one or more of aerosols/spectroscopy/optics/mass spectrometry are encouraged to apply. Strong motivation, enthusiasm and willingness to communicate are requested. A good knowledge of programming languages (R, IDL, Phyton, FORTRAN ...) and English (oral and written) is required.

• **Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME etc...) : Labex-CAPPA**

• **Encadrement:** aucun au 1<sup>er</sup> janvier 2020