

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** : Isabelle COLL
Téléphone : 01 82 39 20 49 Téléphone : 0145171546
Mail : paola.formenti@lisa.u-pec.fr Mail : isabelle.coll@lisa.u-pec.fr

OU

Nom du co-encadrant **non HDR** : Stuart John PIKETH
Téléphone : +27 18 299 1582
Mail : stuart.piketh@nwu.ac.za

Titre de la thèse en Français: Aérosols atmosphériques, climat and qualité de l'air en Afrique du Sud: faisabilité et impact

Titre de la thèse en Anglais: Atmospheric particles, climate and air quality in South Africa: a test-bed feasibility study

Résumé Sujet en Français (1 page maximum) :

L'interaction des nuages, des aérosols et du rayonnement, est mise en avant comme l'une des incertitudes climatiques clé dans les derniers rapports d'évaluation du GIEC. Notre capacité à fournir des projections climatiques fiables est réduite à l'échelle régionale, et notamment sous le vent des régions source, où les forçages radiatifs par les aérosols sont supérieurs d'un ordre de grandeur aux valeurs moyennes globales.

En parallèle de ces questions, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) confirme que la pollution de l'air par les aérosols constitue l'un des plus grands risques environnementaux pour la santé. Malgré le fort consensus scientifique sur les effets sanitaires néfastes de l'exposition aux polluants atmosphériques, une forte limitation des connaissances existe dans la complexité des mélanges de gaz et d'aérosols dans les atmosphères polluées, et à la grande difficulté de modéliser l'impact de situations d'exposition réalistes.

Ces considérations valent particulièrement pour l'Afrique du Sud, la plus grande source de pollution en Afrique australe. L'Afrique du Sud est confrontée au défi unique d'avoir une économie bien développée, industrialisée et dépendant du charbon, couplée à une classe ouvrière pauvre et vulnérable, où il est donc critique de développer une stratégie environnementale qui évalue les impacts des différentes sources et se focalise sur les zones les plus problématiques de pollution atmosphérique. Pour s'attaquer à ces problèmes, il est fondamental de bien décrire et quantifier les problématiques propres à la région. **Ce projet de recherche propose donc de développer une meilleure compréhension des mécanismes par lesquels les aérosols impactent le climat et la qualité de l'air régionale**, par des approches de modélisation intégrée innovantes appuyées par des observations, dans le but de soutenir des politiques environnementales efficaces et adaptées.

Cette recherche utilisera des inventaires d'émissions et des mesures des concentrations et des propriétés des particules provenant de la surveillance de routine (réseau de qualité de l'air, photomètres solaires AERONET) et d'observations spatiales, ainsi que des grands projets internationaux qui ont été menés en Afrique australe au cours des dernières décennies. Ces données seront analysées et synthétisées pour fournir la plus grande climatologie possible des propriétés et de la distribution des aérosols, et pour évaluer les données et les caractéristiques manquantes. Les mesures seront utilisées comme entrée du modèle de chimie-transport CHIMERE qui sera utilisé pour obtenir les toutes premières simulations des champs régionaux de concentration de particules dans les zones urbaines et industrielles d'Afrique du Sud dans la région.

Ces résultats seront enfin utilisés pour aborder deux grandes questions environnementales. D'une part, la possibilité (notamment au vu des données environnementales, géographiques et sociales disponibles) de mener une **analyse plus poussée des leviers de la qualité de l'air** dans les villes d'Afrique du Sud. D'autre part, la question de **l'impact climatique régional des aérosols**. Le module radiatif RRTM sera initié avec le modèle climatologique des aérosols obtenus par les observations et avec les champs de concentrations estimé par CHIMERE. L'objectif sera d'évaluer l'effet radiatif des aérosols pour des situations de pollution sévères, sous des régimes météorologiques typiques des conditions hivernales et estivales.

Le **candidat** retenu aura accès à un large panel d'outils pour les analyses de données et la modélisation. Elle/il intégrera l'environnement international du groupe de recherche MEREIA au LISA. Les candidats doivent avoir une formation en chimie ou en physique. Les candidats ayant une expérience sur (un ou plusieurs) les aérosols / modélisation / traitement de données / analyse statistique de jeux de données 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) :

The interaction of clouds, aerosols and radiation, also termed aerosol radiative direct and indirect effects, is highlighted as key climate uncertainties in the latest IPCC assessment reports. Our ability to provide reliable regional climate projections is further reduced downwind source regions, where aerosol radiative forcings are an order of magnitude larger than their global mean values.

Additionally, the World Health Organization (WMO) confirms that air pollution by aerosol particles is the greatest environmental risk to health. Despite the evidence on the adverse health effects of exposure to air pollutants, there are still uncertainties about the nature of these effects, and progress need to be made on their quantification. This limitation of knowledge is mainly attributed to the complexity of the polluted atmospheres, and to the great difficulty to model the impact of realistic situations of exposure.

These considerations hold particularly true for **South Africa, the largest pollution source in southern Africa**. Seasonal burning of vegetation provides with high optical densities affecting climate and pollutants for the degradation of the air quality. South Africa faces the unique challenge of having a well-developed, industrialized, coal-dependent economy coupled with a poor, vulnerable working class. A careful strategy that priorities air pollution problem sources and areas is therefore crucial for sustained development in South Africa.

To tackle these problems, it is essential to properly describe and quantify the problems specific to the region. This research project proposes **to develop a better understanding of the mechanisms by which aerosols impact the regional climate and local air quality**, through innovative integrated modeling approaches supported by observations, in order to support effective and adapted environmental policies.

This research will use emission inventories and measurements of particle concentrations and properties from routine monitoring (air quality network, AERONET sunphotometers..) and spaceborne observations, as well as of the major international projects that were conducted in southern Africa in the last decades. These data will be analyzed and synthesized to provide the widest possible climatology of aerosol properties and distribution, and to assess missing data and characteristics. The measurements will be used as input to the CHIMERE chemistry-transport model which will be used to simulate the particle concentration fields in the urban and industrial areas of the main urban center of South Africa. These very first simulation of the regional particle concentration fields in the region will be critically analyzed and assessed against air quality standards for human exposure.

These results will finally be used to address two major environmental issues. On the one hand, the possibility (particularly in view of the environmental, geographic and social data available) of carrying out a more in-depth **analysis of the levers of air quality in cities in South Africa**. On the other hand, the question of the **regional climatic impact of aerosols**. The RRTM radiative module will be initiated with the climatological model of aerosols obtained by observations and concentration fields estimated by CHIMERE to assess the radiative effect of aerosols for severe pollution situations under meteorological regimes typical of winter and summer conditions.

The **successful candidate** will have access to a wide range of tools for data analysis and modelling. She/he will integrate the international environment of the MEREIA research group at LISA. Applicants must have training in chemistry or physics. Applicants with experience in (one or more) aerosols / modeling / data processing / statistical analysis of datasets are encouraged to apply. Strong motivation, enthusiasm and willingness to communicate are required. 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...)** : AO 2020 DIM QI2
- **Encadrement:** aucun au 1er janvier 2020