

Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

Titre de la thèse :

Morphologie des cristaux de glace et processus de croissance par agrégation, givrage et diffusion de vapeur : Vers une meilleure compréhension de la physique des nuages et un renforcement de la sécurité aérienne

Directeur de thèse : Alfons Schwarzenboeck

Unité de rattachement : Laboratoire de Météorologie Physique

Equipe : Microphysique des Nuages et Précipitations

Etablissement de rattachement : UCA

Courriel et téléphone : alfons.schwarzenboeck@uca.fr / 04 73 40 53 61

Co-encadrant éventuel : Pierre Coutris

Unité de rattachement : LaMP, UMR 6016

Etablissement de rattachement : UCA

Résumé :

La caractérisation des propriétés physiques (dimension, forme, masse, concentration, ...) des cristaux de glace dans des nuages froids est une étape primordiale vers une meilleure représentation de la phase glace dans les modèles atmosphériques (modèles à méso-échelle ou globale GCM) ainsi que dans les codes de transfert radiatif. Cela permet de proposer des paramétrisations utilisées pour la nucléation et la croissance de la phase glace ainsi que la formation des précipitations qui en résultent dans des modèles de processus microphysiques, et aide à mieux interpréter les informations issues des mesures de télédétection (radar et radiomètres sur avions de recherche et satellites).

Cette étude a également des applications industrielles en aéronautique, sur lesquelles on s'est engagées. En effet, les fortes concentrations de petits cristaux de glace jouent un rôle primordial dans les incidents moteurs et le givrage des sondes Pitot à haute altitude des avions de ligne (projet HAIC) et une meilleure prise en compte de la neige dans le design et la certification des avions et hélicoptères est aujourd'hui à l'étude (projet ICE GENESIS).

Dans le cadre de cette thèse nous voulons donner beaucoup plus d'importance à l'analyse statistique de la morphologie des cristaux de glace, une source précieuse d'informations qui est jusqu'à présent largement sous-exploitée. Fort de nombreux jeux de données et d'outil nouveau de réseau neuronal convolutif pour la classification automatique des formes de cristaux de glace, nous souhaitons démontrer statistiquement des liens quantitatifs entre morphologie des cristaux de glace et processus de croissance actifs durant le cycle de vie (évolution spatiotemporel) du nuage. Parmi les processus de croissance de la glace nous distinguons essentiellement la croissance par diffusion de vapeur, l'agrégation et le givrage.

La forme morphologique observée des cristaux de glace peut représenter un mélange des trois modes de croissance, actifs durant la genèse d'un cristal qu'on observe à un moment précis.

Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

Cette thèse se déroulera dans le cadre de projets nationaux et internationaux (HAIC (FP7) et ICEGENESIS (H2020) coordonnés par Airbus Industry et l'ANR EXAEDRE qui vise une meilleure compréhension de l'électricité atmosphérique de la convection profonde). Le LaMP a réalisé les observations sur avions de recherche des nuages en phase glace par imagerie et mesures complémentaires (des petits cristaux aux plus larges hydrométéores givrés jusqu'aux flocons de neige) en mettant en œuvre la Plateforme de Mesures Aéroportées (PMA) et en documentant les propriétés microphysiques des cristaux, leur vitesse de chute, leur masse et densité effective, ainsi que les propriétés des gouttelettes d'eau surfondues co-existantes avec les cristaux.

			
Instruments de la PMA installés sur F20 (SAFIRE) : HAIC, EXAEDRE, d'autres...	... sur A340 (avion d'essai Airbus) : HAIC	...sur hélicoptère H160 (Airbus Helicopters) : projet H160, ICE GENESIS	...sur ATR-42 (SAFIRE) : ICE GENESIS

Liens utiles:

- Givrage des aéronefs par ingestion de cristaux de glace / convection profonde dans les Tropiques:
 - HAIC: <https://insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/haic-high-altitude-ice-crystals-2014>
- Givrage des aéronefs par accrétion de la neige
 - ICE GENESIS : <https://www.ice-genesis.eu/>
- Convection profonde (en latitudes moyennes) et électricité atmosphérique :
 - EXAEDRE : <https://www.hymex.org/exaedre/>
- Instrumentation PMA (Plateforme de Mesures Aéroportées):
 - <https://lamp.uca.fr/recherche/instruments-modeles/plateforme-de-mesuresaeroportees>

Accueil:

Le thésard travaillera au LaMP à Clermont-Ferrand (France). Le LaMP (≈ 35 scientifiques et ingénieurs, 10 étudiants en master/thèse) est un laboratoire reconnu en France et dans le monde pour ses compétences d'observation et de modélisation de la microphysique des nuages.

Qualification :

Nous cherchons un étudiant en thèse motivé, curieux et compétent, titulaire d'un Master recherche (ou d'une formation comparable) en Sciences de l'environnement, Mathématiques appliquées ou Statistique. Connaissances en langage de programmation sont fortement recommandées (Python, Matlab, etc...). La capacité à communiquer en anglais (écrit, oral) est nécessaire.