

Proposition de Sujet de thèse 2014

Laboratoire dans lequel se déroulera la thèse : CNRM/GAME-CNRS/Météo-France,
UMR3589,42 Av. G. CORIOLIS, 31057 Toulouse Cedex

Titre du sujet proposé : **Étude expérimentale des interactions aérosol-nuage à partir
d'observations multi-échelles**

Spécialité : (cocher une seule spécialité)

- Astrophysique, Sciences de l'Espace, Planétologie
- Climat, Océan, Atmosphère, Surfaces Continentales
- Ecologie Fonctionnelle
- Hydrologie, Hydrochimie, Sol, Environnement
- Sciences de la Terre et des Planètes solides

Nom et statut (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (préciser si HDR) :
Directeur de thèse : J.-L. Brenguier (ICPC, HDR), CNRM-GAME/AERO
Autres encadrants : G. Roberts (CR), F. Burnet (ITM), CNRM-GAME/GMEI/MNPCA

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

jean-louis.brenguier@meteo.fr (05 61 07 93 21)

roberts.gregc@gmail.com (05 61 07 98 71)

frederic.burnet@meteo.fr (05 61 07 93 27)

Résumé du sujet de la thèse (le descriptif ne doit pas dépasser une page et demie)

Contexte scientifique général, Compétences souhaitables,...

Les nuages sont omniprésents dans l'atmosphère terrestre et impactent de manière significative le bilan radiatif planétaire. Mais l'incertitude sur leur contribution au forçage radiatif est très importante. La réponse des nuages au changement climatique, et son impact sur le bilan radiatif, est ainsi la rétroaction climatique la plus incertaine (Randall et al, 2007).

D'autre part les rétroactions entre la biosphère et l'atmosphère à travers les interactions aérosol-nuage demeurent mal quantifiées. Or le couplage entre la biosphère et l'atmosphère peut aussi jouer un rôle important dans la régulation du changement climatique (Charlson et al, 1987; Kulmala et al, 2004; Quinn et Bates, 2011; Carslaw et al, 2010).

Ces incertitudes sont liées aux effets des aérosols sur les propriétés microphysiques des nuages (effets indirects) et notre compréhension est encore limitée en partie parce que l'étude des interactions aérosol-nuage nécessite des observations simultanées des propriétés de la couche limite atmosphérique, des nuages, et des aérosols.

L'étude des interactions entre aérosols et nuages sera le fil conducteur du projet européen FP7 BACCHUS (Impact of Biogenic versus Anthropogenic emissions on Clouds and Climate: towards a Holistic UnderStanding, 2014-2018). L'objectif principal de BACCHUS est de quantifier les processus clés qui lient les nuages, le climat, et leurs rétroactions, en comparant les interactions entre aérosols et nuages dans des environnements climatiques contrastés, telles que les régions tropicales et polaires, et en combinant des observations in-situ des propriétés des nuages et des aérosols, notamment par drones, avec des observations satellitaires et la modélisation numérique.

Les principales questions scientifiques sont:

- Quelles sont les concentrations et les propriétés des aérosols naturels dans ces régions contrastées (régions polaires et tropiques) ?

- Quel est l'impact relatif des aérosols anthropiques et naturels sur les nuages en phase liquide dans ces environnements contrastés ?
- Quelle est la contribution de l'aérosol biogénique par rapport aux autres types d'aérosols naturels (poussières, sel marin, sulfates) sur les interactions aérosol-nuage ?
- Quels sont les principaux mécanismes de rétroaction impliquant des interactions aérosol-nuage entre la biosphère de la terre et le climat ?

Dans ce cadre, plusieurs campagnes de mesures seront réalisées en région tropicale, polaire et aux latitudes moyennes, sur différents sites marins, de forêts et d'altitude entre 2014 et 2016. La contribution de l'équipe consiste d'une part à déployer sur certains sites sol des instruments permettant de caractériser les aérosols, en particulier leurs propriétés hygroscopiques (chambres CCN). D'autre part de mettre en œuvre des drones auto-pilotés pour caractériser la distribution verticale des aérosols, des flux radiatifs, de la turbulence, et des paramètres météorologiques. La connaissance de la structure verticale de l'atmosphère est en effet indispensable pour interpréter les observations de surface et faire des hypothèses sur le mélange dans la basse troposphère et sur les interactions aérosol-nuage (Corrigan et al., 2008). Les mesures drones seront également très importantes pour valider les mesures lidar et de télédétection par satellites; et pour observer le transport longue distance.

L'objectif de la thèse sera de participer aux campagnes de mesure et d'exploiter les données pour étudier les interactions aérosol-nuage. Les observations au sol de différents sites seront analysées pour identifier les sources d'aérosols et étudier l'évolution des propriétés hygroscopiques, afin de caractériser les processus de modification des aérosols (Sullivan et al., 2009, Gunthe et al., 2009). Il s'agit aussi de quantifier les concentrations d'aérosols naturels afin de déterminer l'influence des aérosols d'origine anthropique.

Les mesures par drones serviront à caractériser les ascendances sous les nuages afin de déduire les distributions de sursaturation dans les nuages et le nombre de gouttelettes qui se formeraient à partir des propriétés de l'aérosol (Conant et al, 2004). Cette stratégie permettra de documenter complètement les flux d'énergie et d'aérosols dans l'atmosphère de la surface jusqu'au sommet de la couche limite (de l'ordre du kilomètre).

Les mesures aéroportées et terrestres seront comparées afin de déterminer si les mesures au sol sont suffisantes pour caractériser le mélange des aérosols à l'intérieur de la couche limite. La relation entre les noyaux de condensation nuageuse (CCN) et les propriétés microphysiques des nuages sera ensuite étudiée pour essayer de mieux comprendre comment les aérosols modulent les propriétés microphysiques des nuages. Les interactions aérosol-nuage seront ensuite abordés à partir d'observations par satellites (en collaboration avec les partenaires) en combinant les mesures in situ de la granulométrie, d'hygroscopicité, et de l'intensité des ascendances à la base des nuages (Conant et al, 2008; Rosenfeld et al, 2012).

Enfin, ces mesures serviront également à valider les études de fermeture top-down en comparant les mesures CCN avec les estimation dérivées des profils verticaux restitués par télédétection satellite.

Compétences requises :

Pour mener à bien ce travail, le(a) candidat(e) bénéficiera de la complémentarité des domaines d'expertise des équipes encadrant cette thèse, d'une part pour ce qui concerne les mesures sol, aéroportée et par télédétection. Pour cela il(elle) devra se familiariser avec l'instrumentation et les protocoles d'analyse des jeux de données, aussi bien thermodynamiques que microphysiques.