

<p align="center">Proposition de thèse de doctorat</p> <p align="center">Début : 2017-2018</p> <p>Titre de la thèse : <i>Etude numérique de la turbulence et de la dispersion des aérosols en zone côtière complexe</i></p> <p>Laboratoire : LHEEA</p> <p>Equipe : Dynamique de l'Atmosphère Urbaine et Côtière</p> <p>Localisation de la thèse : Ecole Centrale Nantes, LHEEA</p>	
<p>Directeur de thèse Nom et prénom CALMET Isabelle Tél : 02 40 37 16 93 Mail : Isabelle.Calmet@ec-nantes.fr</p>	<p>Co-Encadrants Nom et prénom Van EIJK Alexander Tél : Mail : Lex.vaneijk@tno.nl</p>

<u>Description du sujet</u>
<p>Avec 70% de notre planète couverte par les océans, des aérosols créés à la surface marine constituent la majorité des aérosols atmosphériques. La concentration des aérosols dans l'atmosphère varie fortement dans le temps et dans l'espace. Les embruns interviennent dans une multitude des processus géophysiques de petite et grande échelle spatiale, ainsi que temporelle. Sur les échelles spatiales et temporelles les plus grandes, les embruns agissent sur le climat de notre planète, par l'absorption et la diffusion du rayonnement, influençant ainsi la quantité de rayonnement solaire qui atteint la surface. A plus petite échelle, ces mêmes processus sont à l'origine de la diminution de la portée des systèmes d'observation optroniques et de la réduction du contraste, ce qui perturbe le processus d'identification. Leur présence en région côtière peut aussi fausser les évaluations de la qualité de l'air car il est difficile, lors des mesures en routine, de les dissocier des polluants particuliers tels que les poussières. L'objectif est la caractérisation fine de la turbulence et de la dispersion des aérosols marins dans des configurations côtières où les inhomogénéités topographiques (orientation et découpage de la côte, transitions) peuvent conduire à des schémas de vent très complexes. Une meilleure compréhension de la dynamique des aérosols marins nécessite donc une modélisation fine de l'atmosphère côtière prenant en compte l'hétérogénéité du milieu et des champs micro-météorologiques.</p> <p>Les objectifs généraux de la thèse sont doubles. Il s'agira tout d'abord d'améliorer la description et la compréhension des processus de dispersion des aérosols marins par la prise en compte des spécificités des zones côtières complexes et de la micro-météorologie particulière qui en résulte, en termes de vent et de turbulence. Ces travaux permettront ensuite de contribuer à la qualification et/ou à l'amélioration des modèles paramétriques de détermination de la concentration des aérosols, qui donnent des prédictions correctes en conditions océaniques mais sont jugés inadaptés pour capturer l'inhomogénéité du champ d'aérosols près de la côte (Van Eijk et al, 2011).</p> <p>Les travaux de recherche s'appuieront sur l'utilisation et le développement de modèles atmosphériques à l'échelle régionale (WRF) et submeso-échelle (ARPS) qui sont à la base des travaux de l'équipe DAUC du LHEEA, et qui ont été développés et appliqués, lors de précédents travaux de thèse, à la ville de Marseille (Leroy 2006) et à la baie de Quiberon (Herlédant 2011). Des données expérimentales disponibles seront aussi utilisées pour la qualification des résultats de simulations, du point de vue de la turbulence et de la</p>

concentration des aérosols.

Pour atteindre ces objectifs, des développements sont envisagés dans le modèle de simulation des grandes échelles de la couche limite atmosphérique ARPS (Atmospheric Research Prediction System). Ils porteront sur plusieurs aspects nécessaires à une meilleure description et compréhension de la dynamique de la basse atmosphère marine et de la modélisation des concentrations d'aérosols :

- Interactions entre la surface marine et l'atmosphère : Ces interactions sont prises en compte au travers d'une longueur de rugosité basée sur des mesures réalisées en pleine mer (modèle de Charnock), qui ne dépend pas du fetch ou du spectre de vagues mais seulement de la vitesse de frottement. Ces conditions aux limites devront être améliorées pour mieux représenter les caractéristiques des vagues. Une étude bibliographique préliminaire sera réalisée afin de choisir un modèle de rugosité qui combine la simplicité (implémentation et temps de calcul) à une meilleure représentation de la surface marine.
- Simulation des concentrations d'aérosols marins : Le modèle ARPS a été utilisé à plusieurs reprises dans l'équipe et dans d'autres laboratoires pour simuler (par une approche eulérienne) la dispersion de traceurs passifs. La simulation des concentrations d'aérosols dépend à la fois de la capacité du modèle à reproduire les phénomènes de transport et de diffusion par la turbulence, mais aussi des sources générées à la surface marine. Une fonction source de production des aérosols devra être introduite dans le modèle, dépendant de la vitesse du vent (Monahan 1986) ou bien, dans la zone de déferlement, de l'énergie dissipative des vagues (Van Eijk et al., 2011). Une étude bibliographique devra aussi porter en parallèle sur le comportement et l'évolution des aérosols marins sur leur trajet pour qualifier/améliorer les équations de transport-diffusion.
- Modélisation de la turbulence en atmosphère marine : La modélisation de la turbulence en condition de stratification stable constitue encore un verrou fort dans la modélisation LES de la basse atmosphère. Le modèle simple qui existe dans le code ARPS sera testé en référence à la bibliographie sur le comportement de la turbulence dans ces conditions de stratification atmosphérique. La possibilité d'introduire un modèle de sous-maille (mieux) adapté aux stratifications stables en LES sera considérée, en fonction des conditions météorologiques qui seront étudiées et des tests préliminaires.

Des simulations emboîtées seront réalisées pour une zone côtière complexe dans laquelle une base de données assez complète sera disponible pour la qualification des résultats. Après validation des simulations par comparaison aux mesures sur les champs micro-météorologiques classiques (vent, température...) et sur les concentrations d'aérosols, les résultats obtenus à haute résolution spatiale seront analysés pour répondre à différents questionnements: Dans quelle mesure et dans quelles configurations météorologiques le champ de vent au-dessus de la mer près de la côte est-il inhomogène en comparaison du vent simulé à l'échelle régionale? Quelle est l'influence de l'inhomogénéité du champ de vent sur les profils verticaux de turbulence, sur les transferts turbulents verticaux et horizontaux, ... ? Comment la turbulence dans les basses couches de l'atmosphère influence-t-elle la répartition verticale des aérosols et quelle est l'influence de la stratification atmosphérique ? La prise en compte de l'inhomogénéité du champ de vent et de turbulence telle qu'elle est simulée avec des modèles LES à haute résolution a-t-elle un impact sur la perte de transmission sur un lien optronique de longueur type (de l'ordre de 15 km) par rapport aux prédictions des modèles appliqués ? L'utilisation des champs de vent, température et humidité issus de la LES à haute résolution sont-ils suffisants pour une prédiction correcte des concentrations d'aérosols par les modèles opérationnels ?

Compétences requises
Connaissance des processus de la couche limite atmosphérique, turbulence Pratique de codes de calcul CFD Programmation
Commentaires Supplémentaires
Etude en relation Financement prévu : Indemnité : Oui (pour les étudiants non déjà boursiers) Montant net mensuel envisagé :