

Doctorant

mail : rcece(AT)univ-ag.fr

Titre du Projet :

Simulation numérique à petites et moyennes échelles des écoulements thermiques générés dans les basses couches atmosphériques tropicales : Application à la zone littorale de la côte au vent de l'île de la Basse-Terre (Guadeloupe).

Direction de thèse

Directeur : Narcisse Zahibo (Pr.)

Co-encadrement : Didier Bernard (Mcf)

Contexte

La modélisation de la couche limite atmosphérique tropicale en présence d'un littoral complexe et pendant des phases de transitions thermodynamiques, jour/nuit, reste à ce jour peu documentée en milieu insulaire. En phase nocturne, lors de l'advection d'une masse d'air chaude marine au dessus d'une surface terrestre plus froide, la masse d'air advectée se refroidit et se stabilise sur une épaisseur appelée couche limite interne (CLI). La stabilité thermodynamique de l'air au sol limite les transferts de quantité de mouvement en provenance des couches supérieures ou le vent est plus fort. Pour certaines nuits, des mesures expérimentales montrent également l'apparition d'un écoulement thermique en direction de la zone maritime. Les températures mesurées dans le cas des zones marines côtières peu profondes et de géométrie particulière, sont généralement plus élevées que celles mesurées au large. Cette différence positive génère une modification des conditions thermodynamiques de la masse d'air arrivant sur le littoral, modifiant ainsi les transferts sols-atmosphère et/ou mer/atmosphère.

Les causes physiques qui expliquent ces phénomènes sont diverses et complexes. Elles répondent à des lois qui transcrites sous la forme de codes numériques doivent permettre aux scientifiques d'appréhender les phénomènes observés, brise de terre et/ou de mer, modification des flux de chaleur sensible et accentuation la pollution atmosphérique.

Le projet décrit ci-dessous a pour objectif, la modélisation et la simulation des écoulements atmosphériques sur un littoral jouxtant une bande marine de faible profondeur. Les situations décrites seront représentatives des évènements de brise de terre et/ou de mer sur la façade au vent de la Basse-Terre. Des campagnes expérimentales précédentes ont montré aussi bien l'existence d'augmentations des flux physiques (quantité de mouvement, chaleur latente, humidité) en milieu de journée que des inversions de ces derniers en période nocturne. Au début de la nuit, l'air quasi neutre et chaud venant des Alizés est rejeté en altitude par de l'air stratifié, refroidi par contact avec un sol plus froid, descendant des reliefs proches vers la zone littorale, par effet de gravité et/ou par effet thermique. Ces caractères particuliers doivent désormais être pris en compte dans des simulations numériques réalistes. Ces nouvelles échelles énergétiques sont à résoudre explicitement avec des méthodes de simulation moderne auxquelles viendront se rajouter les paramétrisations les plus judicieuses.

Description du projet

Le travail proposé comprend deux parties :

Partie expérimentale

Elle consistera à collecter les champs météorologiques classiques (température, vent...) en plusieurs sites de la façade au vent de la Basse-Terre. Des appareils tels que sodar, bouées de mesure, capteurs de température seront utilisés. Les mesures permettront de caractériser les situations thermodynamiques des deux milieux, masse d'air et eaux marines et les relier à «l'état de mer». Des corrélations entre les différents paramètres mesurés doivent permettre de d'accéder aux conditions aux limites des simulations envisagées.

Simulations numériques

Les outils de simulations numériques seront les codes de calcul Méso-NH (Météo France –LA Toulouse) et Thetis (Trefle UMR CNRS 8508 Bordeaux). Le premier code est un code de calcul non hydrostatique anélastique, résolvant les équations de Navier-Stokes pseudo incompressible avec prise en compte des effets de flottabilité. Le second, modèle universitaire de type CFD, dispose des outils et sous-routines nécessaires à la modélisation de turbulence par plusieurs méthodes dont les méthodes LES, à échelles mixtes ou de type Smagorinsky. Il devrait permettre également de rajouter des termes sources aux équations, de programmer des

conditions aux limites particulières et rajouter de nouvelles équations. Ces deux codes sont installés sur le ordinateur du Centre Commun et de Calcul Intensif de l'université des Antilles et de la Guyane. Les objectifs sont les suivants :

- déterminer la sensibilité d'une configuration d'étude aux conditions limites du problème en imposant :
 - divers flux de chaleur en paroi pour caractériser le cycle thermodynamique jour/nuit ;
 - des niveaux de rugosité variables pour représenter les couverts végétaux, urbains et la zone maritime de petite profondeur ;

- étudier les modèles sous-mailles de fermeture pour les flux de quantité de mouvement, les flux de chaleur sensible, les flux de scalaire dans le cadre d'écoulements stratifiés.

- examiner comment se comportent les outils mis en place dans les cas idéalisés sur une situation réaliste en terrain complexe en effectuant des simulations numériques par conditions météorologiques variables.
 - quantifier l'efficacité des paramétrisations.

Échéancier

Période

Septembre 2010

Décembre 2010

Mars 2011

Août 2011

Travaux envisagés

Travaux bibliographiques

Cas tests : Codes Numériques

Campagne expérimentale

Période

Septembre 2011

Décembre 2011

Mars 2012

Août 2012

Travaux envisagés

Paramétrisations et simulations

Campagne expérimentale

Tests des paramétrisations

Période

Septembre 2012

Décembre 2012

Mars 2013

Août 2013

Travaux envisagés

Simulations cas réels

Rédaction et soutenance

Connaissances et compétences requises

Maîtrise des outils numériques de modélisation de la turbulence

Maîtrise de la programmation en Fortran 90

Connaissances en mécanique des Fluides et Turbulence

Connaissances en modélisation statistique de la turbulence

Connaissances des écoulements géophysiques appréciées

Connaissances en traitement de données