

ED SMAER

Sujet de thèses 2013

Laboratoire : Institut Jean Le Rond d'Alembert

Etablissement de rattachement : UPMC

Directeur de thèse : Maurice Rossi (section 10 CNRS)

Codirection : Anne Sergent (section 60 CNU)

Titre de la thèse : **Convection naturelle en présence d'évaporation et de cisaillement**

Collaborations dans le cadre de la thèse :

*FAST : B. Guerrier et F. Doumenc

*LEGI : J.B. Flor et T. Caudwell

Résumé du sujet :

La convection naturelle est un phénomène physique qui se produit dans les systèmes naturels (océan, atmosphère, etc ...) et qui conduit à l'apparition d'une stratification en température par exemple dans les lacs ou bien l'océan. Pour modéliser ce phénomène, il est nécessaire de prendre en compte les échanges superficiels qu'ils soient de nature thermique (évaporation, flux radiatif et convectifs, etc ...) ou dynamique (cisaillement dû au vent). Dans cette thèse, on étudiera les processus dynamiques à l'origine de l'établissement d'une stratification par le biais de simulations numériques directes 3D. Le code de calcul existant sera à modifier en partie.

On examinera l'évolution des panaches thermiques (taille caractéristique, vitesse de propagation dans le milieu fluide, regroupement etc...) en fonction de différents paramètres. Une interaction avec des expérimentateurs est envisagée pour ce travail.

Sujet développé

CONTEXTE

La convection naturelle est un phénomène physique qui se produit dans les systèmes naturels (océan, atmosphère, etc ...), mais aussi industriels. Elle tire son origine de l'existence d'inhomogénéités thermiques dans le milieu et nécessite la prise en compte du couplage des champs de vitesses et de température. En particulier l'apparition d'une thermocline dans les lacs ou bien l'océan nécessite la prise en compte des échanges superficiels qu'ils soient de nature thermique (évaporation, flux radiatif et convectifs, etc ...) ou dynamique (cisaillement dû au vent).

OBJECTIFS

Dans cette thèse, on étudiera les processus dynamiques à l'origine de l'établissement d'une thermocline. Plus précisément, on considérera le cas de la convection naturelle induite par évaporation et cisaillement de surface. Pour ce faire, différents cas de condition initiale seront examinés (volume fluide de densité homogène ou stratifié), ainsi que différents types de forçage thermique (flux ou température constant, condition d'évaporation, etc ...) ou dynamique (vitesse ou cisaillement imposé). Ces mécanismes pourront être stationnaires ou instationnaires, pour modéliser l'action d'un vent instationnaire ou l'alternance jour-nuit.

L'objectif de ce travail est de voir comment l'interaction entre ces différents éléments modifie la dynamique de la convection naturelle. En particulier on étudiera comment ces mécanismes modifient

- l'évolution spatio-temporelle des couches stratifiées ;
- la génération des panaches ou leur dynamique de groupe (clusterisation) ;
- les structures d'écoulements aux grandes échelles.

On se placera dans des situations au-delà de la transition de stabilité. Les écoulements seront en régime transitoire et se développeront en direction d'un régime turbulent. Et c'est en particulier ce caractère évolutif qui constitue la spécificité et la difficulté de ce travail.

METHODOLOGIE

Cette thèse utilisera des outils numériques. Le doctorant devra modifier les conditions aux limites d'un code de simulation numérique directe existant pour prendre en compte le phénomène d'évaporation et de cisaillement.

Des techniques d'analyse de données en régime turbulent seront également mis en œuvre.

RESULTATS ATTENDUS

Les résultats seront analysés en terme de structures cohérentes dans les champs thermique et de vitesse/vorticité et de leurs évolutions temporelles. Par exemple, on examinera la taille

caractéristique des panaches, leur vitesse de propagation dans le milieu fluide, leur regroupement etc...

En présence de cisaillement, la dynamique globale de l'écoulement sera modifiée. En particulier on examinera comment la circulation à grande échelle générée par le cisaillement de surface est capable de modifier la dynamique des panaches.

Un autre aspect concernera l'extraction de quantités moyennes turbulentes à partir des champs résultant des DNS. On comparera ensuite ces derniers aux résultats obtenus par des approches simplifiées de modélisation de la turbulence (de type k-epsilon) utilisés en limnologie ou océanologie.

Enfin une interaction avec des expérimentateurs est fortement envisagée : au FAST avec B. Guerrier et F. Doumenc (une première expérience de cuve avec évaporation a déjà été montée) ou le LEGI (J.B. Flor, thèse de T.Caudwell).