

## **Titre du projet : Instabilité, ondes et tourbillons dans les fronts baroclines**

*Volet : Recherche AO3*

*Porteur du projet : Jan-Bert Flór*

*Laboratoires impliqués : LEGI (collaboration avec Université de Tor Vergata à Rome, Italie)*

## **Bilan du projet pour 2013-2014**

### **Bilan d'activité**

Dans le contexte de la dynamique des fronts baroclines dans l'atmosphère et l'océan, nous avons modélisé un front en milieu tournant par une interface de densité entre deux fluides miscibles de densités différentes. Un cisaillement à travers l'interface a été engendré par un disque tournant (dans le sens cyclonique) à la surface d'un fluide lui-même tournant. Une situation similaire a été étudiée par simulation DNS. Les paramètres importants sont le nombre de Rossby, caractérisant l'importance des mouvements inertiels par rapport à la force de Coriolis, et le nombre de Burger, caractérisant l'importance des effets de rotation par rapport à la stratification.

Dans nos études précédentes nous avons mis en évidence l'instabilité de Rossby–Kelvin, une résonance entre ondes de Kelvin et ondes de Rossby, et l'existence d'ondes d'inertie–gravité de petite échelle qui se propagent le long du front. La présence de ces dernières a été expliquée en partie par les instabilités de Kelvin–Helmholtz et d'Holmboe.

Dans l'étude actuelle nous cherchons à vérifier l'origine d'autres types d'ondes de petite échelle qui ont été observées, et leurs interactions avec le front. L'origine est probablement l'émission spontanée, expliquée récemment par l'instabilité radiative. Dans le régime de l'instabilité barocline, l'interaction avec le front semblait jouer un rôle important pour la génération des tourbillons, d'où l'importance de ces ondes.

Une série d'expériences de laboratoire à haute résolution a été effectuée. Par l'utilisation des méthodes de PIV et LIF, l'évolution des champs de densité et le champ de vitesse ont été mesurés simultanément et ont donné accès aux ondes et à la dynamique des tourbillons en présence du front (voir figures 1).

Des programmes ont été développés afin de représenter le front et son évolution spatio-temporelle ce qui permet de mettre en évidence l'interaction entre ondes et front et l'éventuelle présence de mécanismes de résonance (voir figures 2).

En parallèle, en collaboration avec R. Verzicco (de l'Université Tor Vergata à Rome), une série de simulations numériques DNS a été effectuée dans tout le domaine d'instabilité établi par les nombres de Rossby et de Burger. Le dépouillement des données numériques et expérimentales est en cours, et pour finir la rédaction des articles une visite de travail au Prof. Verzicco est prévue début Février 2015.

Dans une étude annexe, afin de mieux comprendre le mécanisme d'émission spontanée d'onde d'inertie–gravité, nous avons étudié le cisaillement rotationnel en fluide stratifié et différencié l'instabilité centrifuge de l'instabilité radiative. Les résultats ont été soumis au journal Phys. of Fluids et sont en révision.

Illustrations :

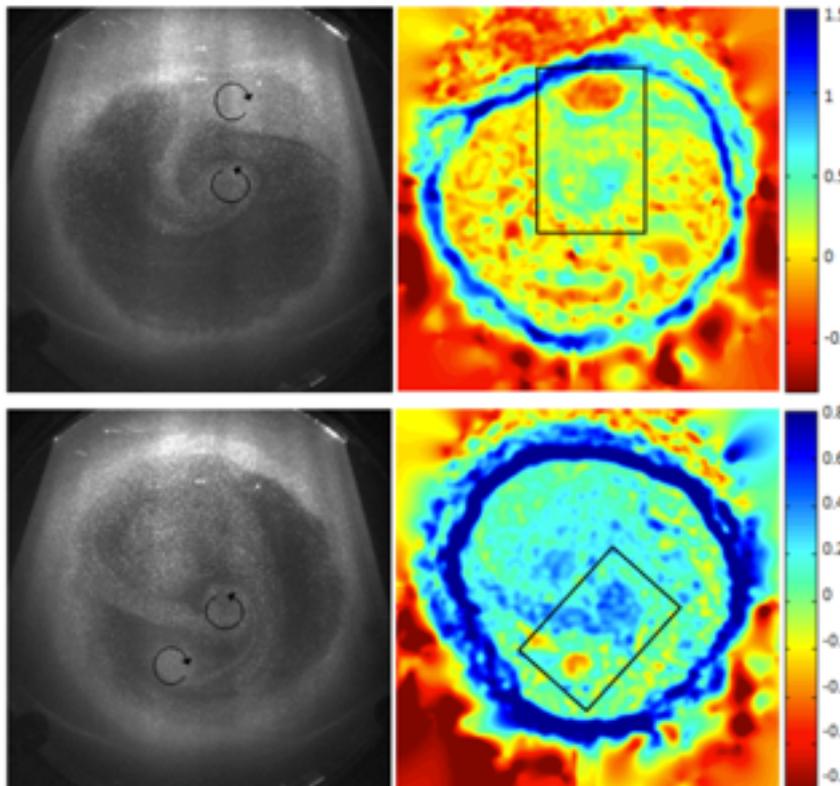


Figure 1: Image de particules (à gauche) et champ de vorticité obtenu par méthode PIV (à droite), démontrant la formation d'une structure dipolaire en interaction avec le front à deux instants successifs.

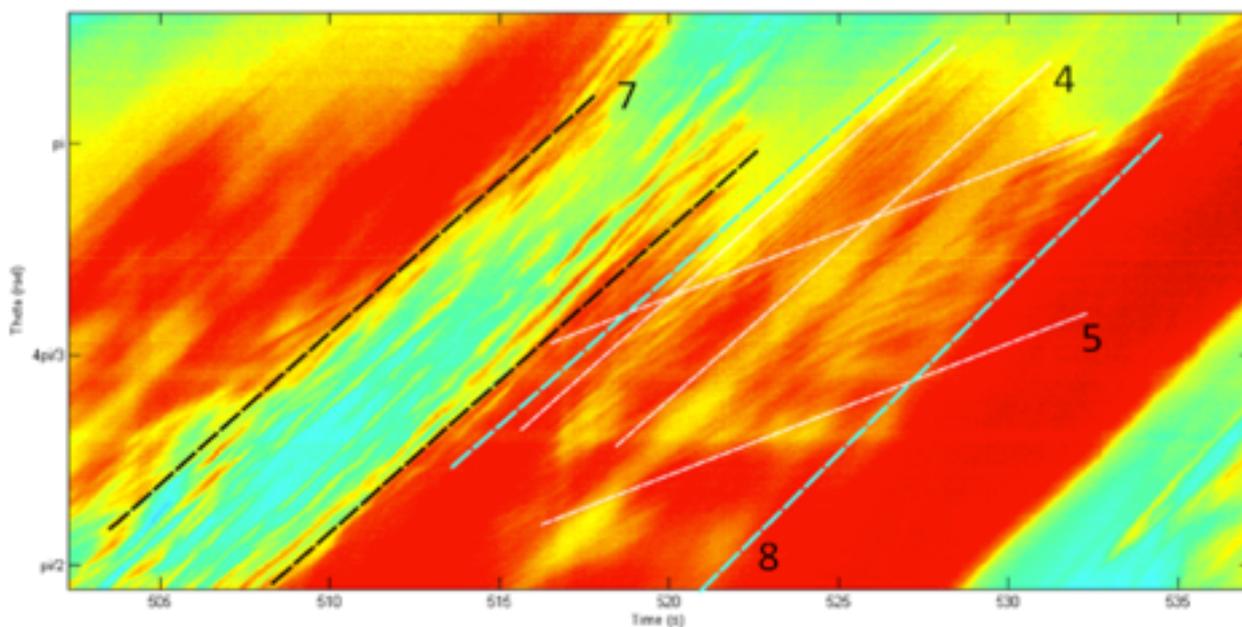


Figure 2 Evolution spatio-temporelle d'une section circulaire du front (non traité), mettant en évidence différents types d'ondes par leurs différentes longueurs d'onde et vitesses de phase.

## Production scientifique

### Congres/ Séminaires :

- Small and large scale frontal instabilities in a differentially rotating stratified fluid.  
*Euromech 552 août 2013*, Présentation invitée.
- Internal wave focusing in stratified fluids.  
*DAMTP, GK Batchelor Laboratory 50 years Symposium, Avril 2014*. Présentation invitée.
- Instability of a two-layer density front in a rotating stratified fluid.  
*DAMTP, Cambridge. Séminaire Juin 2014*. Présentation invitée.

### Articles :

- On the onset of the centrifugal instability due to a rotating cylinder in a stratified fluid,  
*Phys. of Fluids, en révision.*
- The importance of lateral boundary layer drag forces in rotating fluids.  
*Phys. of Fluids, en révision*
- Internal Ekman layers in a rotating miscible two-layer density fluid.  
*En cours de rédaction*
- Small waves and the generation of vortices on baroclinic unstable fronts.  
*En cours de préparation*

## Bilan financier succinct

Le budget a servi à améliorer la précision de la rotation de la table tournante jusqu'à 0.1‰ (travaux encore en cours). Des petites variations de rotation à un rayon de 1 mètre peuvent engendrer des perturbations ondulatoires près du front. Des filtres optiques ont été achetés pour les mesures simultanés par PIV et LIF, ainsi que des maintenances de licences et un disque externe pour le stockage de données, et une gratification de stage M2R TUE a été versée à un étudiant de l'Université Technique d'Eindhoven qui a travaillé pendant 3 mois sur les expériences et les données expérimentales (mai-juillet 2014).

Informatique

Amélioration table tournante

Stagiaire

1139 €

6754 €

1000 €

### DETAIL:

#### FINANCES 2013-2014

Description	Montant accordé en 2013:	9000.00 €
Description	Montant HT	
Licenses Software renouvellement	€	(858,00)
Carte National Instruments	€	(540,00)
Disque Dur Stockage 1To	€	(281,00)
2 Filtres Semrock PIV -LIF	€	(2 380,00)
Tachymetre Heidenheim + access. control table tournante	€	(2 423,00)
Carte IK220 Heidenheim control table tournante	€	(1 225,00)
Piece pour adaptation table	€	(186,00)
Stagiaire MI 2014 3 mois	€	(1 000,00)
Fourniture Laboratoire	€	(100,00)
Dépenses TOTAL	€	(8 993,00)