

PROJET SCIENTIFIQUE

LES CYCLONES TROPICAUX

Matthieu ATTALI Xavier CHASSAGNEUX
Lucien DÉGARDIN Rodolphe GOURSEAU
Xavier MISSERI Pierre-Louis NAUD Ngoc Anh VU

13 Janvier 2003

Parmi les phénomènes météorologiques violents, le cyclone tropical est le plus destructeur. Un cyclone tropical est un tourbillon de vents violents (de 150 à 300 km/h) qui se forme sur les mers tropicales et qui comprend :

- un centre, l'*oeil du cyclone*, où l'air est calme et chaud
- une région très active, le *mur du cyclone*, constituée de puissants cumulo-nimbus

Les vents sont faibles dans l'oeil, ils augmentent rapidement pour atteindre leur maximum à une trentaine de kilomètres du centre et ils décroissent plus lentement vers la périphérie. Le déplacement d'un cyclone tropical est lent (30 km/h) et un cyclone suit une trajectoire grossièrement parabolique, mais au moment où la trajectoire s'incurve, on observe des mouvements erratiques très difficiles à prévoir.

Nous voulons, grâce à ce projet scientifique collectif, aborder le thème du déplacement d'un cyclone tropical. Nous voulons donc comprendre l'évolution temporelle d'un cyclone ainsi que son déplacement sur le globe terrestre. Pour se faire, nous allons d'abord mener une étude théorique se fondant sur un modèle simplifié de la réalité. Puis, c'est à travers une série d'expériences (au Laboratoire de Météorologie Dynamique) et une simulation numérique (dont le modèle n'est pas encore étalonné) que nous allons essayer de comprendre l'évolution temporelle et le déplacement sur le globe d'un cyclone tropical.

Si le temps nous le permet, nous aimerions savoir si le travail effectué dans le cas d'un cyclone tropical est transposable au problème des tornades et sous quelles conditions.



1. Problématique

1.1 Étude théorique

Les cyclones tropicaux, ainsi que les tornades, sont des phénomènes très compliqués à étudier. C'est pourquoi on sépare leur étude en deux parties distinctes : d'une part le moteur du cyclone (origine de la vorticité et de l'aspiration qui créent le cyclone, c'est-à-dire les forces qui engendrent les mouvements d'air), d'origine thermodynamique, et d'autre part les effets de ce moteur pour la formation et l'évolution des cyclones tropicaux.

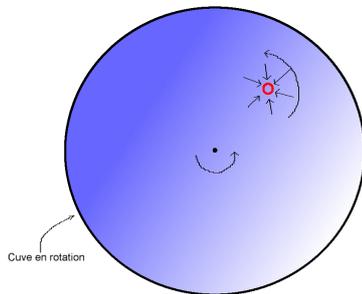
Dans notre étude, nous ne nous intéresserons pas à l'aspect thermodynamique, c'est-à-dire que nous n'étudierons pas les phénomènes qui créent le moteur à l'origine du cyclone. Le modèle que nous allons utiliser pour l'étude de l'évolution temporelle d'un cyclone est un modèle déjà éprouvé, et qui simplifie l'étude. Dans cette modélisation, on néglige les frottements visqueux, et le cyclone se comporte un peu comme un dipôle électrique, une fois qu'il est déclenché. Ce modèle permet de comprendre la trajectoire des cyclones réels lorsqu'ils se déplacent à l'échelle terrestre.

1.2 Étude expérimentale

Dans le cadre de l'étude des cyclones tropicaux, nous envisageons de réaliser deux expériences.

La première consiste en la réalisation d'un "mini-cyclone", dans l'air, en laboratoire. Cette expérience, bien que simple, permet en effet de visualiser la notion d'étirement d'un tube de vorticité, et pose le problème de savoir comment créer de la vorticité afin d'obtenir une structure stable.

La seconde série d'expériences sera réalisée à l'E.N.S.T.A. (Palaiseau). Elle permet l'étude, dans une cuve à eau, d'une structure cyclonique. Le dispositif expérimental est construit selon le schéma suivant :

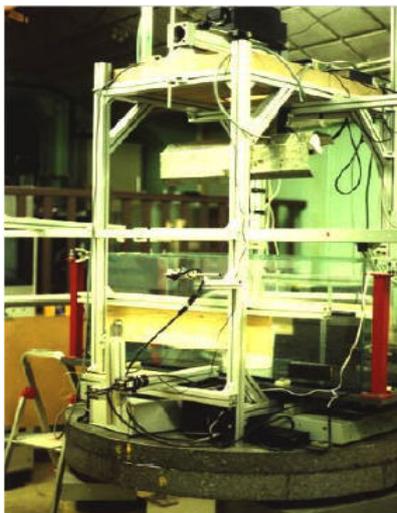


une cuve pleine d'eau est mise en rotation solide, puis on crée de manière ponctuelle une aspiration d'eau (cercle rouge). Cette aspiration engendre une mise en rotation du fluide et crée la structure cyclonique cherchée. On étudie alors les déplacements de cette structure. La forme du fond de la cuve permet de modéliser certaines influences (influence terrestre, relief...).

Ces expérimentations nous permettront l'approche de deux problèmes distincts :

1. Stabilité d'une structure de type cyclonique (dans l'eau, et donc, par analogie, dans l'air)
2. Déplacement d'une telle structure, afin de comprendre les mécanismes qui régissent les mouvements des cyclones tropicaux. Ceci pourrait en effet permettre de mieux prévoir les trajectoires de ces derniers.

Enfin, cette série d'expériences servira de banc d'essai pour le code de calcul que nous utiliserons. Ce modèle numérique nous permettra de compléter l'étude expérimentale du phénomène, car il permet une meilleure gestion des paramètres.



dispositif expérimental

de l'E.N.S.T.A.

1.3 Étude numérique

La simulation du cyclone sera effectuée grâce à un modèle en cours d'étalonnage au laboratoire de météorologie dynamique. L'avantage de cette simulation sur les expériences en laboratoire est de nous permettre de contrôler précisément la donnée des conditions initiales. L'accès à ces valeurs est difficile dans le travail en laboratoire car la création de la vorticité entraîne une importante incertitude sur les conditions initiales. Cette simulation sera utilisée pour expliquer le mouvement des cyclones tropicaux, une fois formés, sur le globe terrestre.

Notre simulation aura donc l'avantage de permettre d'étalonner une partie du modèle qui ne l'est pas encore. Ainsi, nous allons travailler en équipe avec le responsable de la programmation. La compréhension de la simulation informatique sera alors plus importante et plus enrichissante par le biais de cet étalonnage.

2.   chancier

★ Jusqu'en *fevrier* :   tude théorique des cyclones tropicaux, de leur formation, de leur comportement... Analyse des différentes modélisations existantes.

★ Pendant les *vacances de fevrier* : Mise en place d'expériences au Laboratoire de Météorologie Dynamique    Ulm et à l'E.N.S.T.A, et recueil de données expérimentales s'appuyant sur un modèle (le protocole opératoire et la préparation théorique ayant été fait pendant le mois de janvier lors de l'étude théorique des cyclones.). Mise en place d'un échancier avec l'aide de l'officier d'encadrement.

★ En *mars* : Simulation informatique à plusieurs reprises d'un cyclone avec variations des paramètres au Laboratoire de Météorologie Dynamique.

★ En *avril* : Traitement des données provenant des expériences et de la simulation numérique. Analyse de la corrélation entre les différents types de données. Adaptation du travail effectué au cas des tornades et analyse critique des résultats ainsi obtenus si le temps nous le permet.

★ Jusqu'à la *soutenance finale* : Rédaction et mise en place du rapport.