

## PROJET DE THESE

### **Direction de thèse et encadrement scientifique :**

Dr Fabrice CHANE MING (Université de la Réunion, LACy UMR 8105)

Dr Nicolas VILTARD (CNRS, LATMOS UMR 8190)

Dr S. MALARDEL (Météo-France, LACy UMR 8105)

### **Autres intervenants de l'équipe:**

Quoc-Phi DUONG (Météo-France, LACy UMR 8105)

Dominique MEKIES (Météo-France, LACy UMR 8105)

Nouveau CNRS (LACy UMR 8190)?

### **Experts internationaux :**

Pr Riwal PLOUGONVEN (PCC, Ecole Polytechnique, LMD UMR 8539)

Dr S. JOLIVET (Meteobooking, Bossonnens, Switzerland)

Pr Yuriy KULESHOV (National Climate Centre, RMIT, Australian Bureau of Meteorology)

Pr Yuei-An LIOU (Director Center for Space and Remote Sensing Research National Central University, Honorary President of Taiwan Group on Earth Observations)

**Laboratoires d'accueil :** LACy UMR 8105 et LATMOS UMR 8190

**Directeur du laboratoire :** DR Joel Van-Baelen (LACy UMR 8105)

**Titre de la thèse :** Etude des asymétries au sein de la structure interne des cyclones tropicaux du bassin Océan Indien

Contrairement à la prévision des trajectoires des cyclones, les incertitudes sur celle des intensités, bien que meilleures aujourd'hui, demeurent encore un véritable défi scientifique qui réside principalement dans la connaissance des processus dynamiques internes de l'œil (Hogsett and Zhang 2009, Hendricks et al., 2011). La bonne représentation du noyau interne du cyclone tropical à l'intérieur du mur de l'œil est nécessaire aux modèles de prévision particulièrement lorsque le cyclone se situe près des terres. La formation et l'évolution des asymétries, les bandes principales de précipitation, le mélange entre l'œil et le mur de l'œil et le cycle de l'œil figurent parmi les processus dynamiques principaux à mieux investiguer. Le noyau interne des cyclones intenses, généralement quasi-axisymétrique, fait souvent apparaître des structures asymétriques telles que des ondes de Rossby de vortex (VRW), des méso-vortex et de structures polygonales du mur de l'œil résultant d'instabilités dynamiques ou de forçages externes d'asymétries convectives (Kossin and Schubert, 2004 ; Wang, 2012). Il est évident que la méconnaissance des structures multi-échelles au sein du météore affecte incontestablement la cascade d'énergie entre les différentes échelles et l'intensité du cyclone (Montgomery and Smith 2016). Entre autres, les structures ondulatoires telles que les ondes de gravité (Chane Ming et al., 2016) et les VRWs, coexistant au sein de la structure interne du cyclone (Hendricks et al., 2011 ; Chane Ming et al., 2014 ; 2016), sont difficilement observables de par leurs échelles, leur localisation au sein de la structure nuageuse imposante du météore et leurs temps d'apparition. Aussi, nos connaissances sur ces structures proviennent majoritairement de la modélisation. Par exemple, le transport vers l'intérieur de moment angulaire par les VRWs peut intensifier le cyclone (Möller et al., 2000). Le mélange entre l'œil et le mur de l'œil, la redistribution de vorticité potentielle avec la structure externe et la production de bandes spiralées, réalisées par les VRWs, participent à l'axim trisation de l'œil interne et limite l'intensité potentielle maximale (MPI) du cyclone. Les m sovortex au sein du cyclone M gi (2010) ont favorisé les intensifications rapides (Lee and Wu, 2018). D'après Nuissier et al., 2005, ils sont associés au transport de précipitation à l'intérieur de l'œil dans les basses couches dans le cas de BRET (1999). Dans notre bassin cyclonique, le relief de La Réunion a influencé le vortex pendant son approche (Roux et al., 2004 ; Jolivet et al., 2013) en adoptant une configuration de type « vortex crystals» (Jolivet, thèse UR 2008). Par ailleurs,

Wang (2002) montre que les bandes de précipitation peuvent être associées aux VRWs, vues comme des maxima d'asymétries de nombre d'onde 1 ou 2 (WN1 et WN2) se propageant radialement vers l'extérieur du mur de l'œil. La formation d'un mur secondaire (remplacement de l'œil) est souvent précédée d'une intensification rapide pendant laquelle les « vertical hot towers » et les VRWS sont dominants dans la structure asymétrique interne de l'œil du cyclone (Qiu et al., 2009).

L'objectif de cette thèse vise à améliorer notre compréhension des asymétries dans la dynamique interne du cyclone tropical et de leurs effets sur le météore et son environnement dans le bassin sud-ouest de l'Océan Indien. L'étude portera principalement sur la modélisation de cas idéaux ou réels et la production d'outils de diagnostics basés sur la vorticité potentielle (PV), le moment angulaire et les perturbations (Moller and Montgomery, 1999 ; Wang et al., 2002a ; 2002b ; Hendricks et al., 2011 ; Dwyer and O'Gorman, 2017) pour quantifier les perturbations et leurs rôles sur l'intensité des cyclones. Ces outils seront également appliqués aux sorties du modèle AROME-OI dans une perspective d'amélioration de la prévision des intensités des cyclones.

### **Moyens principaux : observation et modélisation**

Les modèles disponibles sont Arome-OI, Meso-NH et WRF. Le logiciel Weather 3D sera exploités pour des visualisation 3D des données et la valorisation des expériences. Les ressources informatiques reposeront sur les calculateurs du GENCI, de l'Université de la Réunion et de Météo France. Les observations comprennent les mesures du LACy (radiosondage Lacy & Météo-France, campagne ReNovRisk-Cyclones), des réseaux SHADOZ, University of Wyoming et de radio-occultation FORMOSAT-3 et -7/COSMIC), les données de STRATEOLE II, AEOLUS et des données satellites météorologiques (Météo-Sat 7 & 8, Mega-Tropiques, GPM, Aqua Modis), deux radars in-situ... D'autres données sont accessibles sur le web (sorties de modèle ECMWF et GFS...). Exemples de cas réels dans notre bassin avec la présence de VRWs : Haruna (2013)   son pic d'intensité, Eunice (2015), Uriah (2016), Fantala (2016).

### **Etapes de la thèse**

✓ 1<sup> re</sup> année

Bibliographie, identifier et classer automatiquement les cas réels dans notre bassin (observation satellite, ECMWF, GFS), identifier les outils pertinents à développer et à tester sur des simulations existantes

✓ 2<sup> me</sup> année

Modélisation de cas idéalisés et réels de cyclones (présence de VRWs, de structures polygonales ou d'asymétries WN1 et WN2) de situations intéressantes (intensification du cyclone, proche des terres et du relief...).

✓ 3<sup> me</sup> année

Quantifier les perturbations ondulatoires et leurs rôles sur l'intensité des cyclones et les bandes précipitantes.

### **Projets de recherche :**

ANR BOOST3R 2018/21

Projets LEFE et INTERREG VI 2021-2027 à soumettre en 2020.

Projets internationaux avec l'Australie et Taiwan.