

Modélisation couplée des cyclones tropicaux du sud-ouest de l'océan Indien

Christelle Barthe^{1,2}, Soline Bielli¹, Marine Claeys^{1,3}, Joris Pianezze^{1,4}, Jean-Pierre Pinty², Callum Thompson^{1,5}, Pierre Tulet^{1,2} et al.

1 LACy, CNRS, Université de La Réunion, Météo-France, Saint Denis, La Réunion, France

2 LA, Université de Toulouse, UT3, CNRS, IRD, Toulouse, France

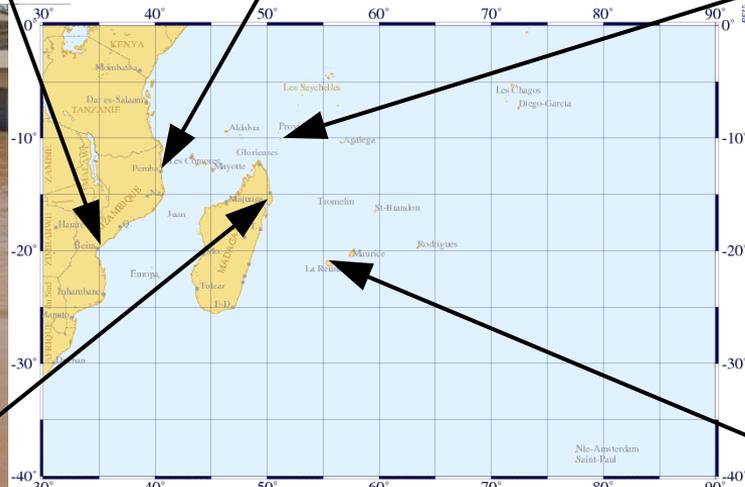
3 CNRM, Météo-France, CNRS, Toulouse, France

4 Mercator Ocean, Ramonville Saint Agne, France

5 Earth Research Institute, Department of Geography, Univ. of California, Santa Barbara, CA, USA

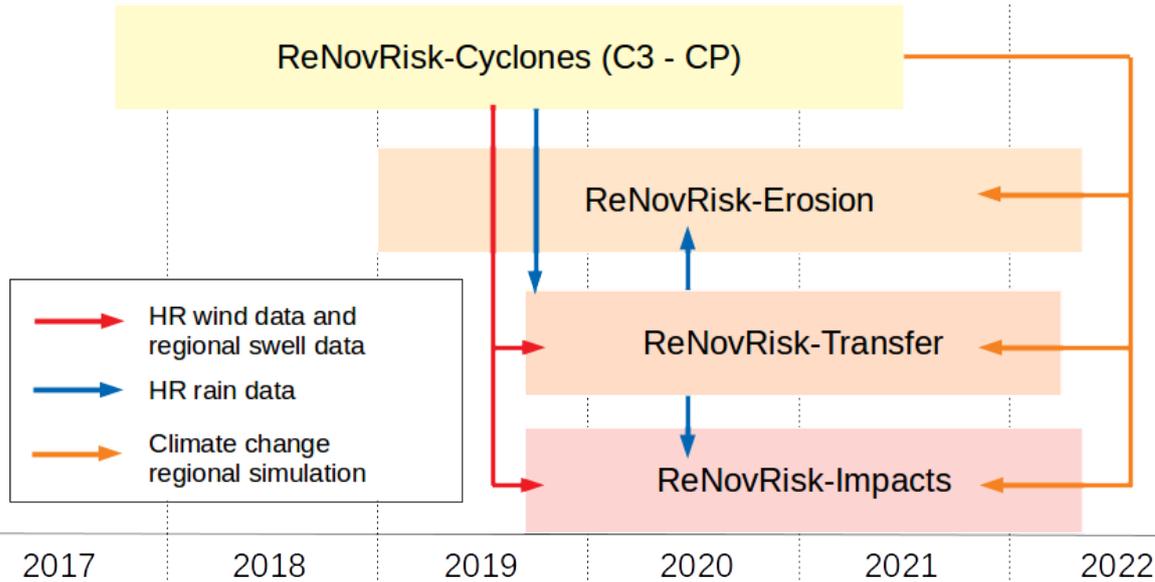


Contexte : les cyclones et le programme ReNovRisk



Contexte : les cyclones et le programme ReNovRisk

→ **ReNovRisk** : programme interdisciplinaire pour l'étude des cyclones tropicaux et de leurs impacts sur les territoires du bassin Indien sud-ouest



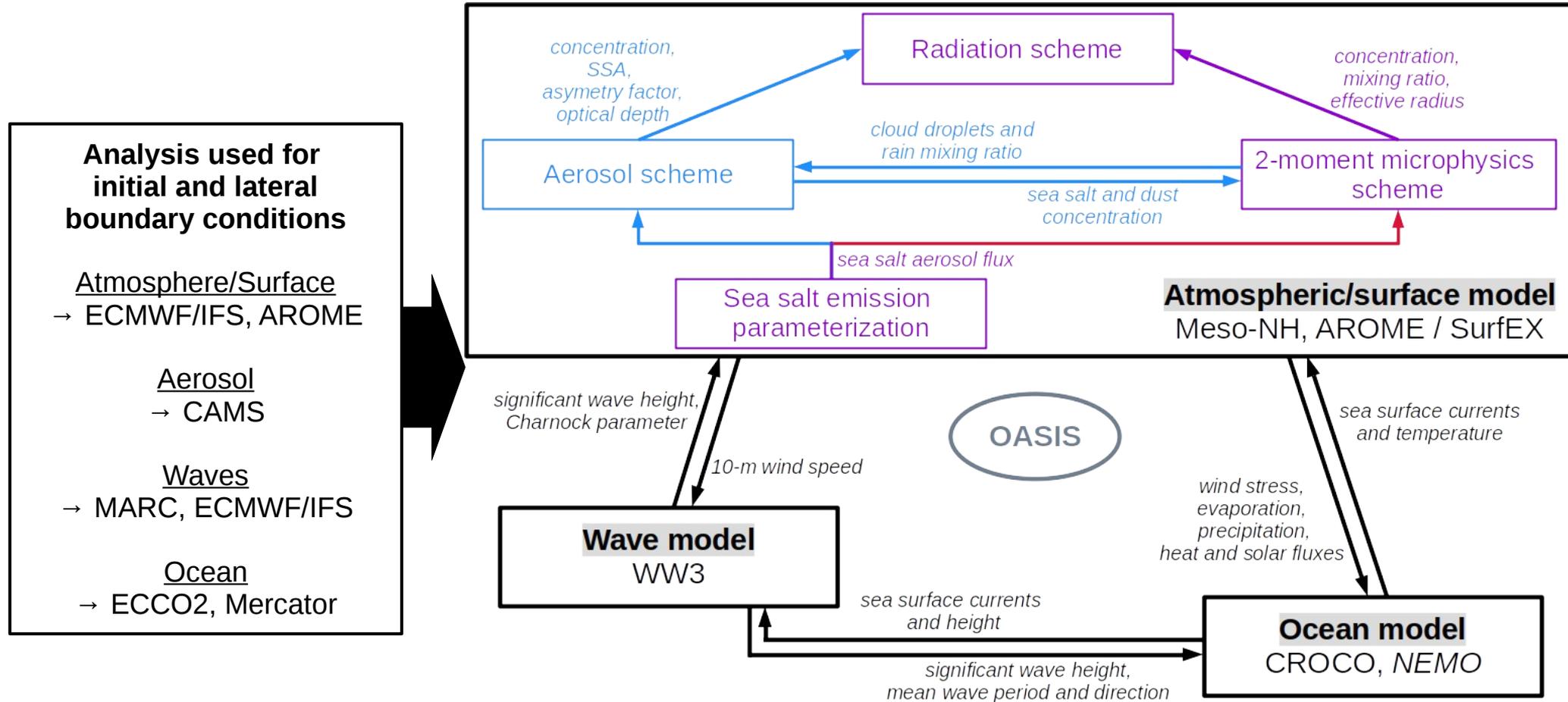
RNR-C : 1) amélioration des observations des CTs dans le SOOI, 2) **développement de modèles couplés à haute résolution pour la modélisation des CTs**, et 3) analyse de l'activité cyclonique dans le bassin dans le contexte de changement climatique

RNR-E : étude des glissements de terrain, des inondations et du transport solide sur 2 bassins versants sensibles de La Réunion

RNR-T : analyse du transfert et des connections des risques cycloniques sur la région ouest de La Réunion (Maïdo → ravines → côte → lagon & océan)

RNR-I : cartographie et analyse de la vulnérabilité économique, des dommages et des impacts sociétaux causés par les CTs sur La Réunion & Madagascar

Systeme de modelisation couplee



Quelques exemples : Dumile (2013)

Meso-NH/SurfEx

51 h

Microphysique : LIMA - ORILAM

Vagues : analyses ECMWF

CI/CL : ECMWF, CAMS

Hoarau et al. (2018)

Microphysique à 1 moment (ICE3)

VS

Microphysique à 2 moments (LIMA) + Aérosols (ORILAM)

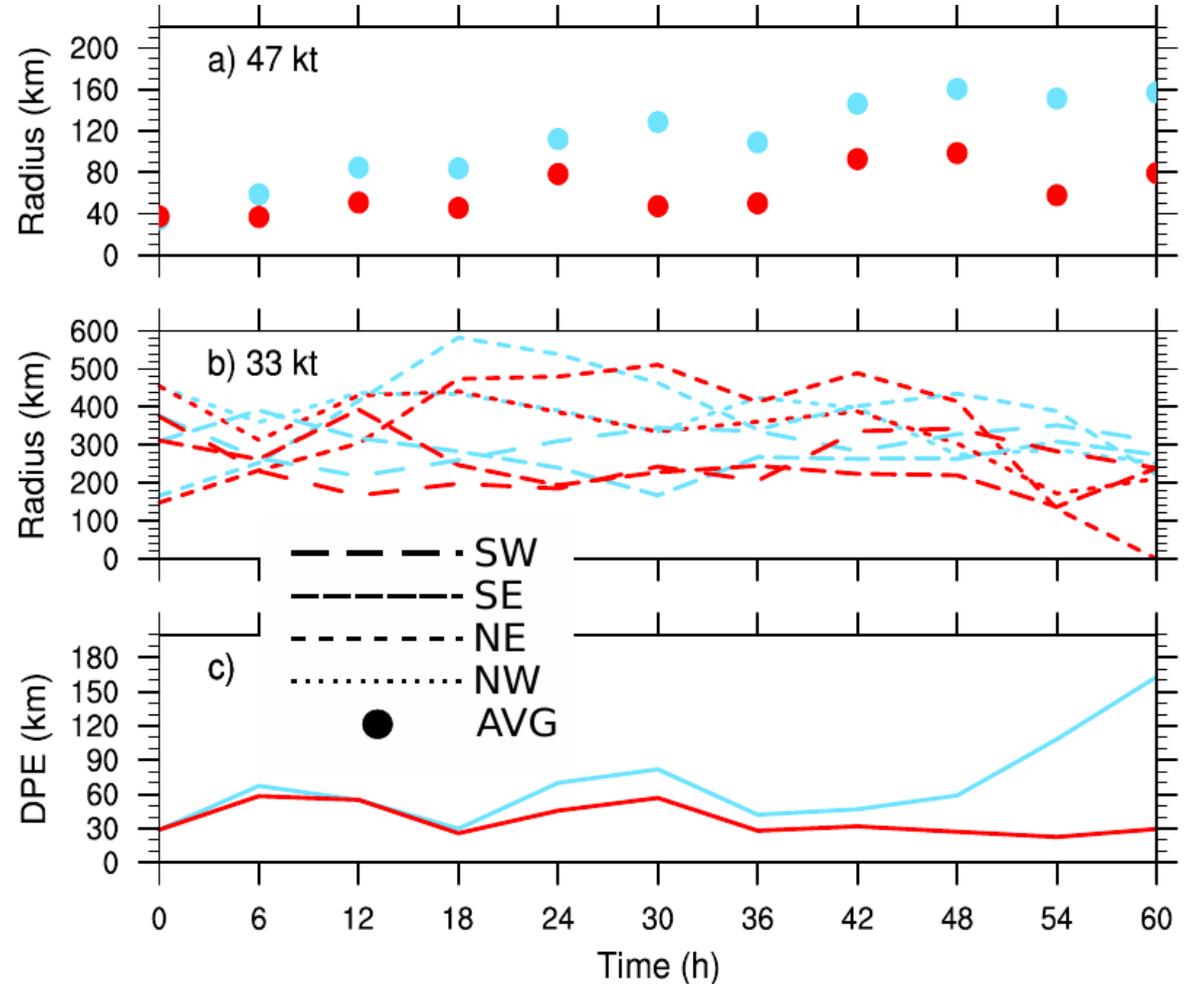
Rayon de vent à 47 kt plus grand

+

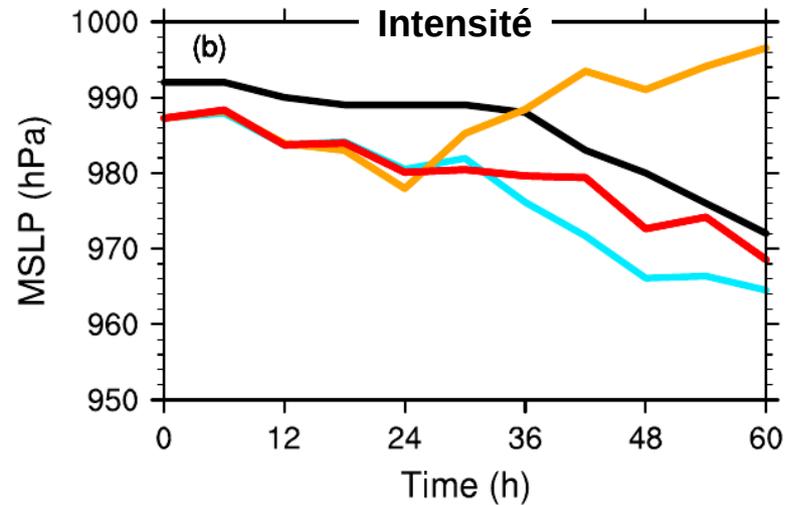
Structure plus symétrique
(rayon de vent à 33 kt)

⇒ effet beta plus important

⇒ trajectoire trop à l'ouest / BT



Quelques exemples : Dumile (2013)



⇒ formation d'eau nuageuse inhibée

⇒ diminution libération chaleur latente

⇒ convection inhibée

⇒ affaiblissement rapide

→ Importance de la prise en compte de la source d'aérosols pour des systèmes à longue durée de vie

Microphysique à 2 moments (LIMA)

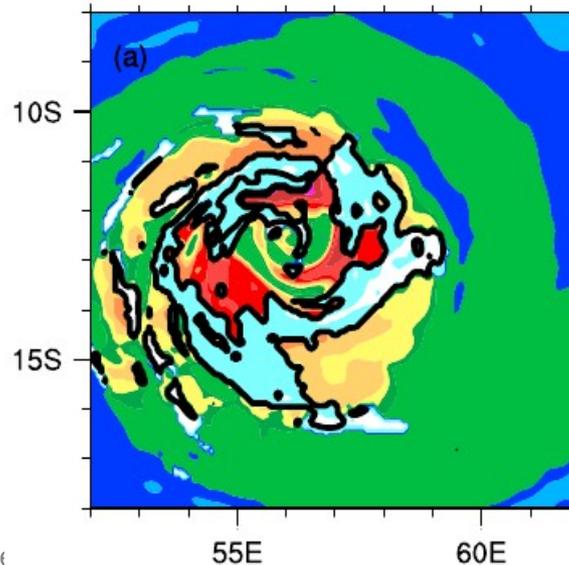
VS

Microphysique à 2 moments (LIMA) + Aérosols (ORILAM)

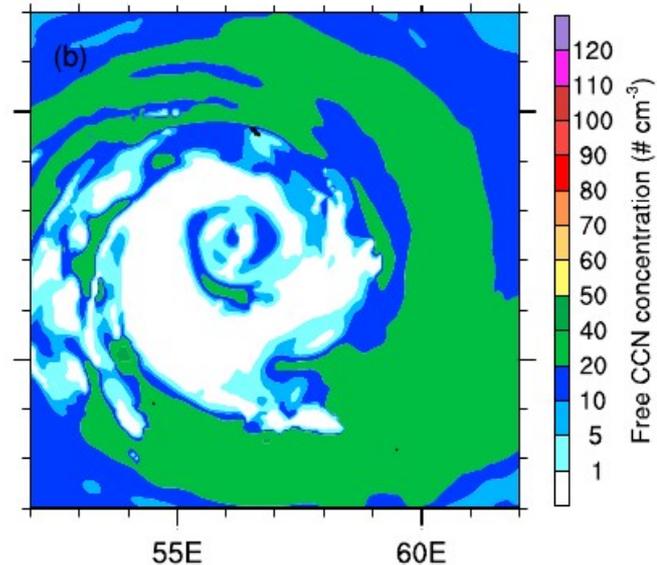
Pas de formation continue d'aérosols marins (vent et vagues)

⇒ consommation des CCN dans le cœur du système

Meso-NH LIMA-ORILAM



Meso-NH LIMA



Quelques exemples : Bejisa (2014)

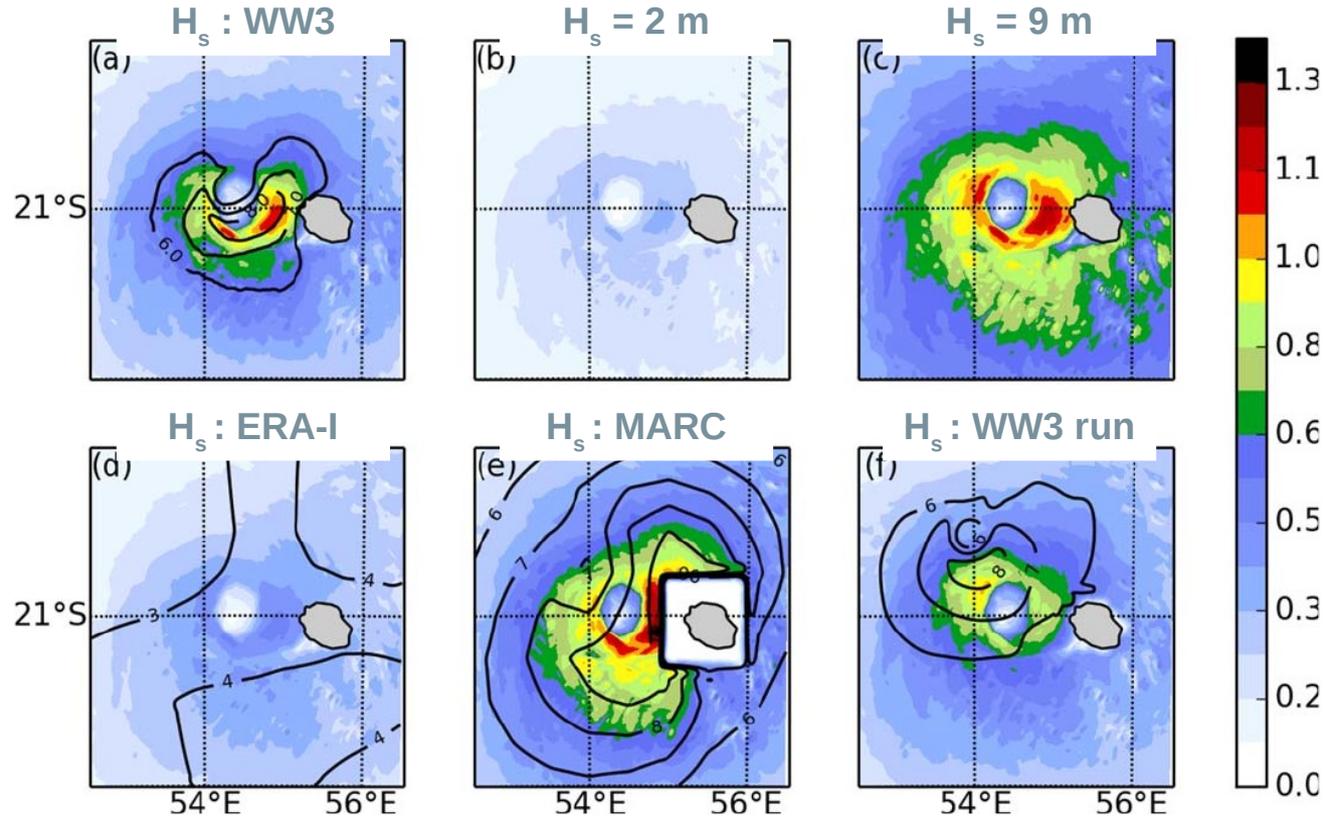
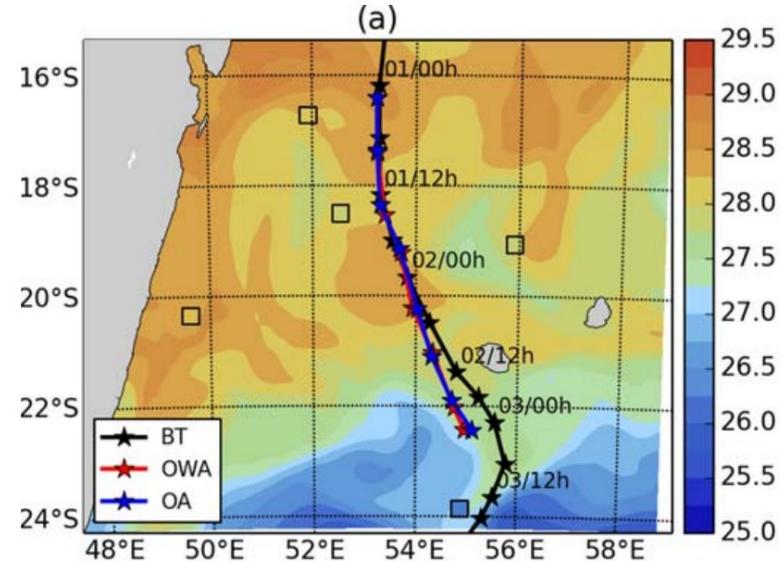
Meso-NH/SurfEx/WW3/CROCO

Microphysique : ICE3

CI/CL : ECMWF, MARC, ECCO2

Pianeze et al. (2018)

Flux instantané de sels marins ($\mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)



→ Forte dépendance de la distribution spatiale et de l'intensité du flux de sels marins à H_s

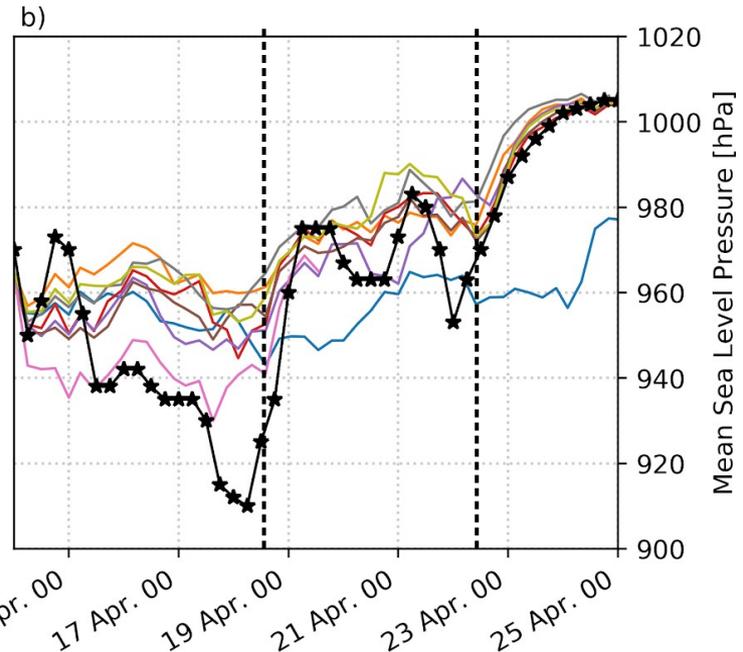
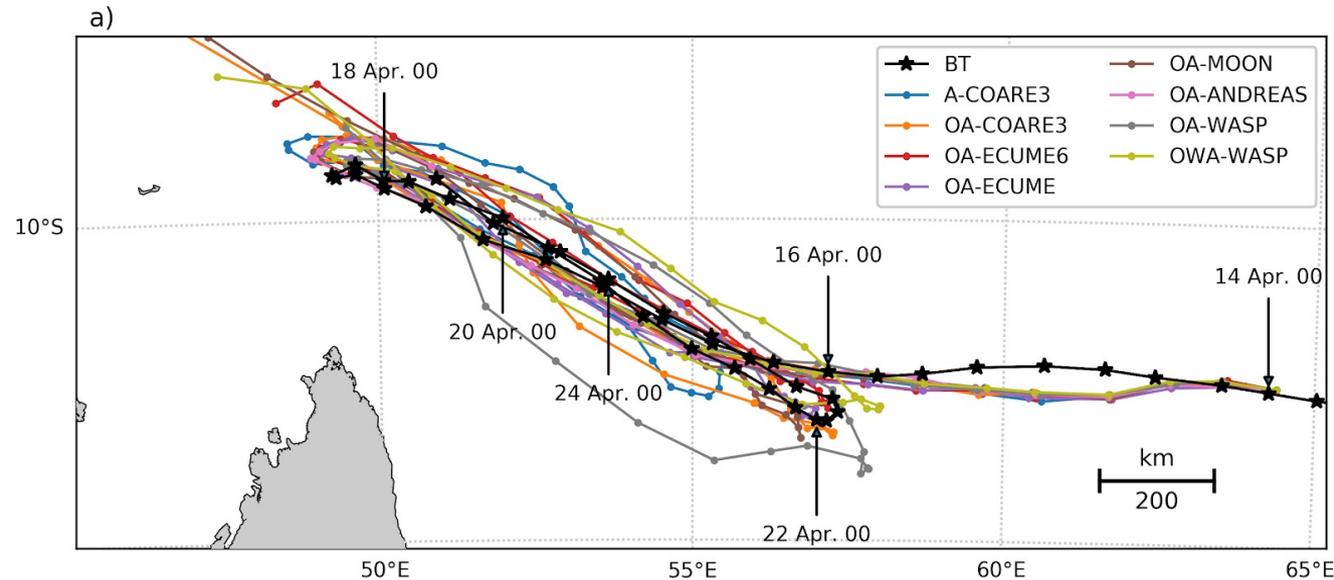
Quelques exemples : Fantala (2016)

Meso-NH/SurfEx/WW3/CROCO

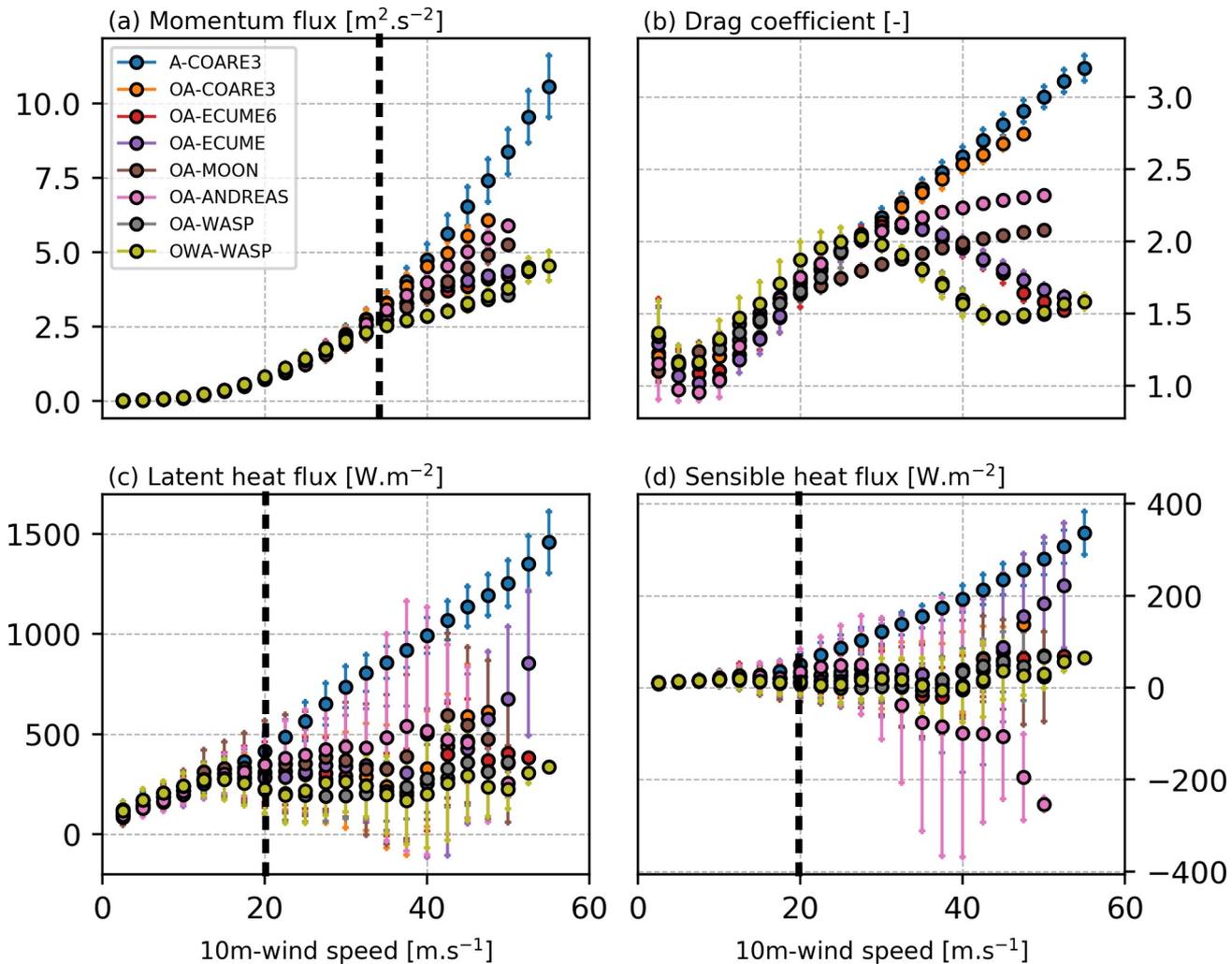
Microphysique : ICE3

CI/CL : ECMWF, MARC, Mercator

- **A** vs. **OA** : surestimation intensité après 1^{er} demi-tour, mauvais positionnement 2^{ème} demi-tour
- **ANDREAS** : -10 hPa sur 1ère partie de la trajectoire / autres param.
- **OA-WASP** vs. **OWA-WASP** : trajectoire déviée vers le sud si vagues déduites du vent



Quelques exemples : Fantala (2016)

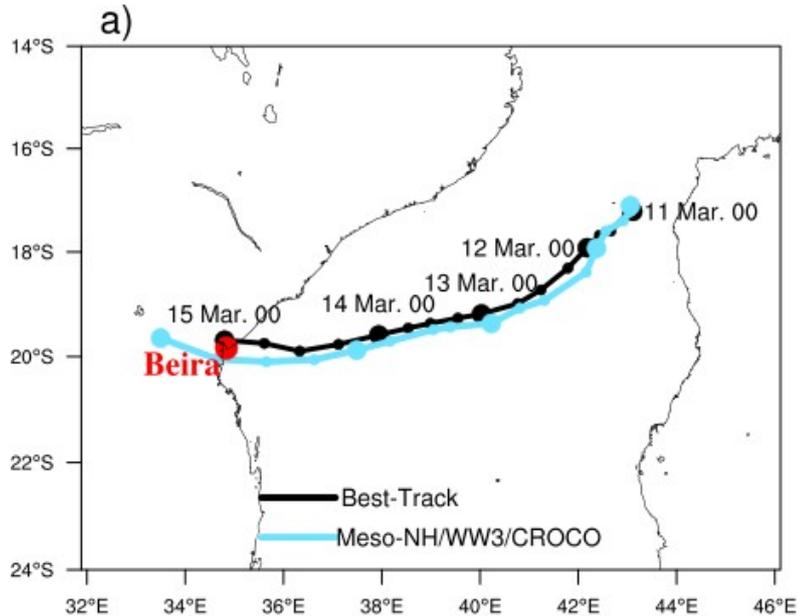


Quelques exemples : Idai (2019)

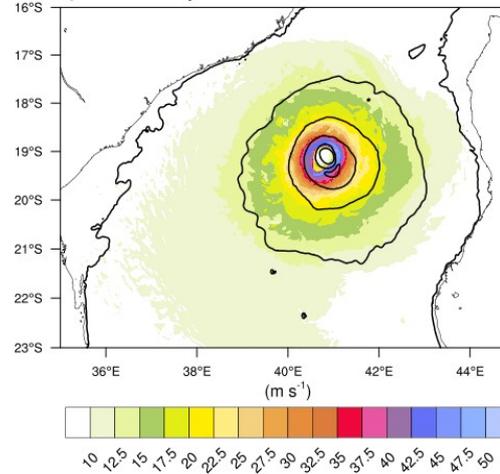
Meso-NH/SurfEx/WW3/CROCO

Microphysique : LIMA* - ORILAM

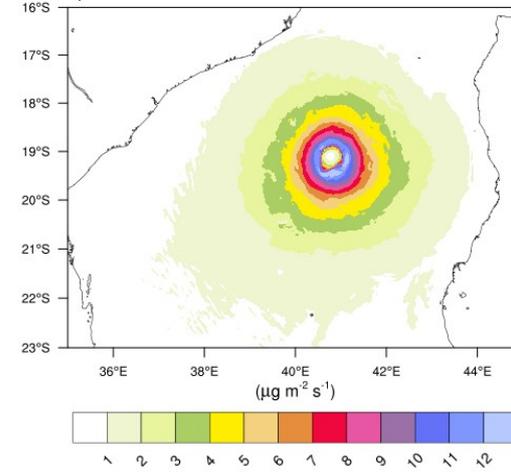
CI/CL : ECMWF, CAMS, MARC, Mercator



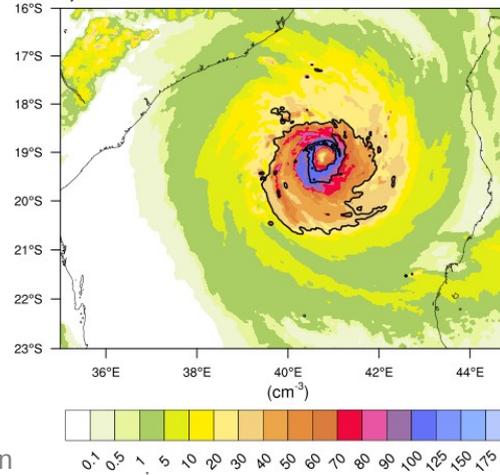
a) 10-m wind speed and Hs



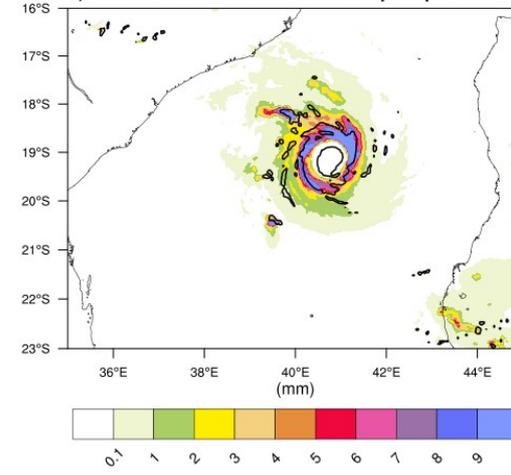
b) Total instantaneous net sea salt aerosol flux



c) Interstitial and activated CCN at z = 3000 m



d) Ice thickness and instantaneous precipitation



Application : « futurisation » des cyclones

« Pseudo global warming method »

1. Calculate Perturbation

Download CMIP5 Data

get_cmip5_atmos_CNRM-CM5.sh

ta_Amon_CNRM-CM5_historical_r11p1_195101-200512.nc

Calculate Perturbation

make_perturbation.sh

Perturbation_ts.nc

2. Regrid Perturbation

Merge all perturbations

odo merge Perturbation_ta_DJFMA.nc Perturbation_hus_DJFMA.nc Perturbations_DJFMA.nc

Get target grid metadata

odo griddes ecmwf.00.20131231.12.00 ECMWFGrid_Bejisa

Do horizontal regridding

odo remapbio,ECMWFGrid_Bejisa Perturbations_DJFMA.nc Perturbations_DJFMA_ECMWF.nc

Do vertical interpolation

odo intlevelx,101325.00, ...,2.00 Perturbations_DJFMA_ECMWF.nc Perturbations_Final.nc

3. Add Perturbation

GRIB to NetCDF4

01_grib2netcdf.sh

ecmwf_vars.nc

Add Perturbation

02_addperturbation.py

ecmwf_vars_mod.nc

NetCDF to GRIB

03_netcdf2grib.sh

ecmwf_vars_mod.grb

Replace Variables

04_replace.sh

ecmwf.CNRM-CM5.20131229.12.00_with_sde

Replace Snow Depth

05_getsd.sh

ecmwf.CNRM-CM5.20131229.12.00

Meso-NH

Bejisa « futur »

Intensité : +6.5 %

Latitude intensité maximale : +2°S

Taux de pluie médian : +33.8 %

Rayon(vent à 17.5 m s^{-1}) : - 9.2 %

H_s : + 4.6 %

Meso-NH/SurfEx/CROCO
(WW3 offline)

Microphysique : ICE3

CI/CL : ECMWF/Mercator + anomalies CMIP

Conclusions et perspectives

Développement d'un **système couplé océan-vagues-atmosphère** pour la simulation des cyclones tropicaux dans le SOOI

- système **modulaire**
- **cohérence** des paramétrisations
- application possible à d'autres événements

Évolutions du système couplé

- microphysique en phase glace (formation et forme des cristaux)
- interactions microphysique – rayonnement
- rétroactions électricité-microphysique
- sea sprays : fonction d'émission, rôle dans les flux turbulents, prise en compte dans les paramétrisations mais besoin d'observations ! ⇒ MAP-IO

Mais aussi :

- Relation vent-pression...
- Cycles de remplacement du mur de l'œil...