



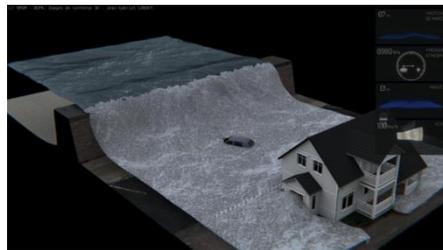
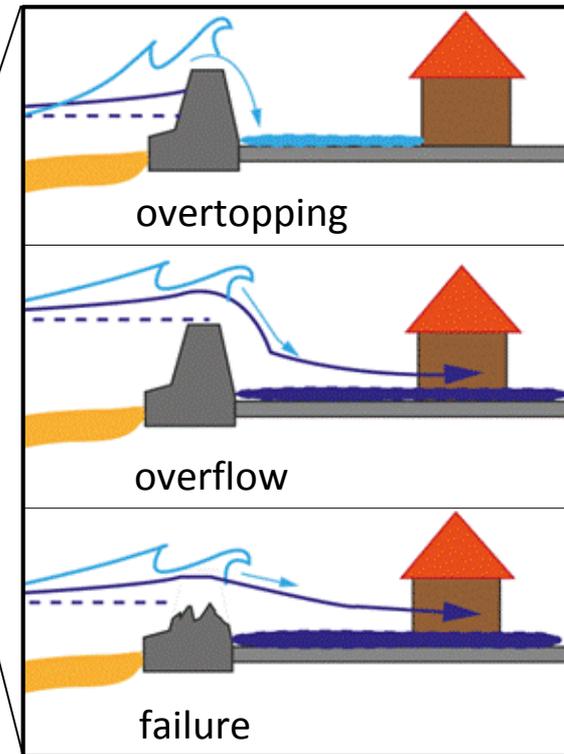
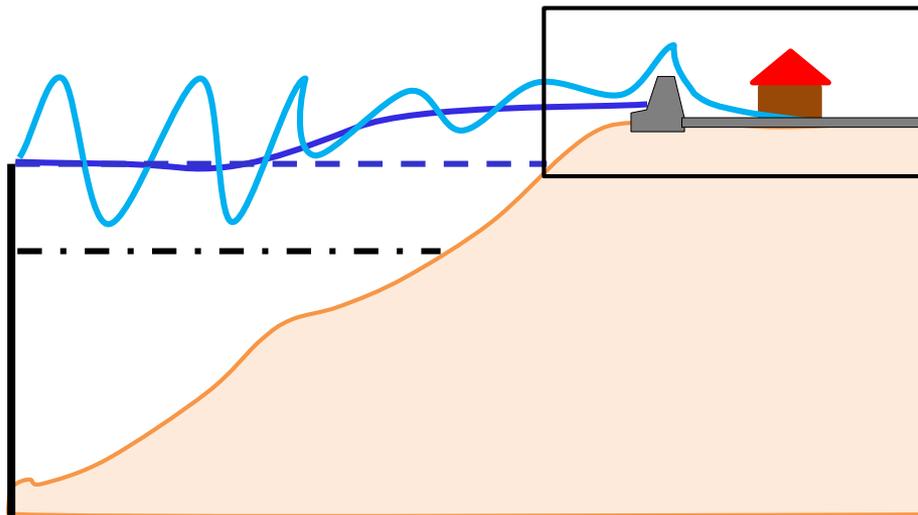
Journée thématique « Cyclones et Changement Climatique »

Modélisation de la submersion marine liée aux cyclones au BRGM

S. Lecacheux, R. Pedreros, J. Rohmer, F. Paris, et collègues ...

Processus

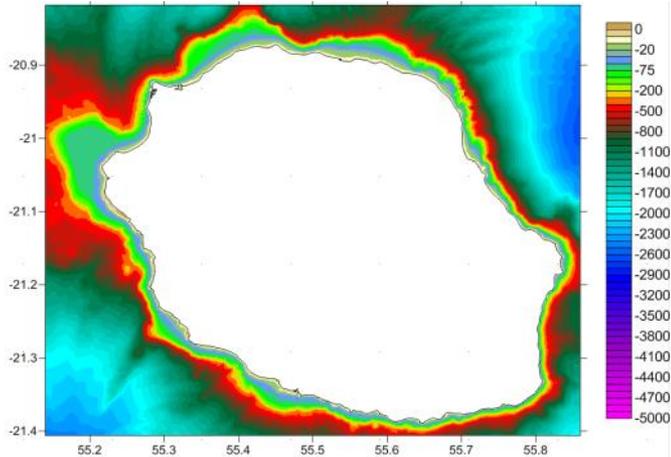
- Instantaneous level (incl. waves)
- Static level (Tide, atm. surge, wave set-up)
- - Still water level (Tide, atm. Surge)
- · Tide



Territoires et problématique

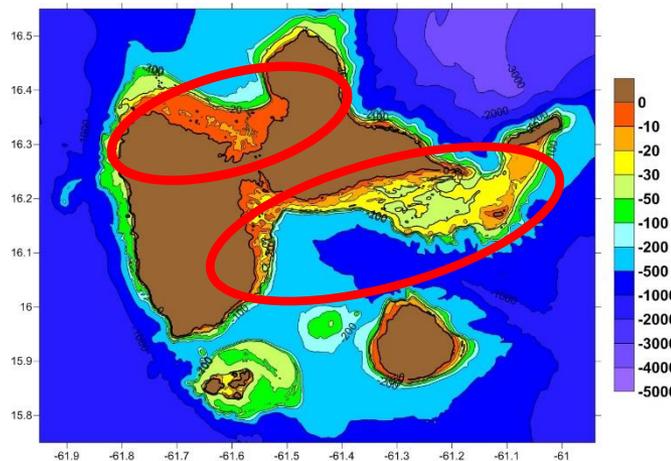
Dépendant de la topo et bathymétrie côtière !

Océan Indien : Réunion



- > Pas de plateau insulaire
- > Récifs frangeants ponctuels
- => Surcote modérée et forte expo aux vagues
- > Zone littorale élevée
- > **Submersion par franchissement de paquets de mer principalement**

Antilles (ex. Guadeloupe)

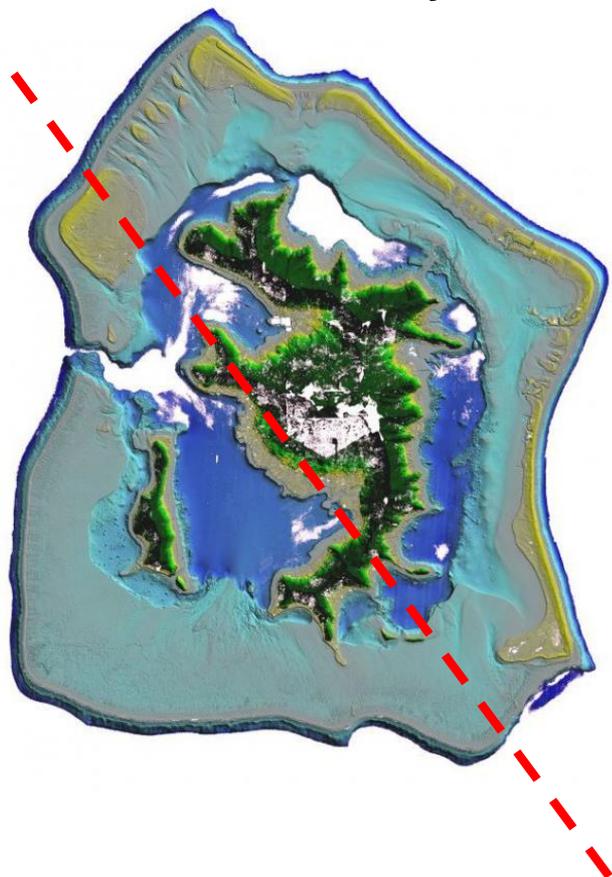


- > Plateau insulaire localisé
- > Récifs frangeants ponctuels
- > Culs de Sac en entonnoir
- => Surcote potentiellement importante mais secteurs protégés des vagues qui déferlent
- > Zones littorales basses
- > **Submersion par débordement et franchissement localement (Basse-Terre, Le Moule...)**

Territoires et problématique

Dépendant de la topo et bathymétrie côtière !

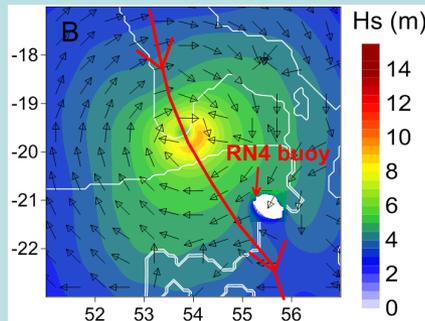
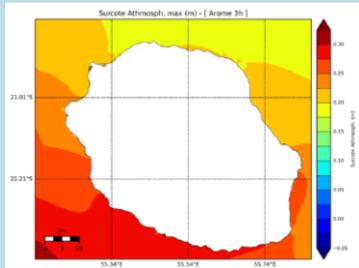
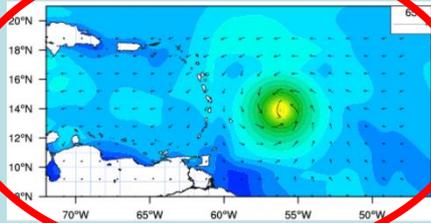
Océan Indien : Mayotte



- > Pas de plateau insulaire mais ...
- > Récif barrière délimitant un lagon important avec larges passes
=> Exposition aux vagues et aux surcotes
- > Forte influence de la marée sur le déferlement des vagues sur le récif et le wave-setup
- > Littoral tortueux comprenant des zones basses sur le littoral
- > **Fonctionnement hybride par débordement et franchissement en fonction des secteurs**

Modélisation

Generation - propagation



Models

Wind-pressure :

- Paramétrique
- Meso-NH (Fourni par MF Réunion)

(pluri kilométrique)

Hydrodynamic (tide and surge) :

- MARS-2DH (St Venant)

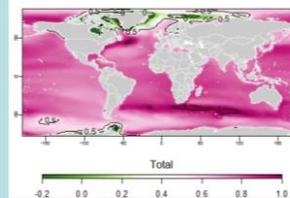
(qqkm => ~100m)

Waves :

- SWAN et/ou WW3 (spectral)

(qqkm => ~100m)

Climate Change

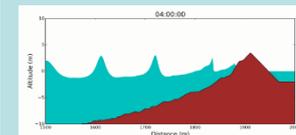
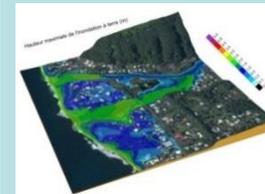


Sea level rise

Validation:

- Houlographes
- Marégraphes
- Données satellites
- Terrain post év.
- Témoignages

Flooding : overtopping and overflowing



Models

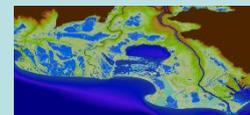
Overflowing :

MARS-FLOOD (St Venant)
(~10m => métrique)

Overtopping (1DH ou 2DH) :

SWASH (type Boussinesq)
(métrique voir infra-métrique)

Représentation du territoire

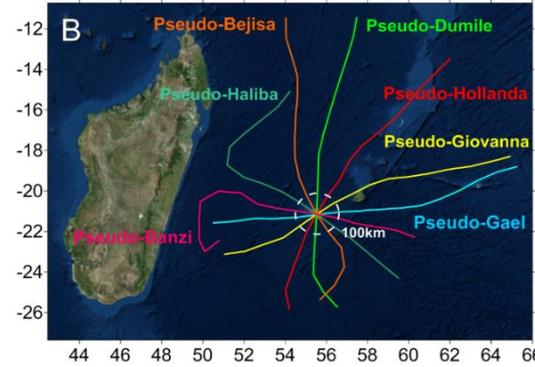
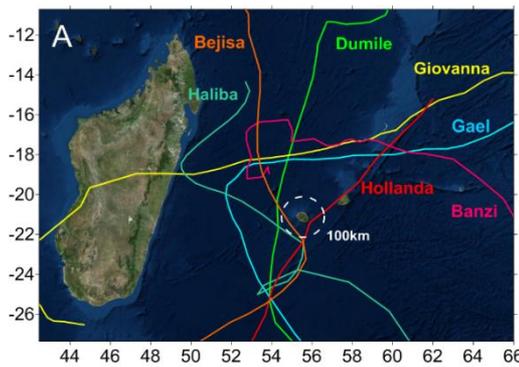


Topo-bathy
Ouvrages, etc.

Données d'entrée (vent, pression)

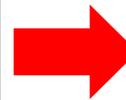
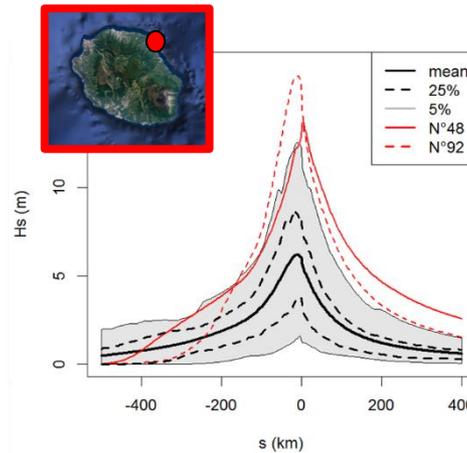
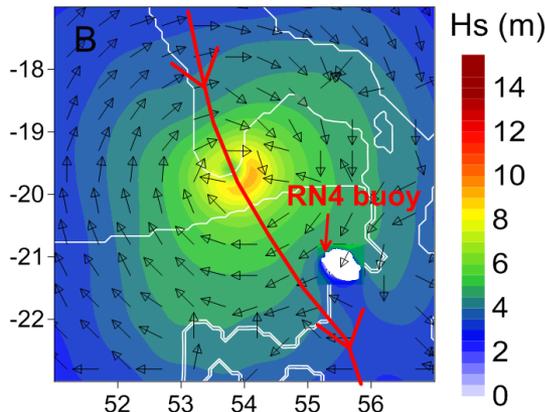
Analyse globale de sensibilité à La Réunion

- > 100 tirages aléatoires des caractéristiques du cyclone et recontitution des champs de vent paramétriques – modèle de Holland (**Météo-France OI**)



Paramètres du cyclone	Symbole	Min	Max
Angle d'approche	θ	5°	175°
Distance de passage	x_0	-100km	100km
Vitesse	V_f	5kt	20kt
Rayon des vents max	R_m	10km	50km
Intensité max	V_m	60kt	130kt
Variation de la pression	δP	-15hPa	+15hPa

- > Modélisation des vagues (**BRGM**)

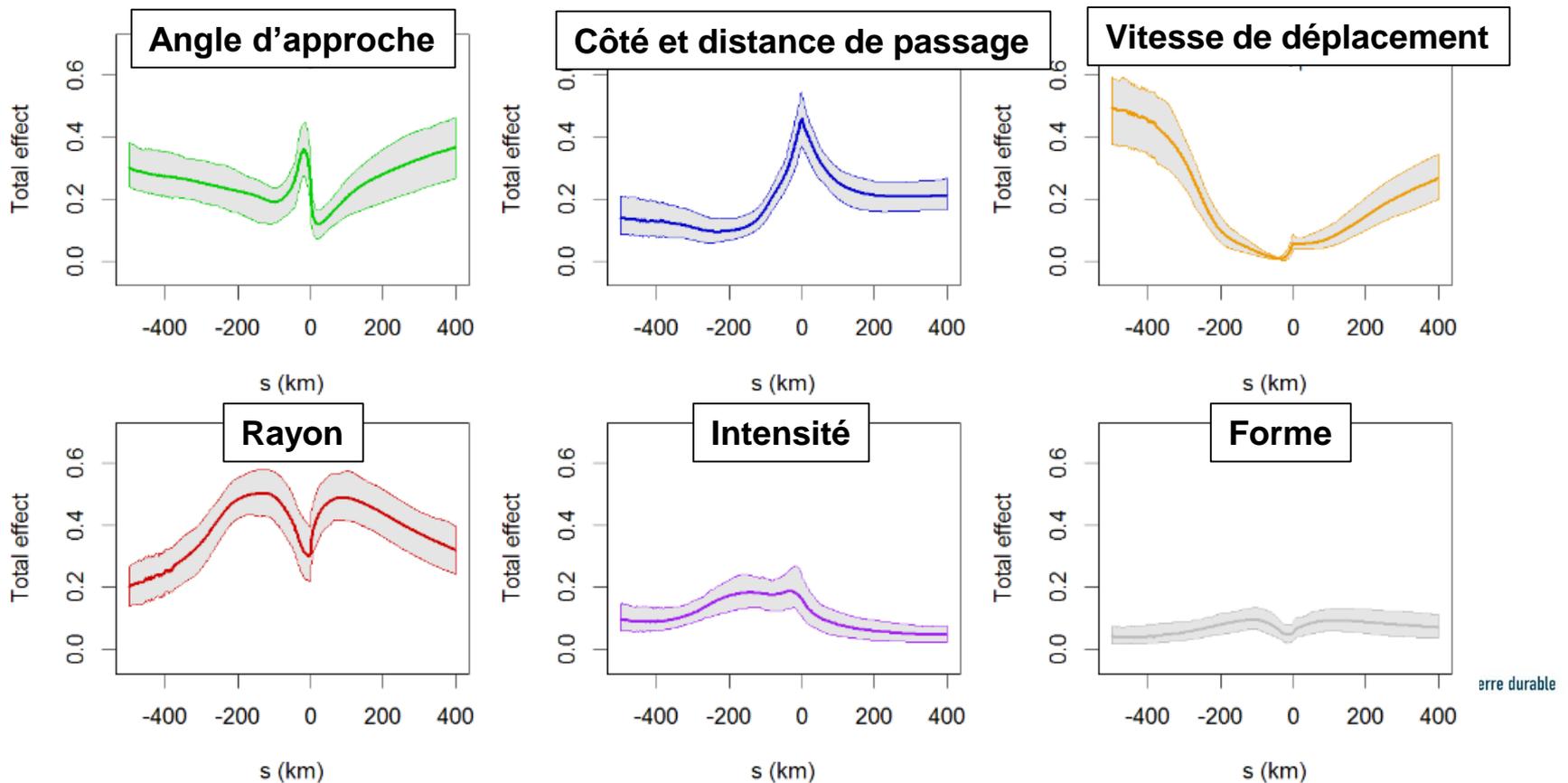


Génération d'une BDD de 40 000 cas avec un méta-modèle de type krigeage

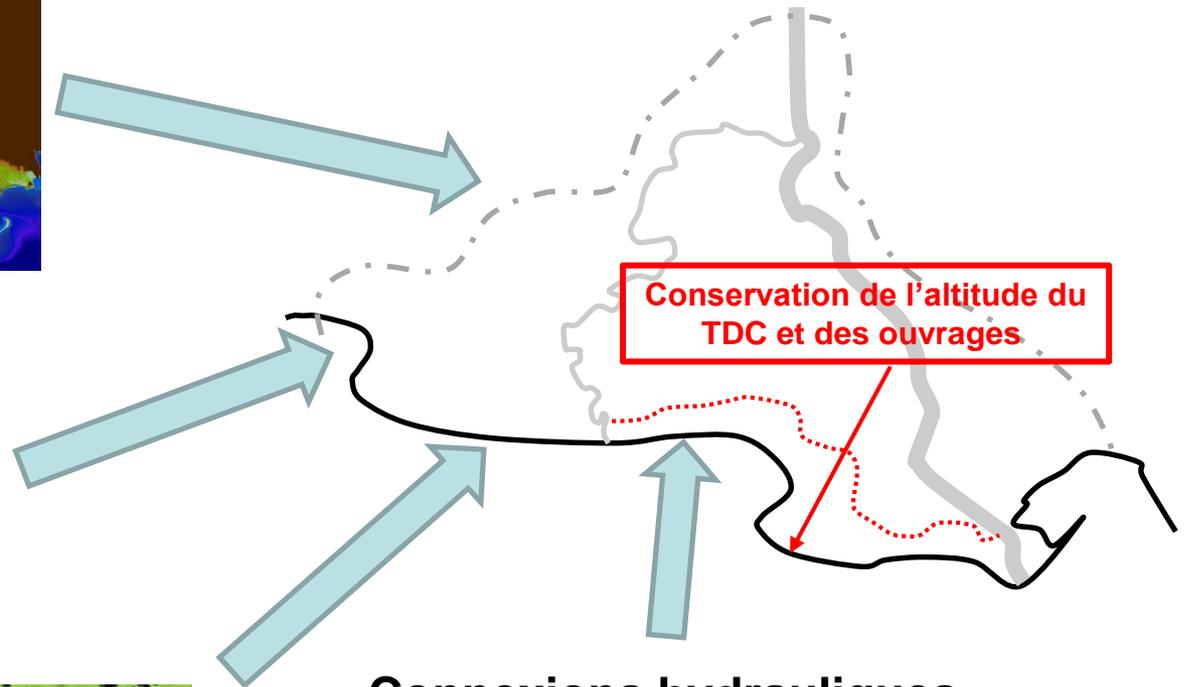
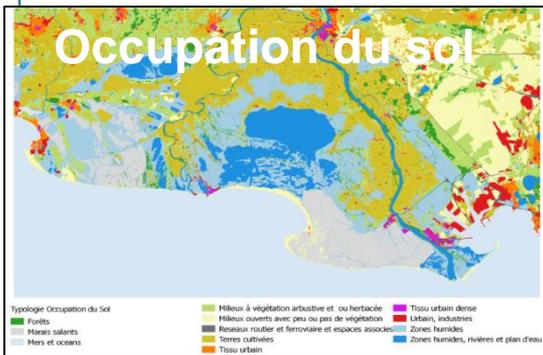
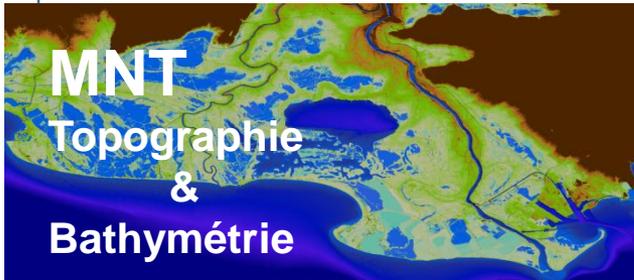
Données d'entrée (vent, pression)

Analyse globale de sensibilité à La Réunion

- Analyse de sensibilité (approche Monte-Carlo (Saltelli et al. 2010) en fonction de la distance (s) de l'œil par rapport à l'île (**BRGM**)



Représentation réaliste du terrain



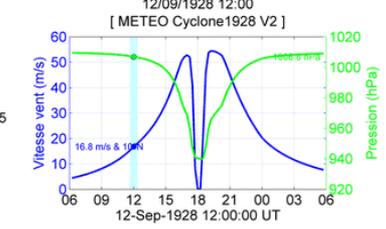
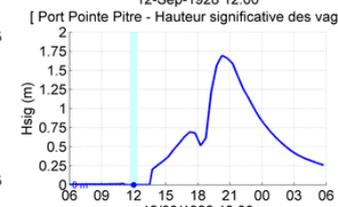
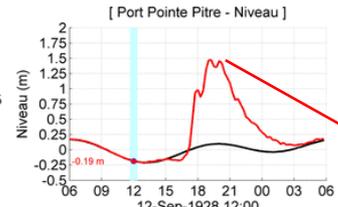
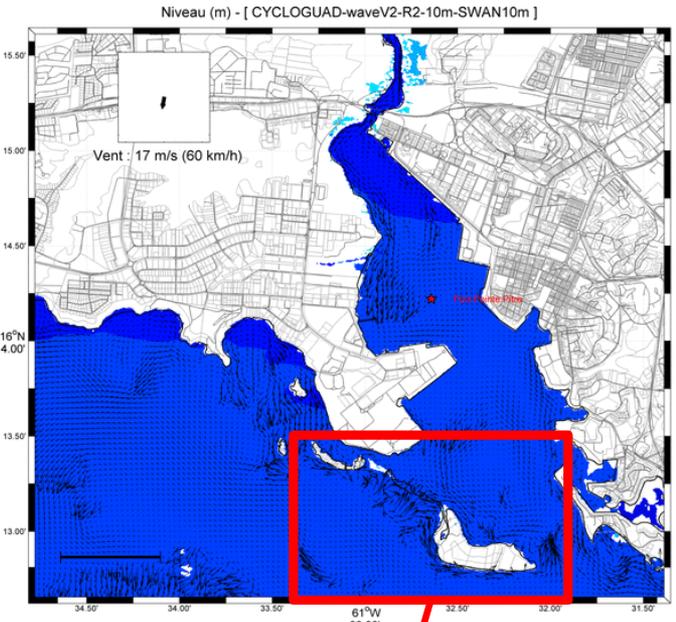
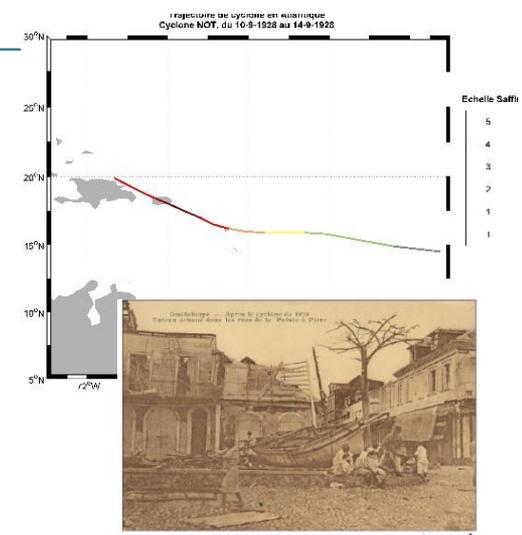
Connexions hydrauliques

=> Intégration d'un module dédié dans le code

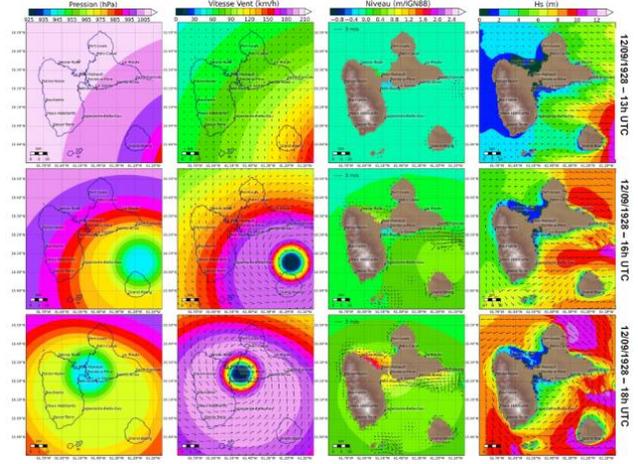
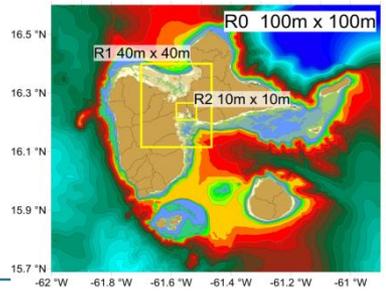
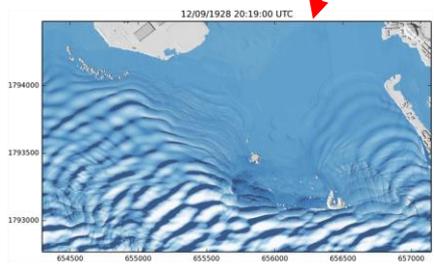


Ex 1. Projet OURAGAN 1928

- > Impact d'une submersion marine générée par un ouragan type 1928 sur l'agglomération pointoise aujourd'hui ?
 - Etude historique, SIG, modélisation numérique

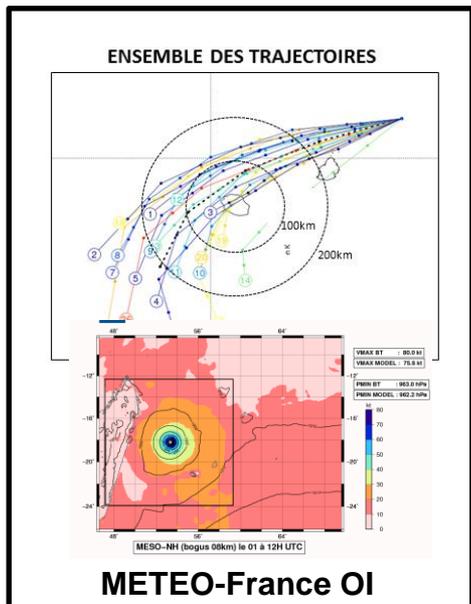


Baromètre inverse : 70cm
Marée : 20cm
Surcote liée au vent: 30cm
Surcote liée aux vagues : 30cm

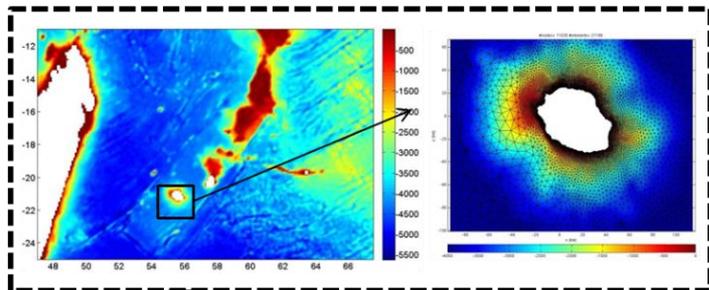


Ex 2. Projet ANR-2014 SPICy

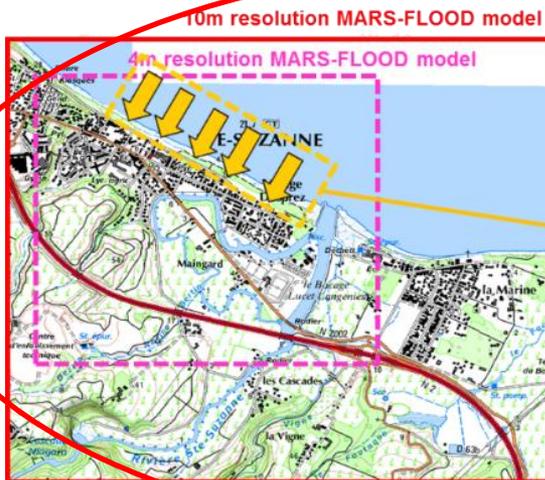
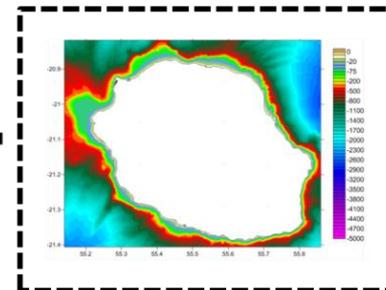
> WP2 : Prévision ensembliste des submersions marines à La Réunion



Wavewatch 3 two-way nested grids (10km => 300m)



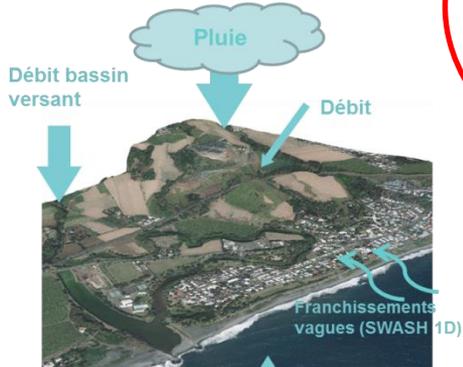
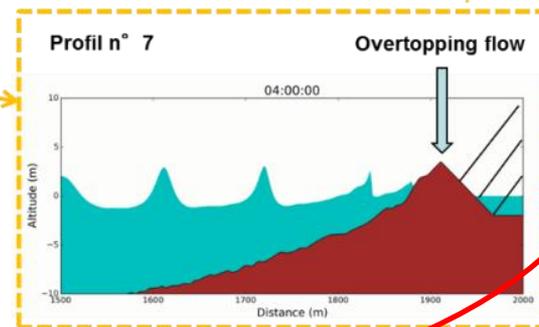
MARS-2DH grid (100m)



Sainte-Suzanne city



1m resolution SWASH profiles



Niveau d'eau
= marée + surcote atmosphérique + setup
(modèle régional)

Problématique : temps de calcul incompatible pour de la prévision !

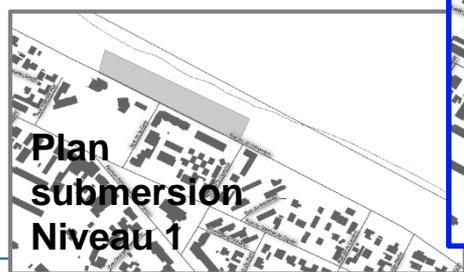
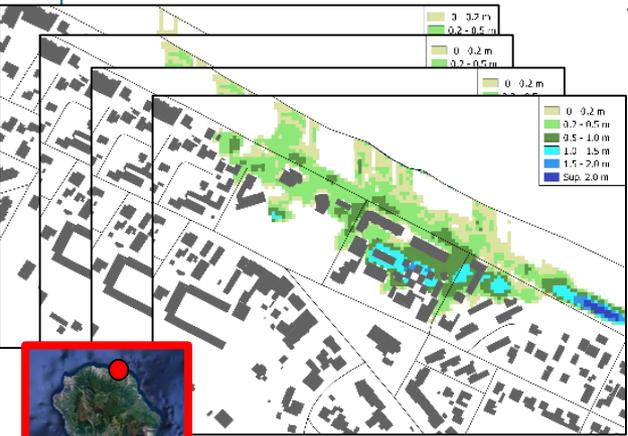
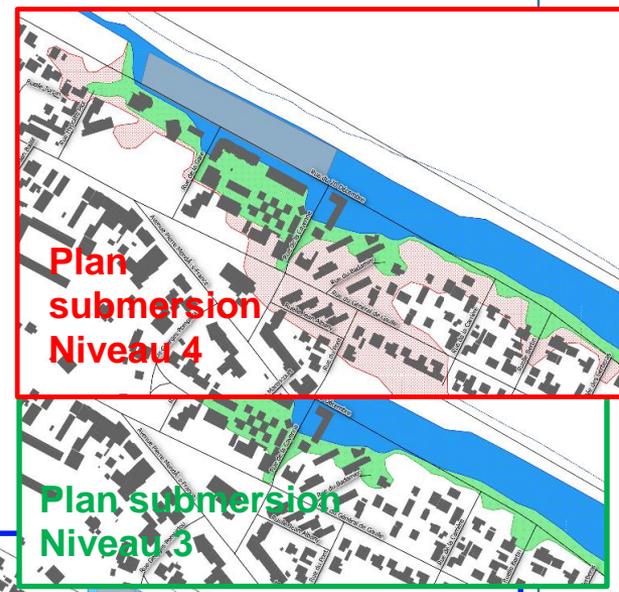
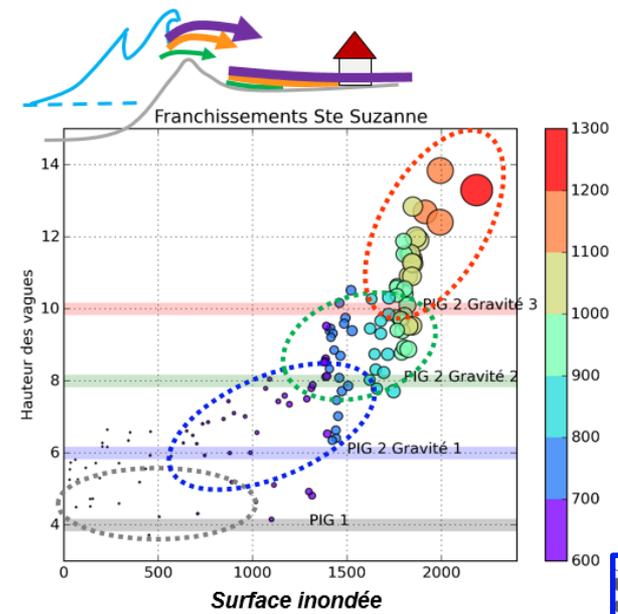
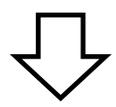
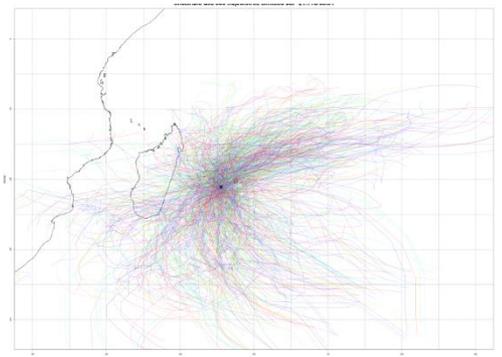


Ex 2. Projet ANR-2014 SPICy

> WP2 : Prédiction ensembliste des submersions marines à La Réunion

- Création d'une BDD de 500 cas cycloniques (Météo-France OI + BRGM)

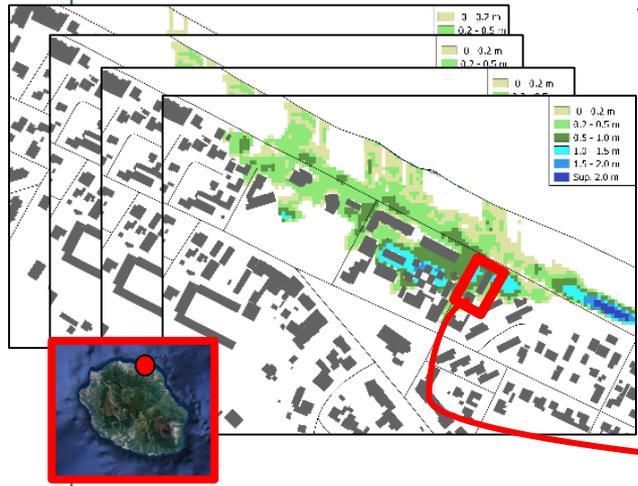
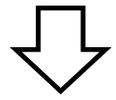
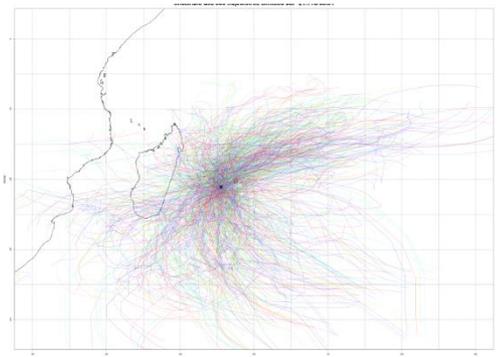
- Solution 1: Exploitation pour créer des atlas d'impact (BRGM + Mines d'Ales)



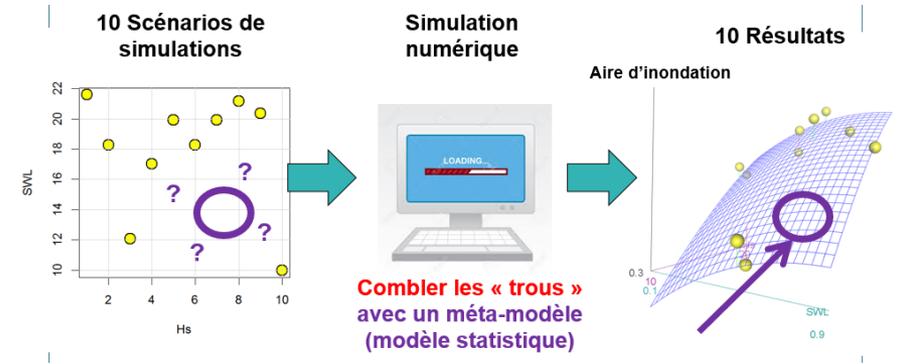
Ex 2. Projet ANR-2014 SPICy

> WP2 : Prédiction ensembliste des submersions marines à La Réunion

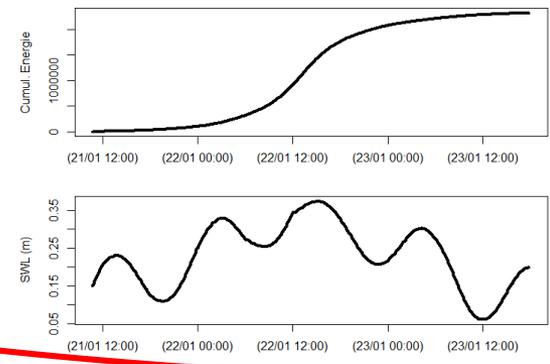
- Création d'une BDD de 500 cas cycloniques (Météo-France+BRGM)



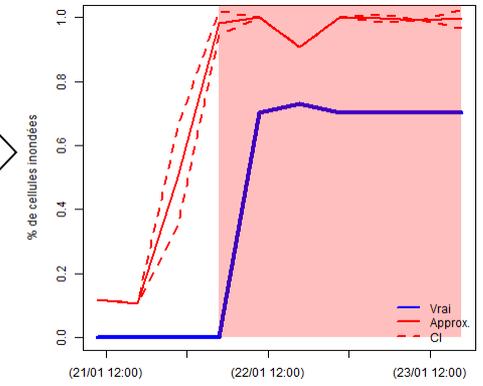
- Solution 2 : Exploitation pour construire un méta-modèle permettant du calcul en temps réel (BRGM)



Conditions marines (50m)

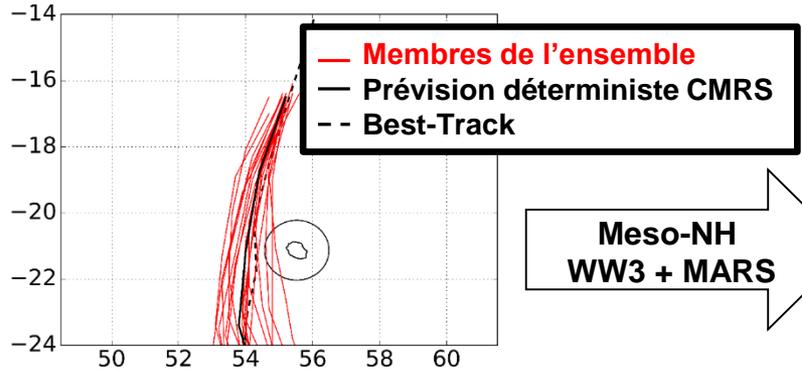
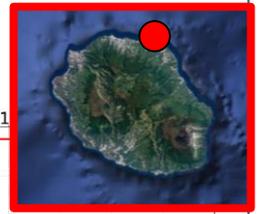


Probabilité que le secteur soit inondé

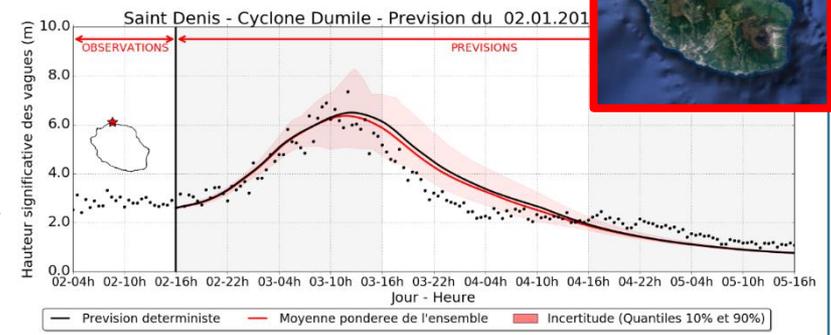


Ex 2. Projet ANR-2014 SPICy

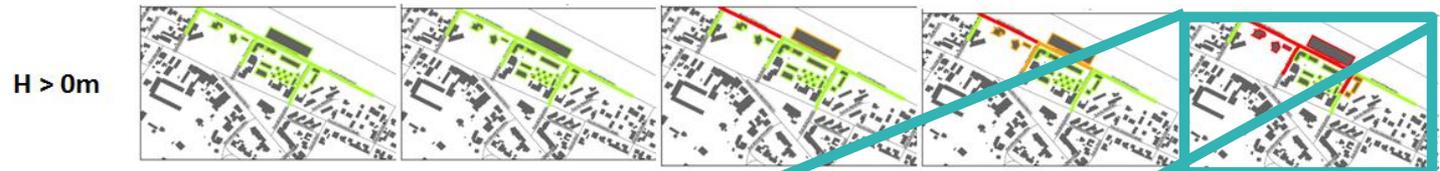
> Application sur le cyclone DUMILE (2013)



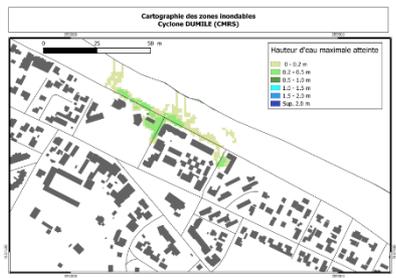
Meso-NH
WW3 + MARS



01-12UTC 02-18UTC 03-00UTC 03-06UTC 03-12UTC 03-18UTC



A comparer à
la « vérité »
best track



Bilan / perspectives Submersion au BRGM

- > **Echelle locale et site-spécifique**

- > **Beaucoup de temps en collecte de données, pre-processing, et temps de calcul longs !**
 - Recours croissant aux méta-modèles pour études d'aléa (création de BDD), analyses de sensibilité et calcul temps réel

- > **Amélioration permanente de la suite de modèles utilisée**
 - En lien avec le GDR CROCO (hydro / débordement)
 - En lien avec le projet UHAINA (code St-Venant/Boussinesq en éléments finis)

- > **Prise en compte des effets du changement climatique**
 - ANR STORISK

Merci de votre attention