Modélisation numérique de la submersion à Gâvres

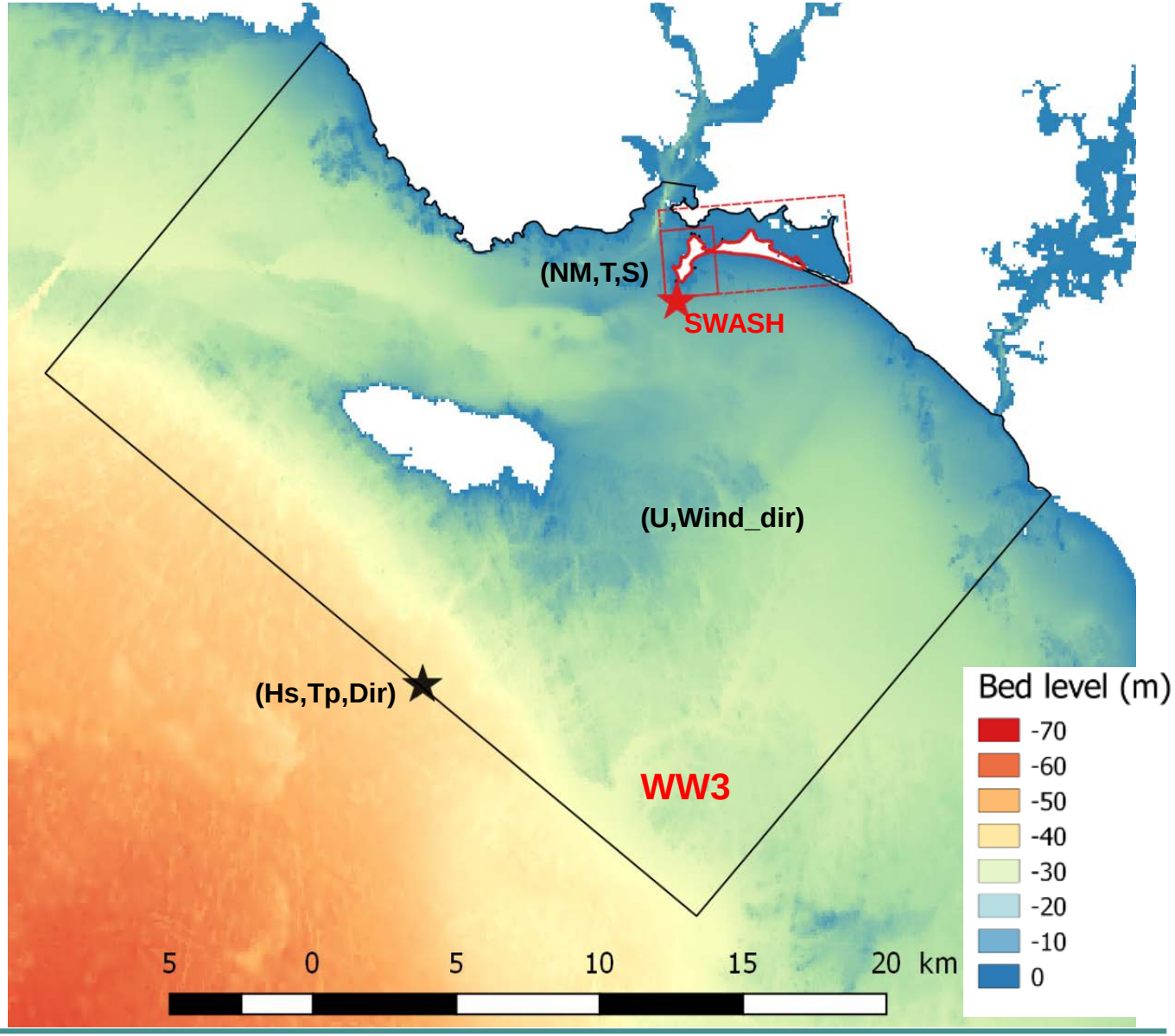
R. Pedreros, D. Idier, S. Le Roy

Séminaire de restitution du projet ANR RISCOPE, 1-2 février 2022

Implantation des modèles

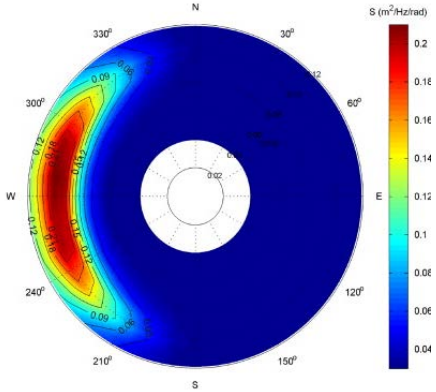
WW3 – spectre directionnel: *résout l'équation de conservation de la densité d'action des vagues. Capable de simuler la génération par le vent, la propagation dans l'espace (réfraction, interactions avec les courants, …) et la dissipation (frottement au fond, déferlement, etc…).*

SWASH – (vague à vague) : *code non-hydrostatique capable de simuler la propagation des vagues, la zone de levée, le déferlement et la submersion marine (niveaux d'eau et courants)*



Implantation des modèles

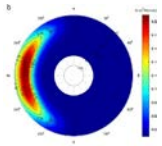
Conditions des vagues et vent
(Hs,Tp,Dir, U, Wind_dir) (t)

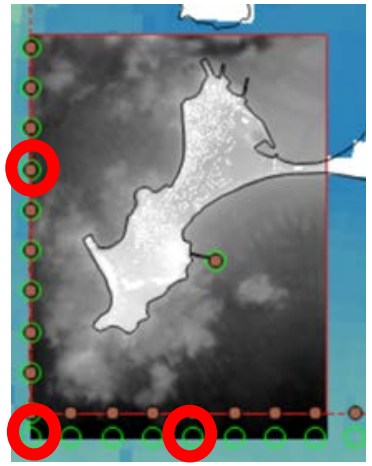


WW3

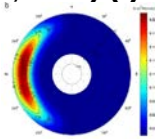
Niveaux d'eau
(NM,T,S) (t)

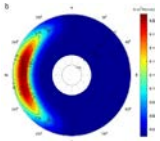
(Hs1,Tp1,Dir1) **(t)**





(Hs2,Tp2,Dir2) **(t)**





(Hs3,Tp3,Dir3) **(t)**

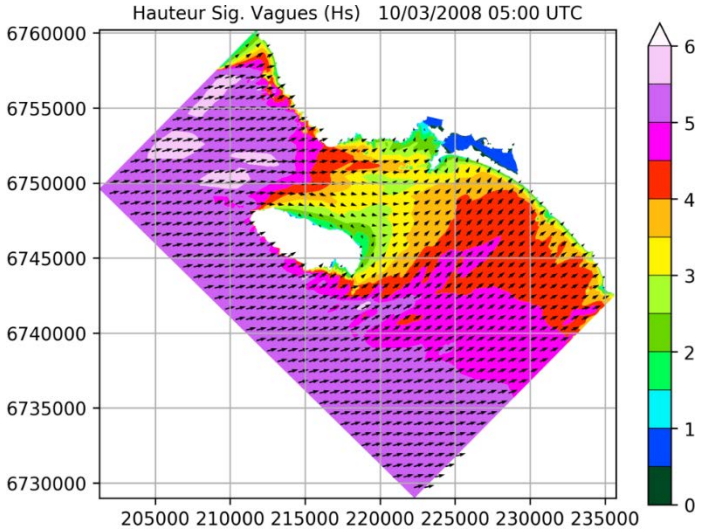
SWASH **Initialisation sur 10min**

SWASH **De t=0 à t=10min**

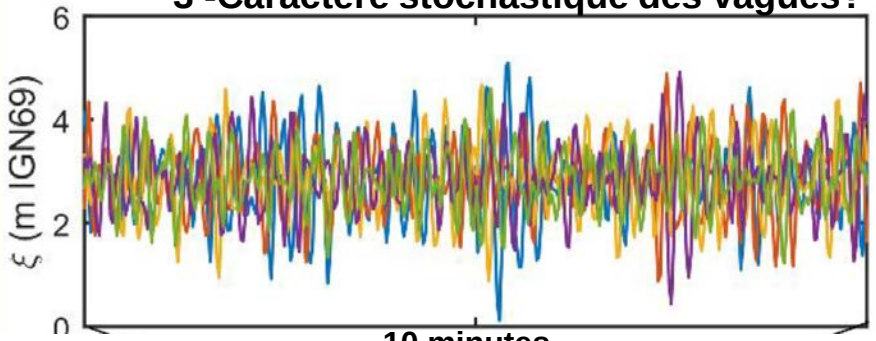
....

SWASH **De t=6h à t=6h10min**

(xe,u,v)(x,y,t)



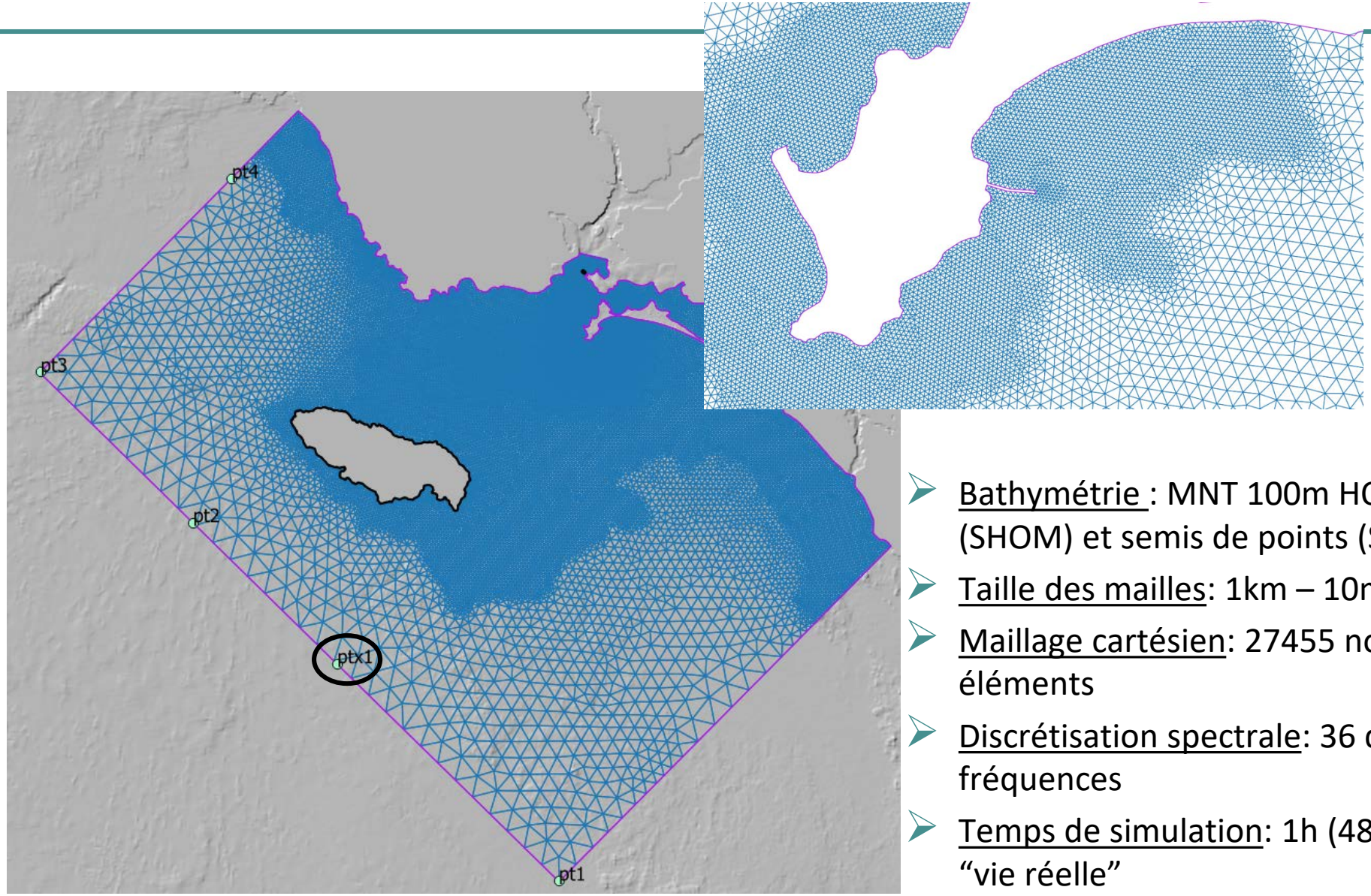
3 -Caractère stochastique des vagues?



10 minutes

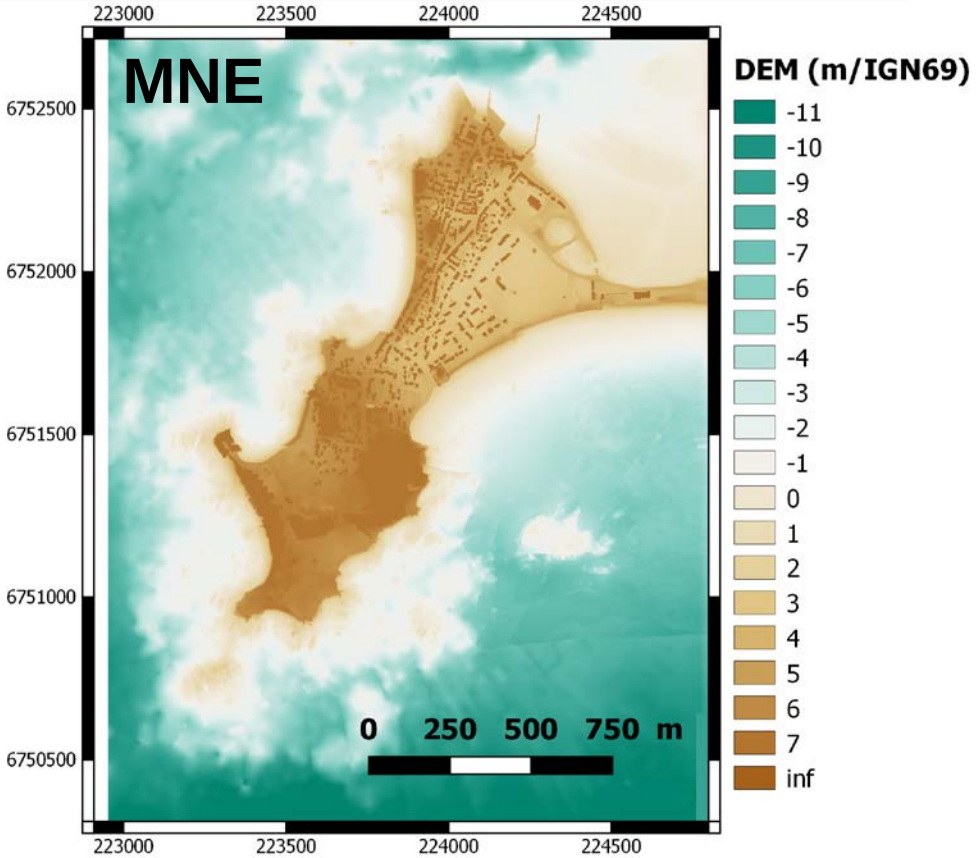
1- Capacité à reproduire la submersion?
2- Capacité à reproduire les ondes infragravitaires?

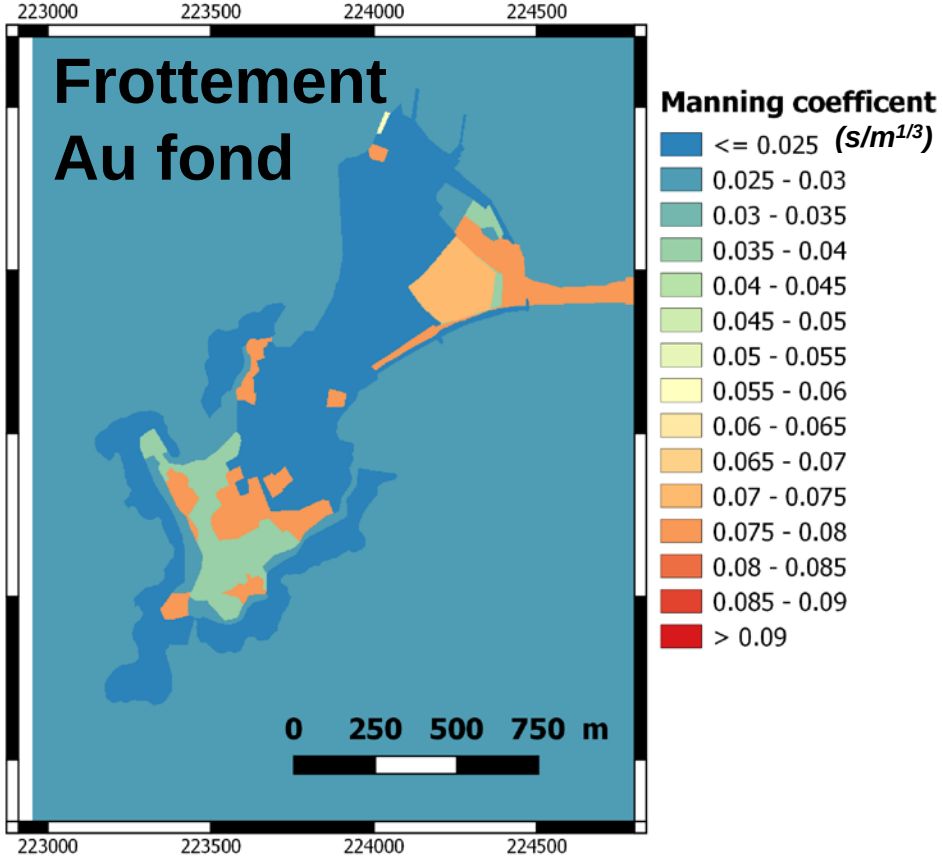
Implantation des modèles: WW3



- Bathymétrie : MNT 100m HOMONIM (SHOM) et semis de points (SHOM, DHI)
- Taille des mailles: 1km – 10m
- Maillage cartésien: 27455 nœuds, 54912 éléments
- Discrétisation spectrale: 36 directions, 24 fréquences
- Temps de simulation: 1h (48 CPU) –> 24h “vie réelle”

Implantation des modèles : SWASH

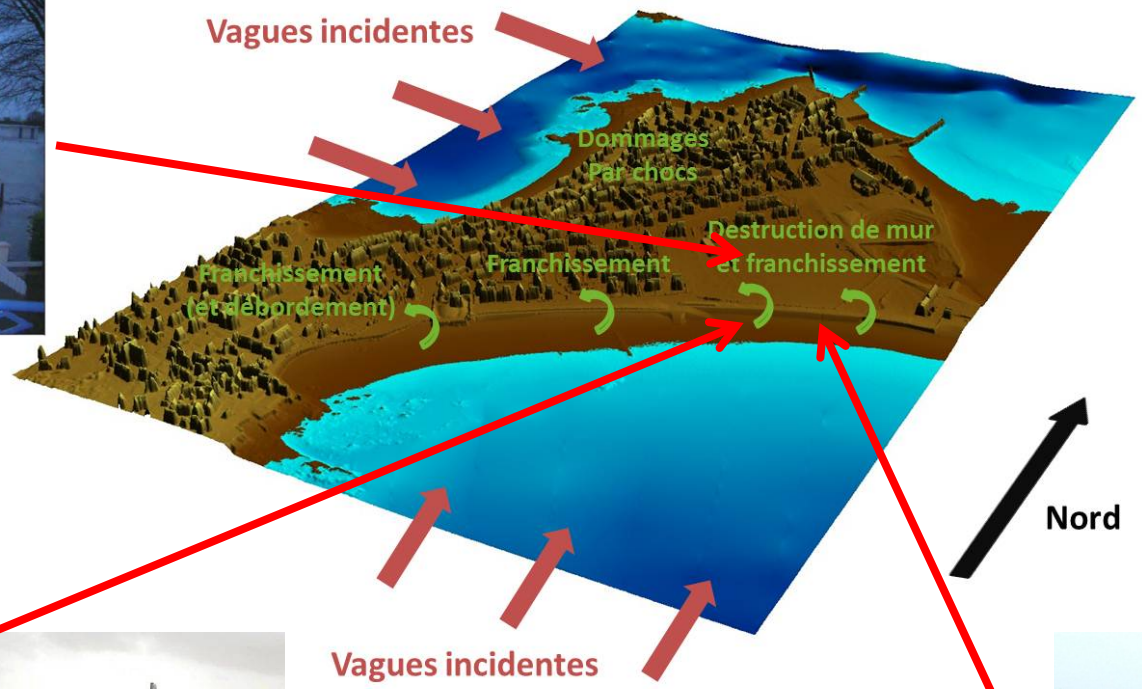


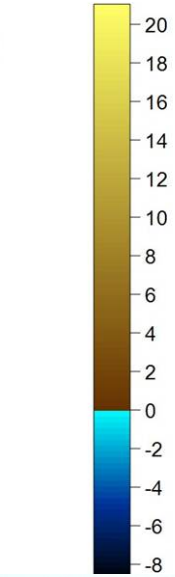


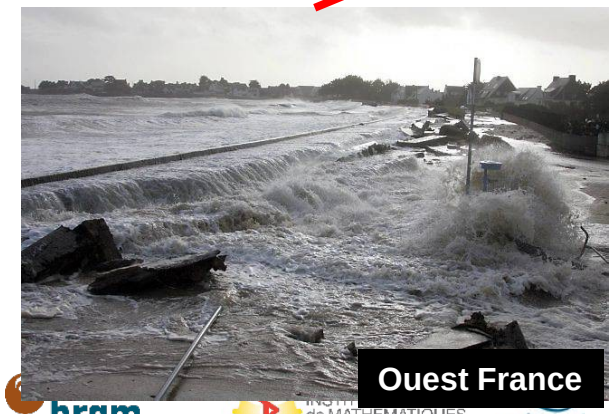
- Topo-Bathymetrie : RGE-ALTI-1m (IGN), acquisitions RISCOPE **DGPS-RTK** (route, ouvrages de défense), MNT 100m HOMONIM (SHOM), Semis de points (SHOM, DHI), **sondeur multifaisceaux** (Lorient Agglo)
- Bottom friction : LittoCMOS + corrections manuelles
- Taille des mailles : 3m, Grille cartésienne: 625 252 mailles- 2 couches verticales, Pas de temps : 0.08s (12.5 Hz)
- Temps de simulation: ~10h (48 CPU) -> 1h “vie réelle”

1- Reproduction de la submersion : tempête Johanna, 10-11 Mars 2008

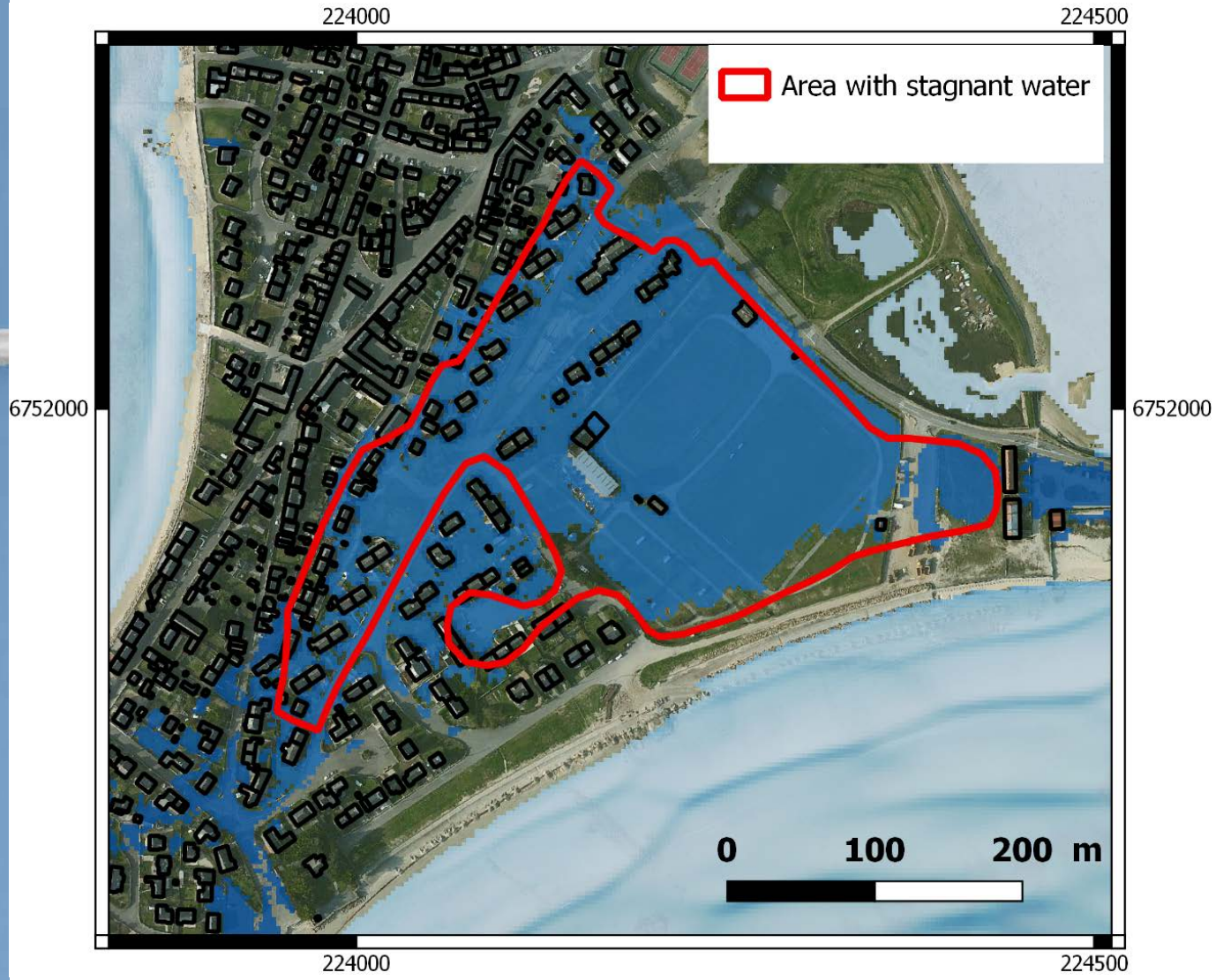
- **Pleine mer: 05h11 UTC, coeff. 106**
- **Franchissements par paquets de mer**







1- Reproduction de la submersion : tempête Johanna, 10-11



1- Reproduction de la submersion : tempête Johanna, 10-11 Mars 2008

Maisons inondées

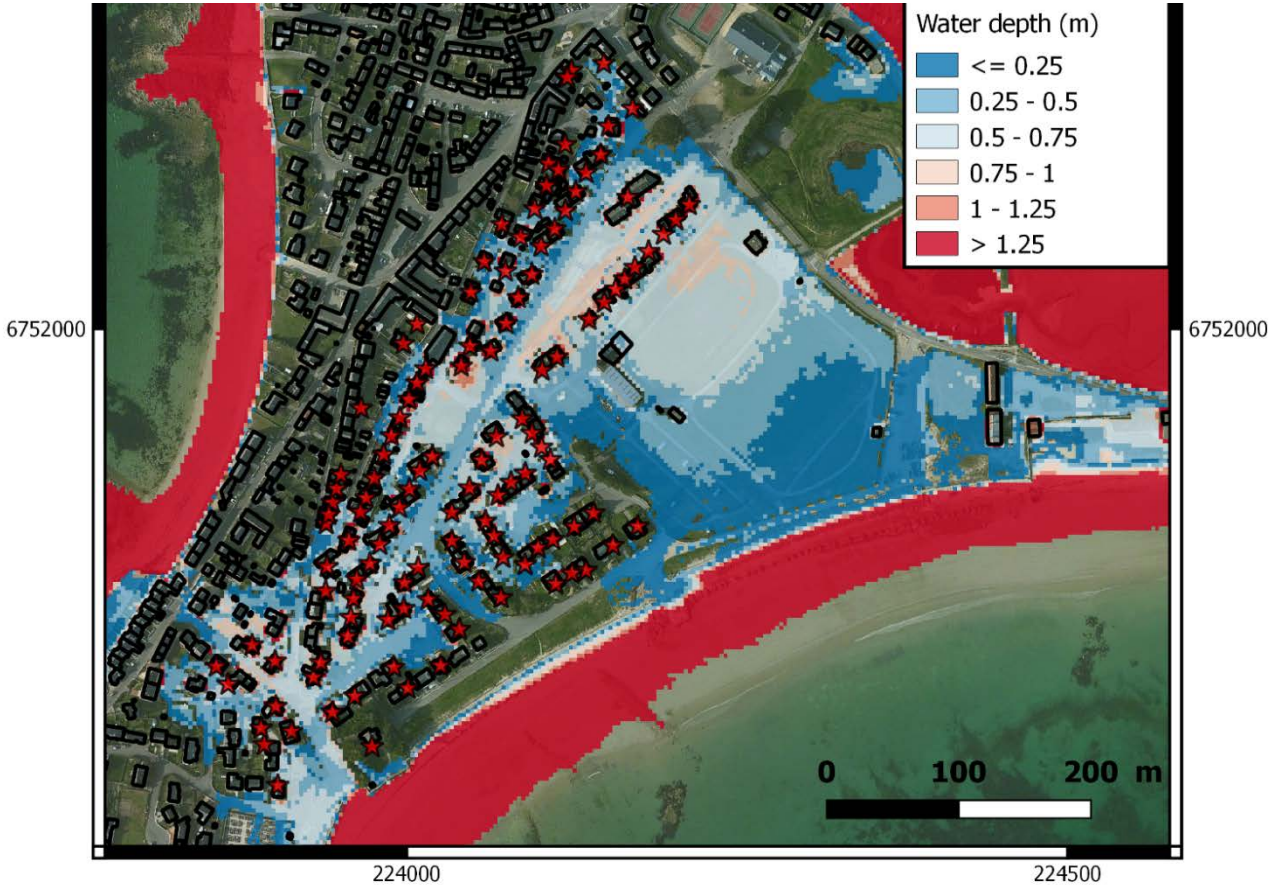
Observations: 123

Model : 128

Vrais positifs : 112

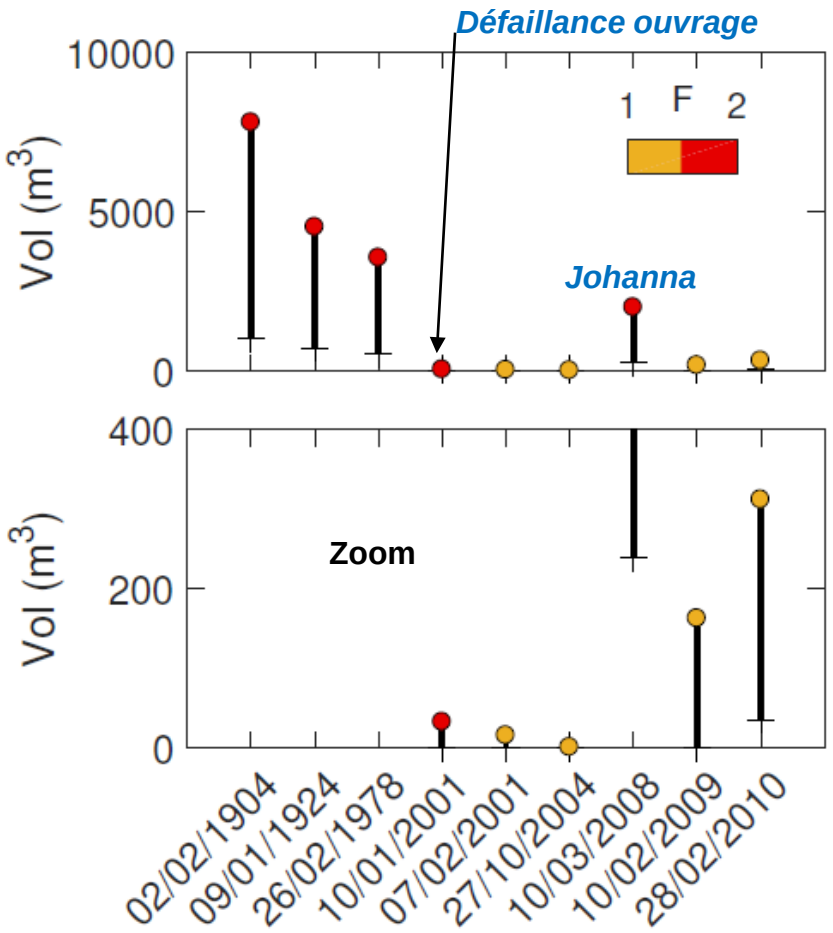
Faux positifs : 16

Hauteur d'eau maximale



1- Reproduction de la submersion : indicateurs sur 9 événements historiques

Exploitation des bases de données hydro-météo et des dommages

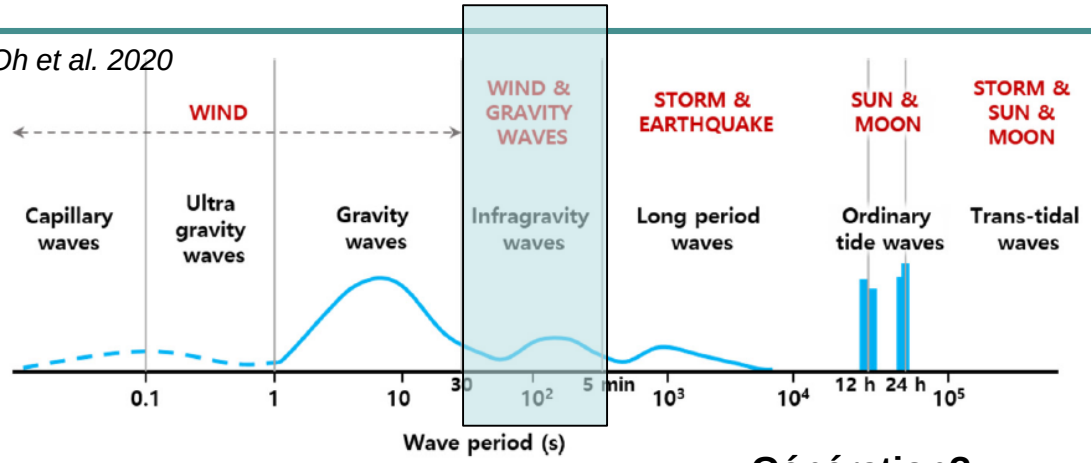


- Indicateur: volume entrant sur 15 minutes à la PM

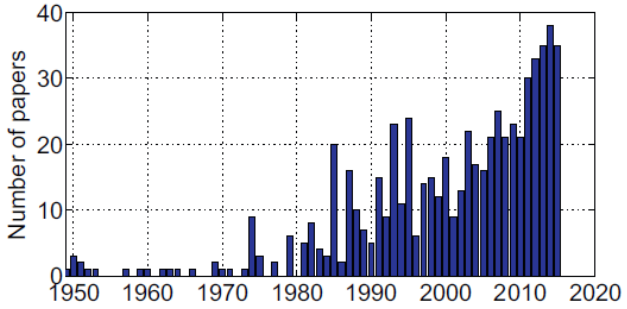
- MNE 208

2 - Capacité de la modélisation à reproduire les ondes Infragravitaires?

Oh et al. 2020



Impact majeur sur l'hydrodynamique et la morphodynamique côtière !!

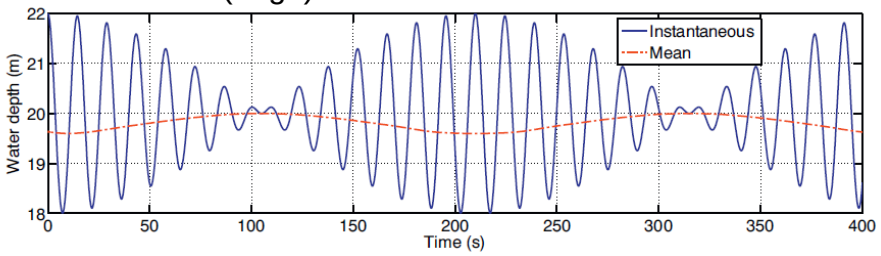


Nombre d'articles/année
(Bertin et al. 2018)

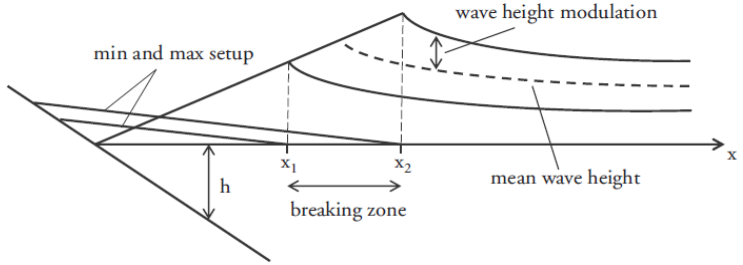
Génération?

Lien entre les vagues (1s – 25 s) et les ondes infra IG ~ 1950

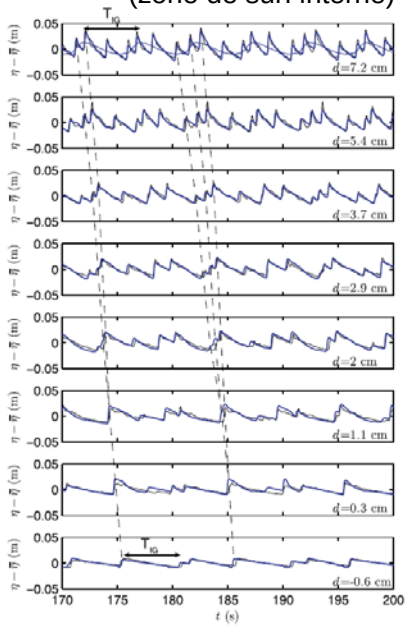
1- Ondes liées (bound waves)
(large)



2- Modulation position zone de déferlement



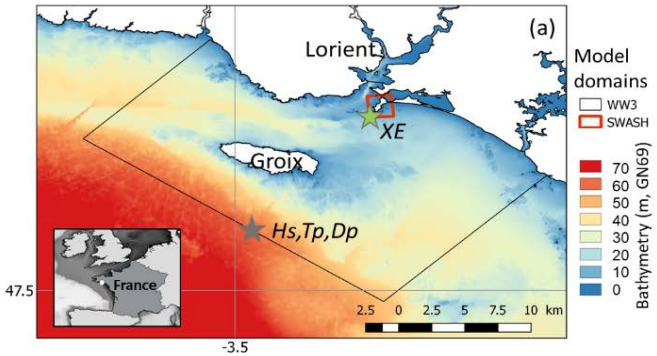
3- Bore Merging
(zone de surf interne)



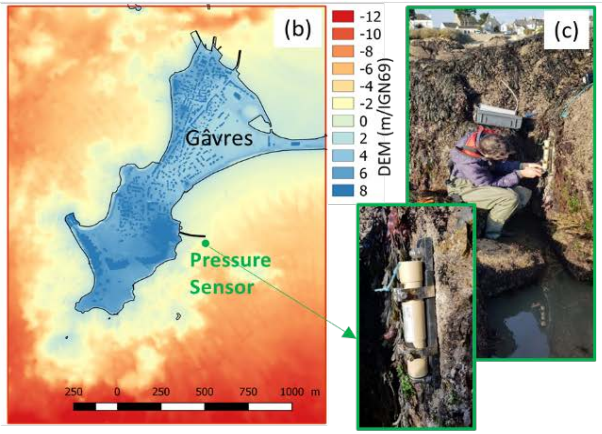
Mais également les IG réfléchies et interactions avec le IG incidentes!!!

2- Capacité de la modélisation à reproduire les ondes Infragravitaires?

Modèles WW3+ SWASH



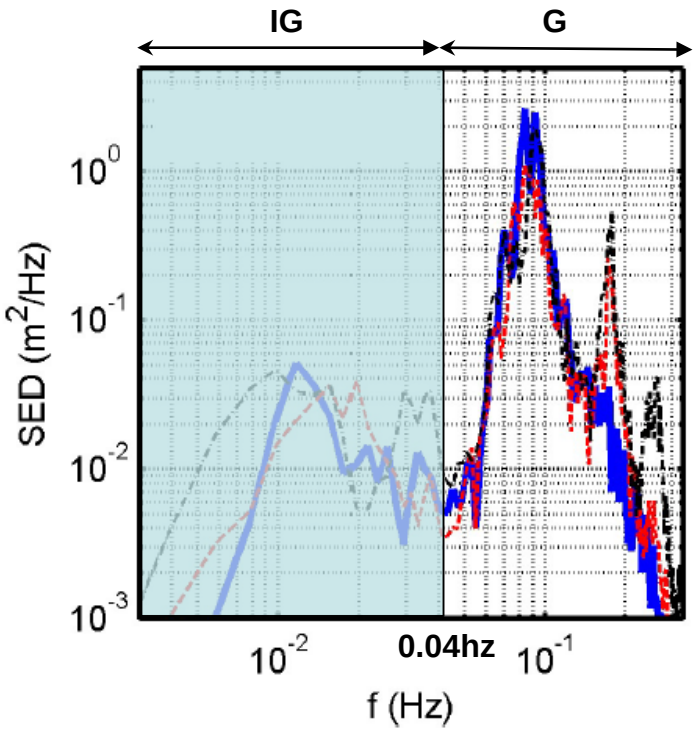
Mesures



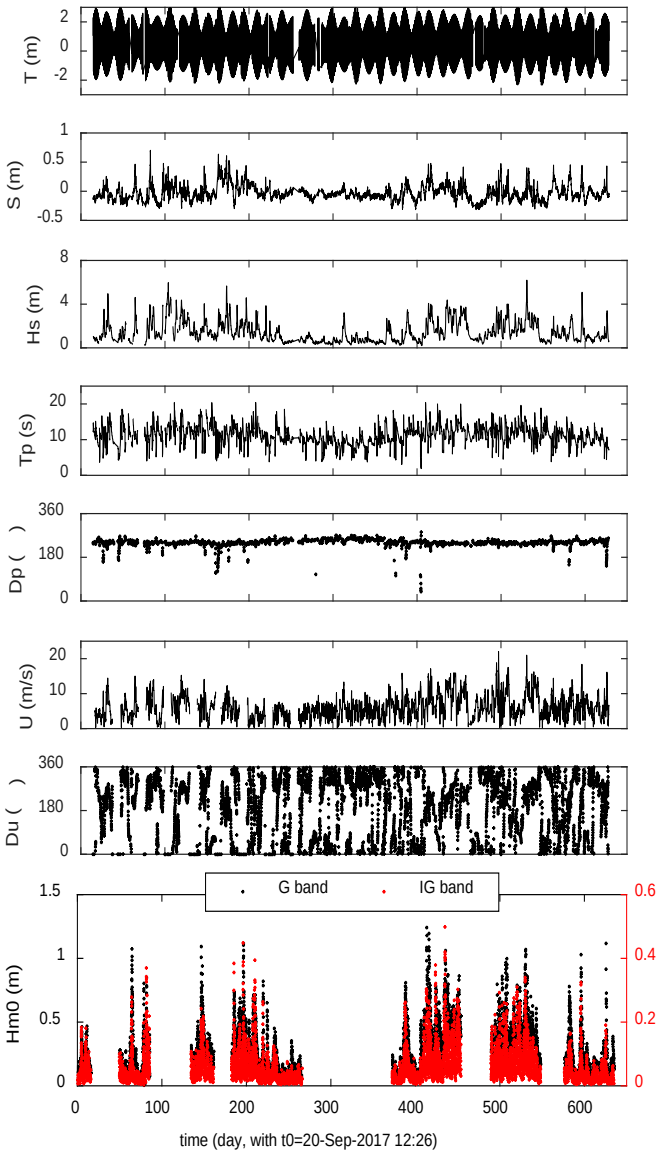
Environnement complexe

$$Hm0 = 4\sqrt{m0}$$

$$m0 = \int_{fmin}^{fmax} E(f)\partial f$$

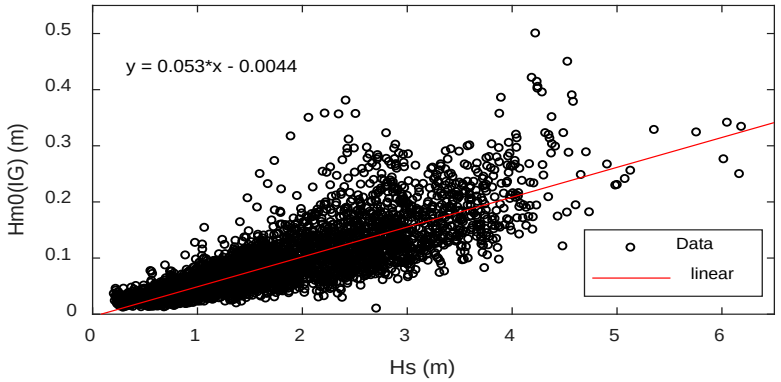


2 - Caractérisation des IG à partir des mesures

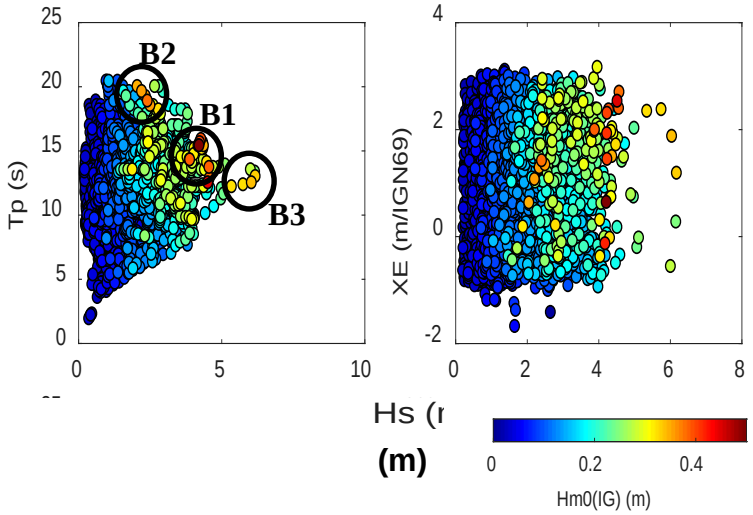


- **Période analysée : du 09/2017 à 06/2019**
- **Burts de 17min à 2hz (1/2 h puis 1h)**
- **Exploitation (capteur immergé): 7444 bursts de 17min**

1- Relation Hmo IG et Hs offshore

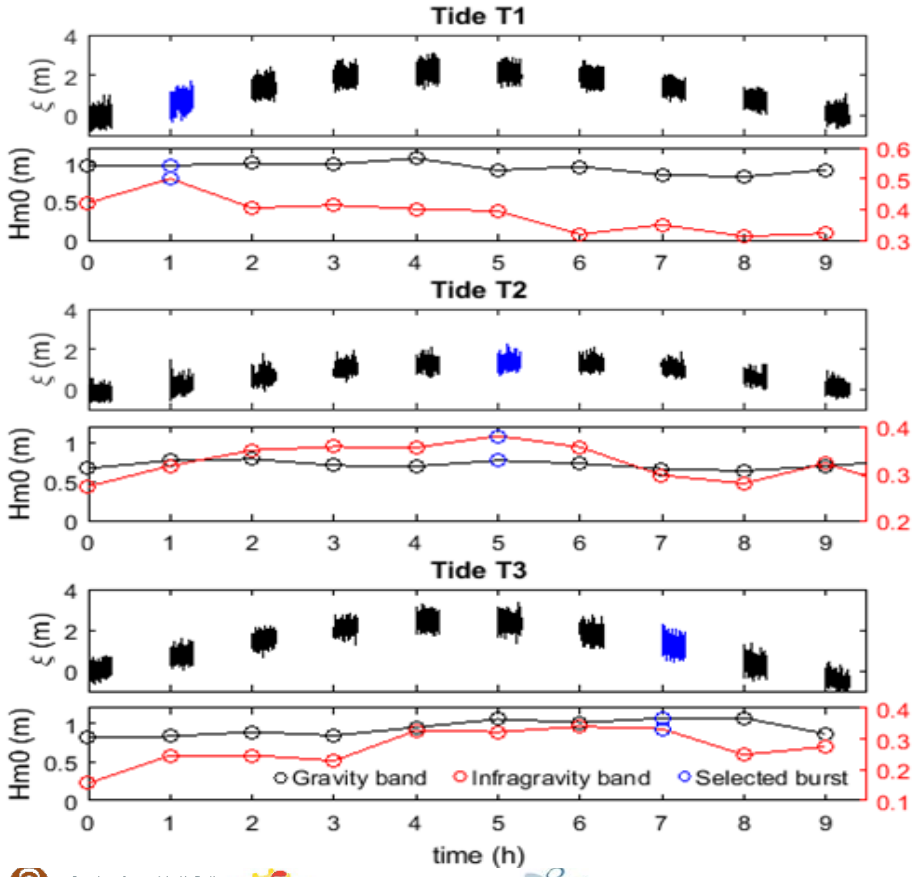


2- Relation Hmo IG et Tp et Xe?



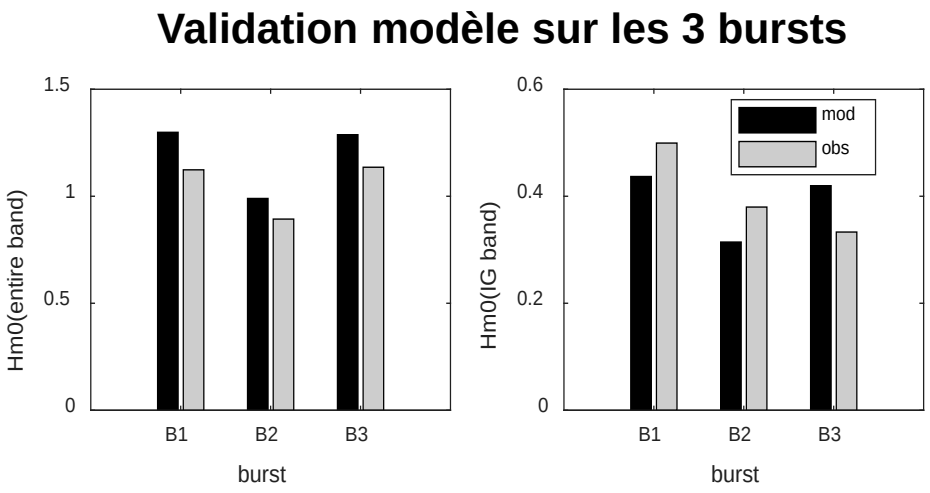
2- Caractérisation des IG à partir des mesures : modulation tidale Hmo IG

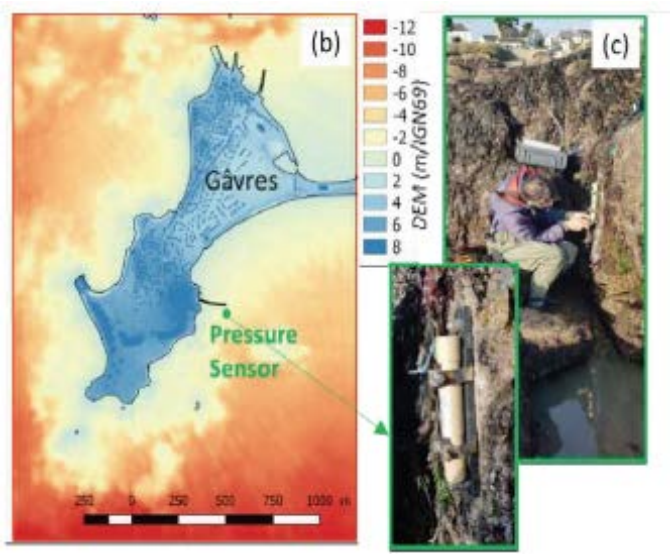
Burst	T (m)	S (m)	Hs (m)	Tp (s)	Dp (°)	U (m/s)	Du (°)
B1	0.41	0.22	4.23	15.38	232.0	13.12	183.5
B2	1.45	-0.03	2.42	18.86	231.0	10.59	82.4
B3	0.99	0.19	6.19	12.99	232.0	20.03	259.6

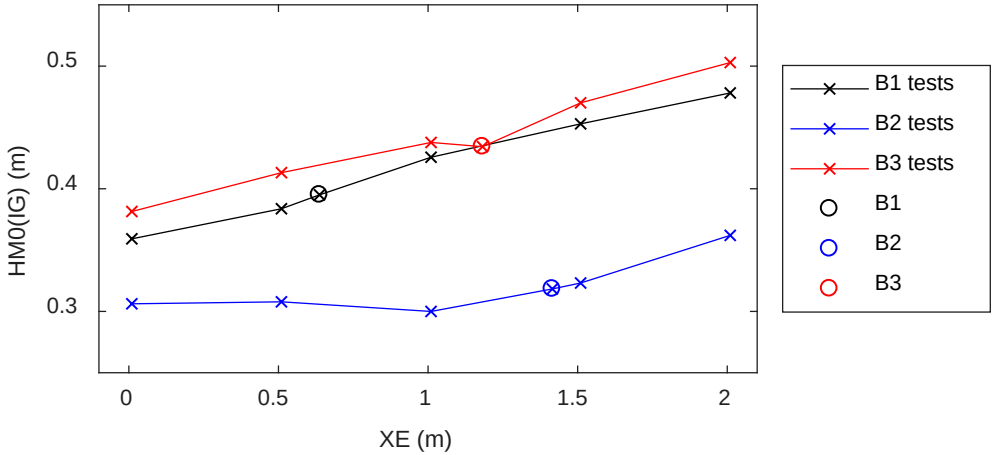


- **Hmo IG les plus grands ne correspondent pas aux marées les plus fortes!**
- **Mais modifications légères des forçages au cours du cycle de marée**
- **Idée : exploitation du modèle (WW3/SWASH) pour garder toujours des conditions de forçage homogènes et faire uniquement varier le niveau d'eau**

2 - Caractérisation des IG à partir des modèles: modulation tidale Hmo IG

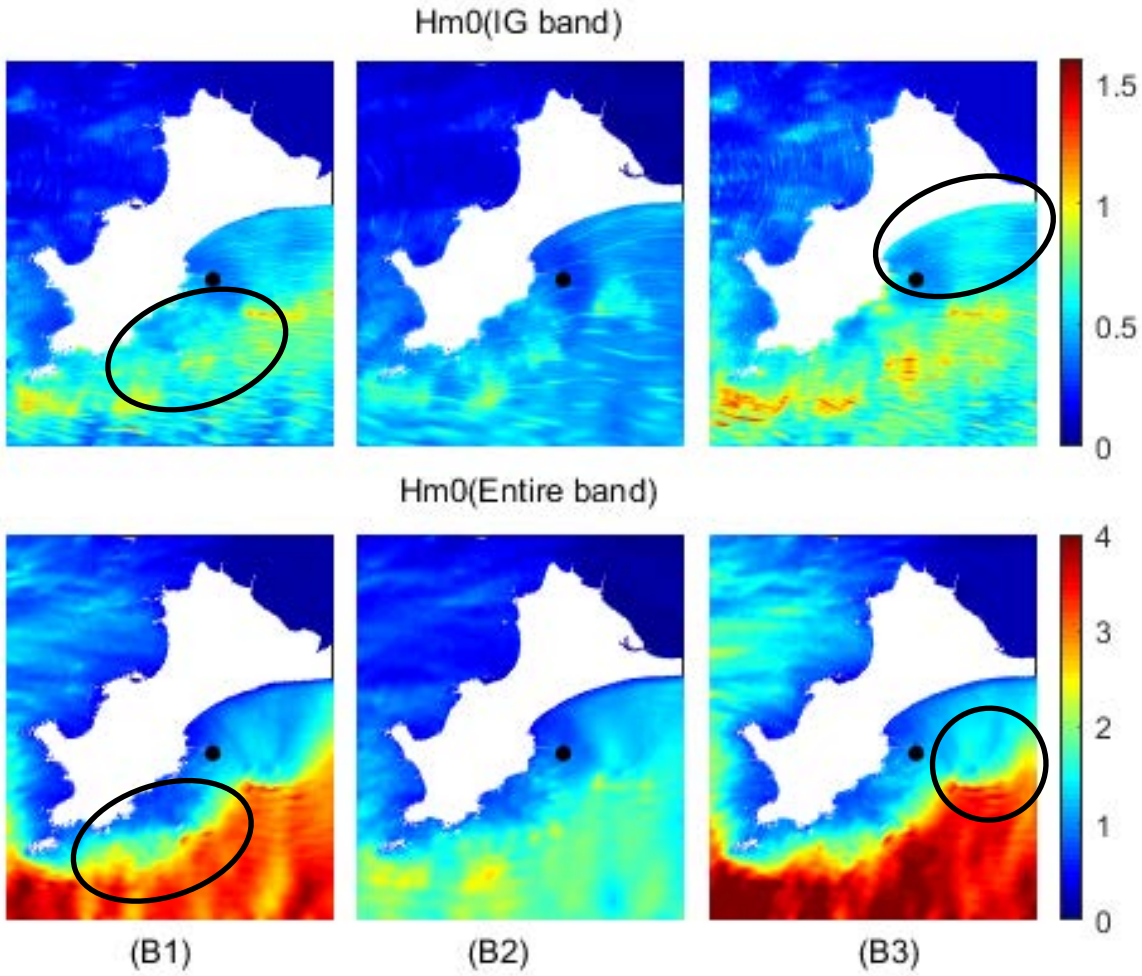






Augmentation de 18 to 33% pour des XE de 2m

2 - Caractérisation des IG à partir des modèles: modulation spatiale



1- Capteur dans une zone de déferlement interne, caractérisée par des faibles Hmo IG

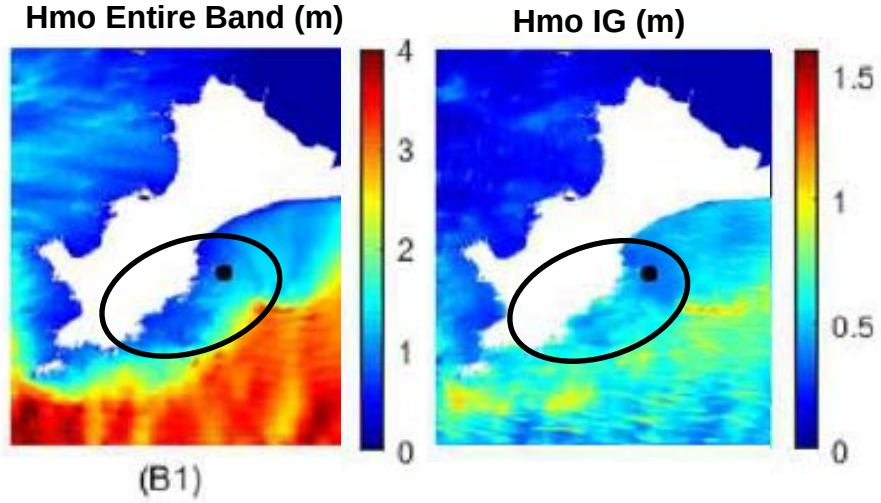
2- Forte variation spatiale des Hmo IG

3- Hmo IG peuvent atteindre ~1m

4 – Hmo IG ~0.6m proche du rivage sur la plage nord

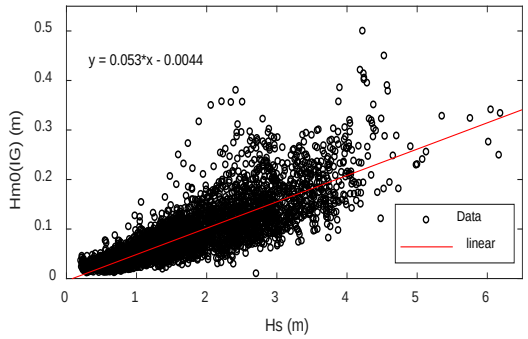
5 – valeurs de Hmo IG les plus faibles pour B2 (swell)

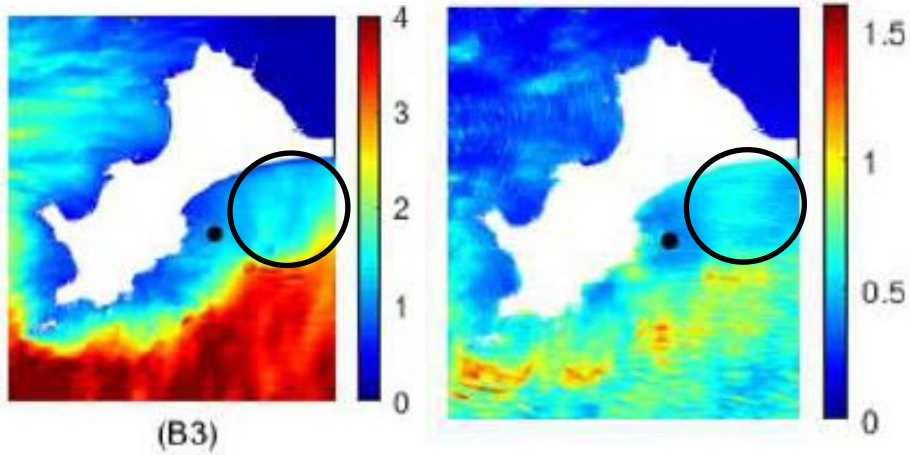
2 - Hypothèses de génération de IG : analyse préliminaire



Secteur SO (dont capteur):

- Génération des IG semble liée au déferlement des vagues, très abrupt en présence de plateaux rocheux
- Dans ce type d'environnement, la littérature montre une croissance linéaire des Hmo IG avec Hs offshore





Secteur NE :

- Déferlement, bounded waves, appariement des bores, ondes piégées?

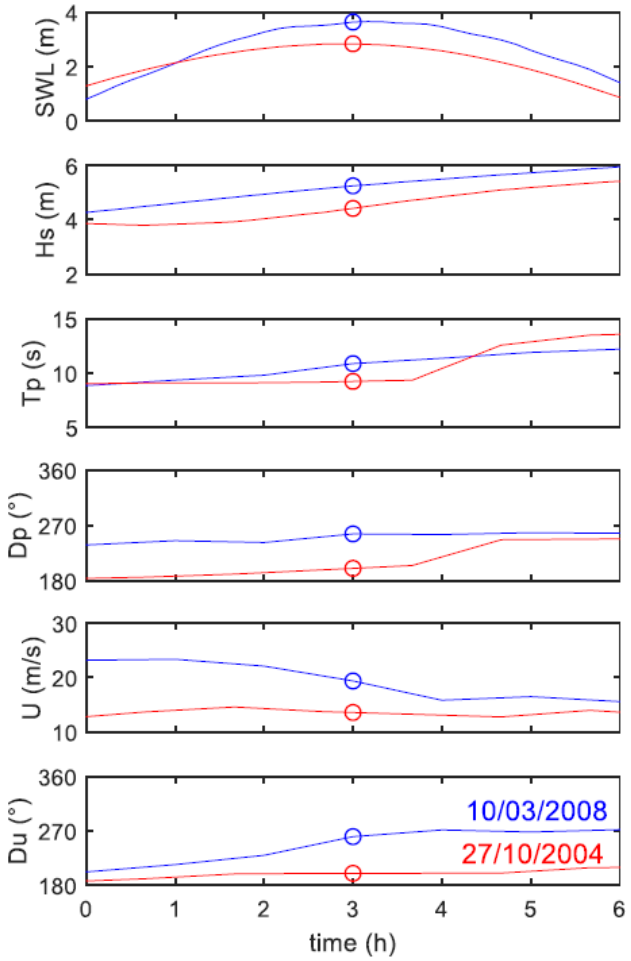
Exploitation de la modélisation !!!

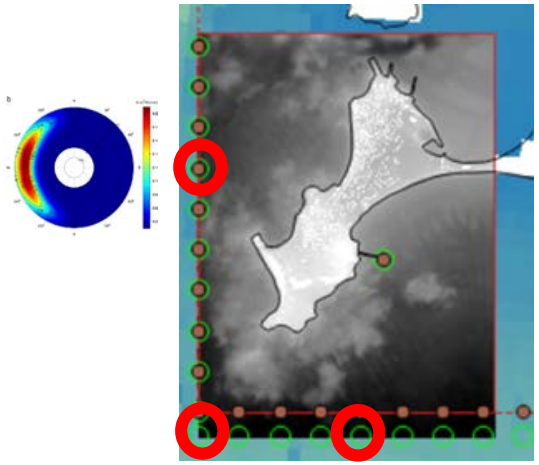
- Exploitation des spectres : quantifier spatialement le transfert des hautes vers les bases fréquences
- Exploitation des vitesses: discrimination des ondes incidentes et réfléchies

3 – Effet stochastique des vagues sur la submersion

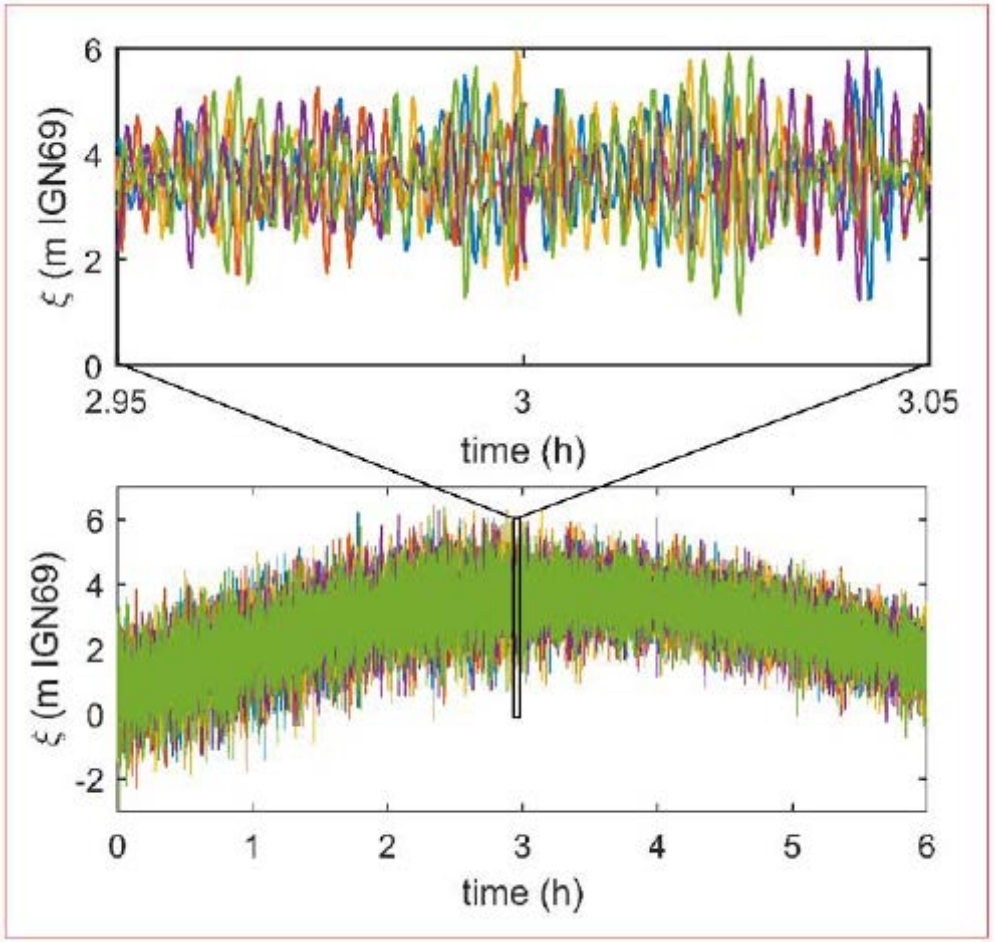
Tests sur 2 tempêtes:

- **Johanna: beaucoup de submersion**
- **27/10/2004: submersion faible**

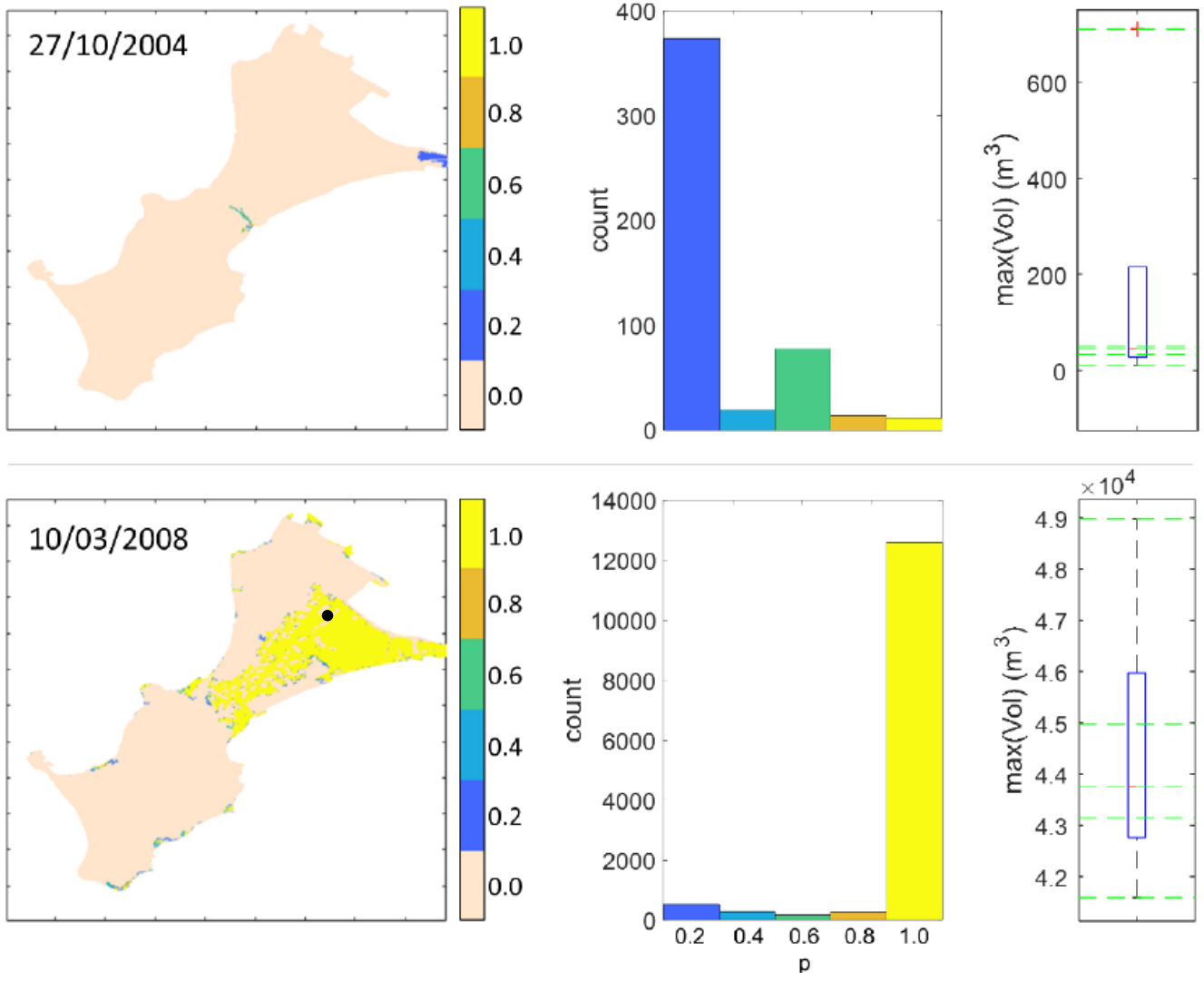




Phases des composantes de Fourier: 5 tirages



3 – Effet stochastique des vagues sur la submersion



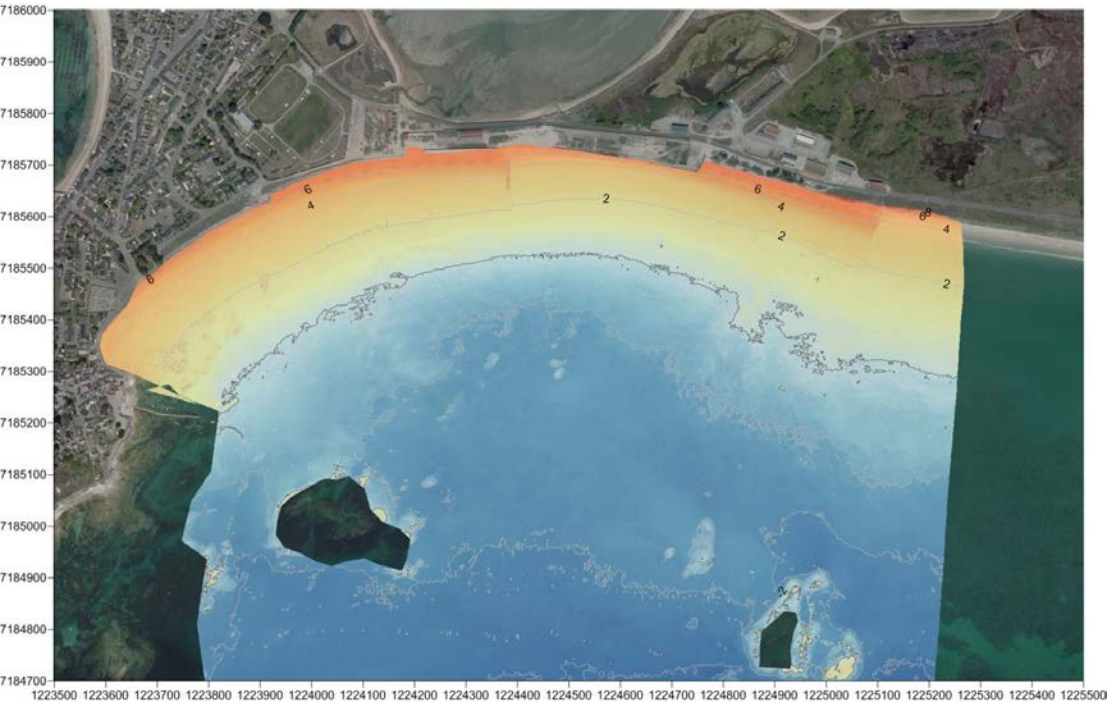
Rôle très important lorsqu'on se situe à la limite de la submersion:

- **Evénements**
- **Secteurs**

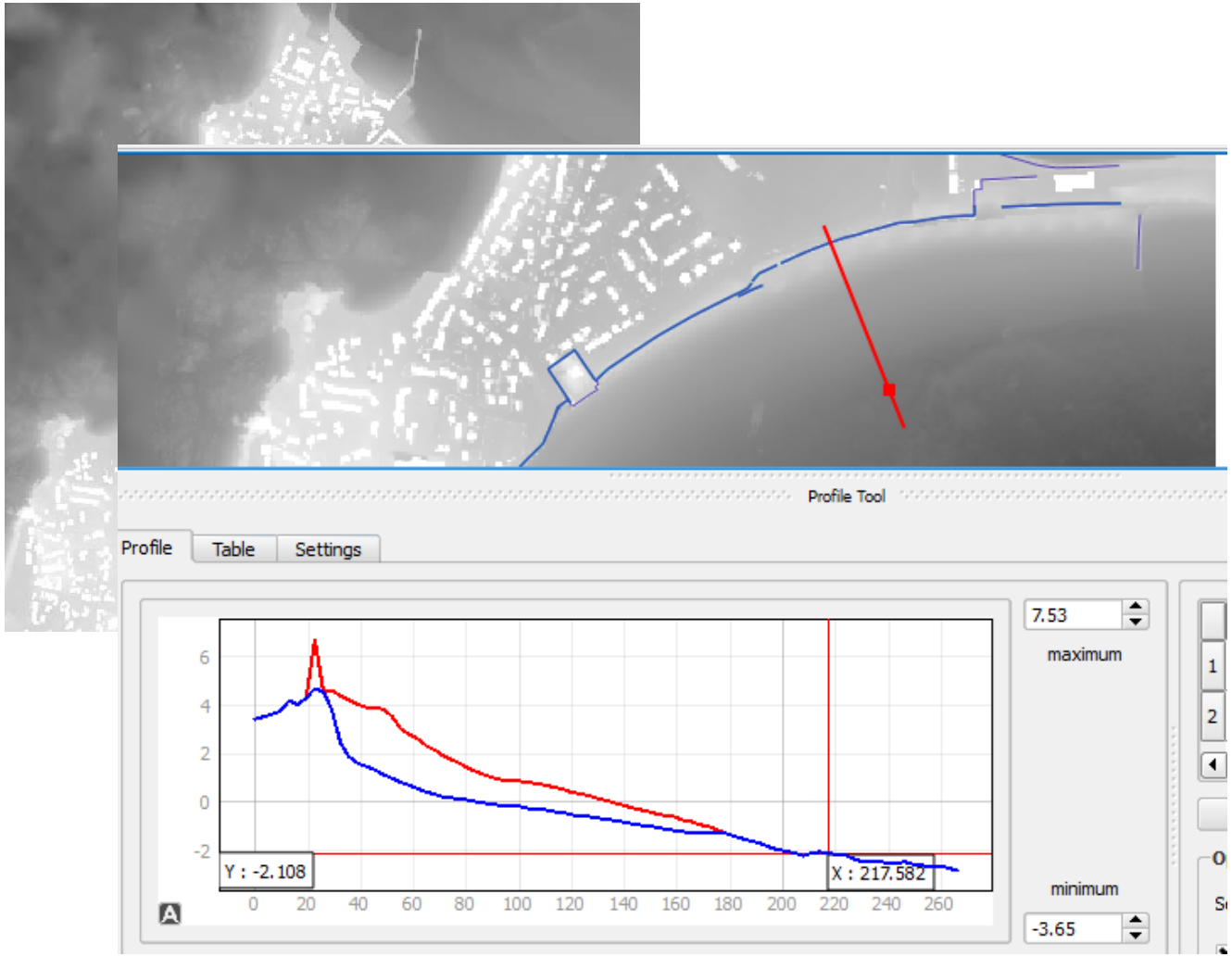
4- Utilisation de la modélisation dans le projet

Actualisation du MNE

Topo-bathymétrie (Lorient Agglo, 11/2015)



Levers DGPS-RTK (Riscope 2018)



4- Utilisation de la modélisation dans le projet : ouvrages temporaires Hiver

4- Utilisation de la modélisation dans le projet : modification MNE et aménagements hiver

Tempête Johanna

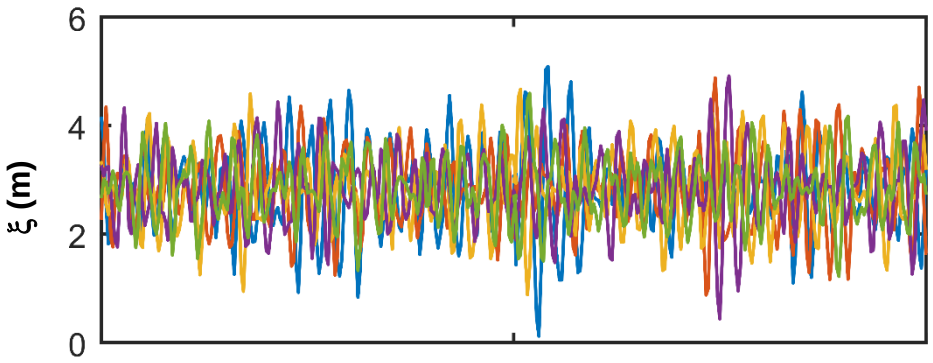
Utilisation de la modélisation dans le projet

Modélisation numérique

- Création de 2 jeux de données pour l'apprentissage des méta-modèles via 2 types de simulations

  - Sur 6h, centré sur la pleine-mer, avec conditions océano-météo (X) instationnaires

  - Sur 15 minutes avec conditions océano-météo (X) constantes, répété 20 fois pour prendre en compte le caractère stochastique des vagues (indicateur).



Merci de votre attention!

Pour aller plus loin …

Idier, D.; Pedreros, R.; Rohmer, J.; Le Cozannet, G. The Effect of Stochasticity of Waves on Coastal Flood and Its Variations with Sea-level Rise. J. Mar. Sci. Eng. **2020**, 8, 798.

Idier, D.; Rohmer, J.; Pedreros, R.; Le Roy, S.; Lambert, J.; Louisor, J.; Le Cozannet, G.; Le Cornec, E. Coastal flood: A composite method for past events characterisation providing insights in past, present and future hazards—joining historical, statistical and modelling approaches. Nat. Hazards **2020**, 101, 465–501.

Pedreros, R.; Idier, D.; Le Roy, S.; David, A.; Schaeffer, C.; Durand, J.; Desmazes, F. Infragravity Waves in a Complex Macro-tidal Environment: High Frequency Hydrodynamic Measurements and Modelling. J. Coast. Res. **2020**, 95, 1235–1239.