



Utilisation des données Litto3D pour l'étude des submersions marines

Tempêtes / Cyclones / Tsunamis

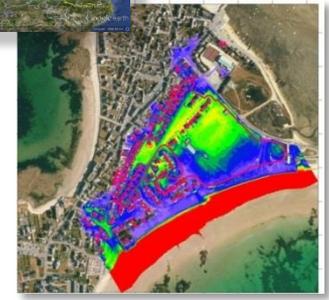
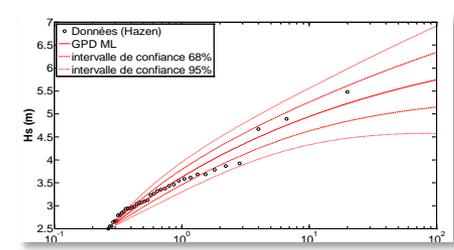
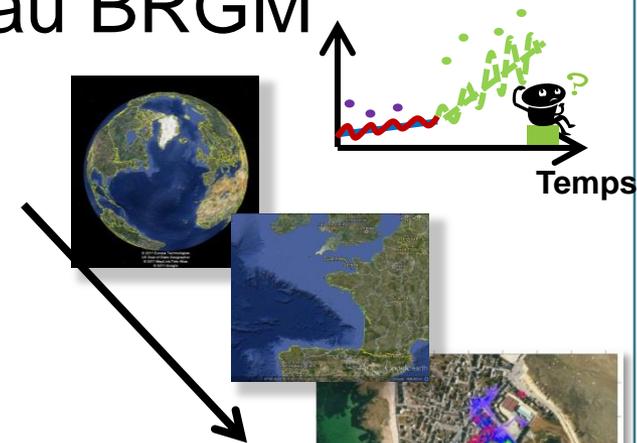
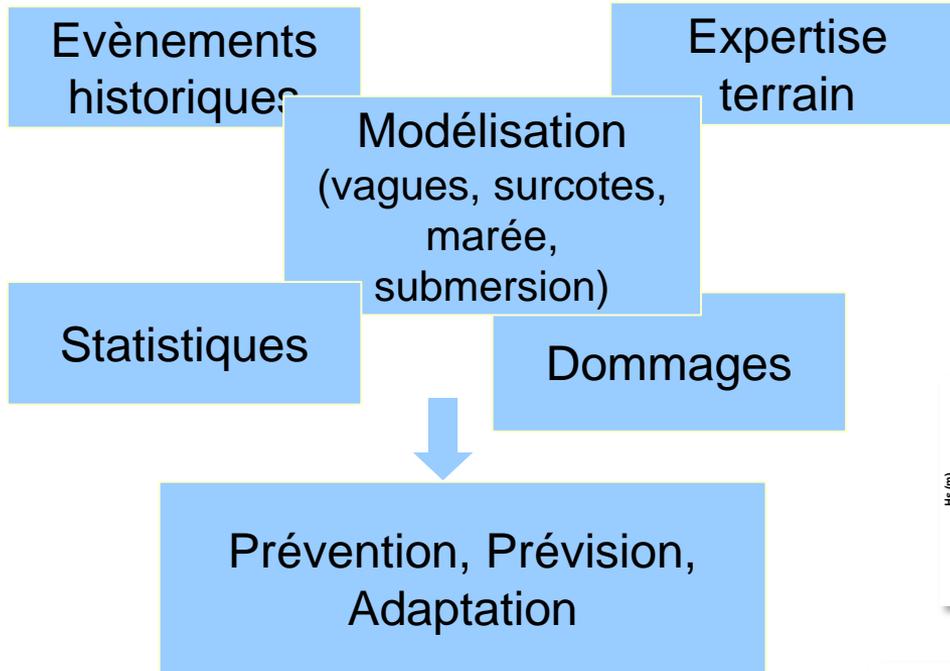
R. Pedreros, S. Le Roy, F. Paris, S. Lecacheux, D. Idier, A. Stepanian
et collègues

Direction Risques et Prévention
Unité Risques Côtiers et Changement Climatique

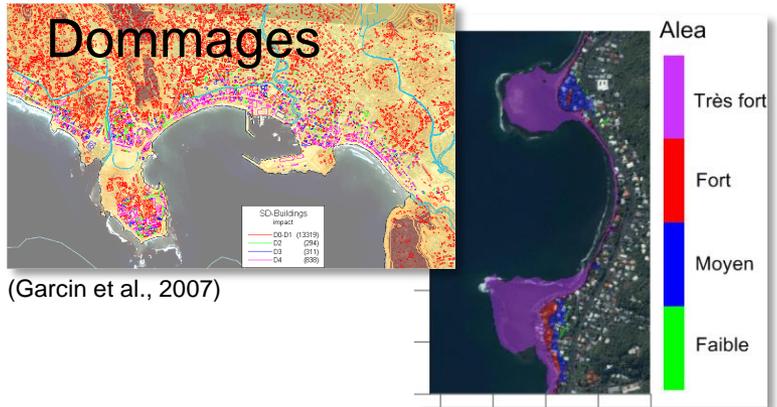
Séminaire National Litto3D – 12/10/2016 – Brest



Submersion : approche générale au BRGM

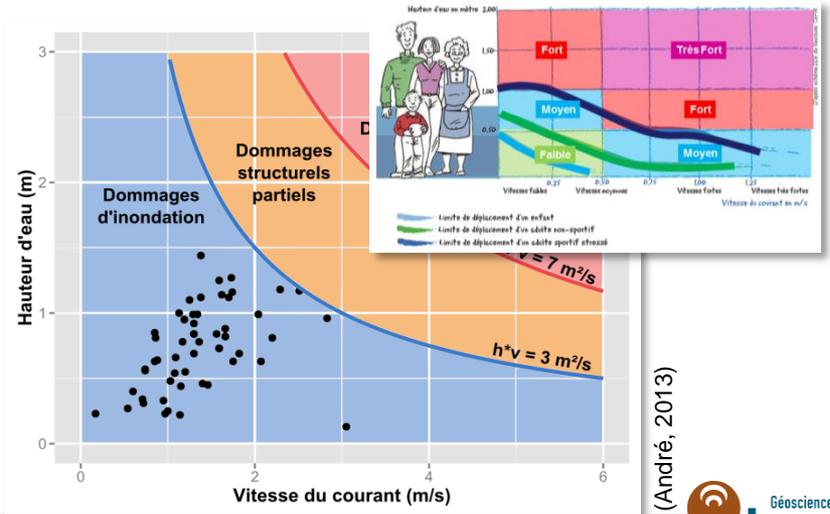


(Le Roy et al., soumis)



(Garcin et al., 2007)

(Lecacheux et al., 2013)



(André, 2013)

Données nécessaires à la modélisation de la submersion marine

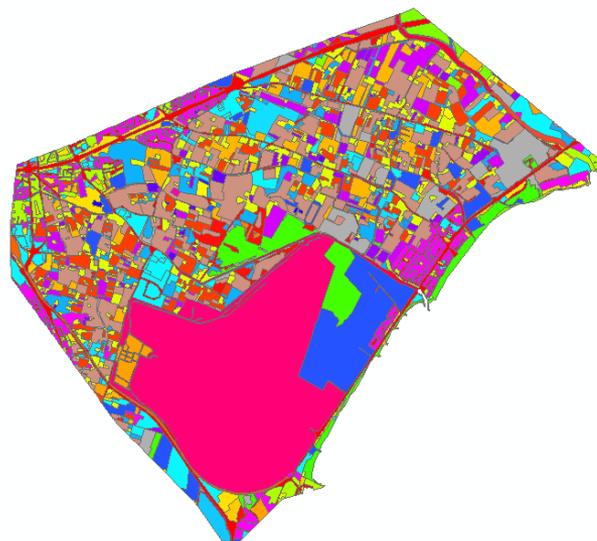
- > Occupation du sol, connexions hydrauliques et défaillance ouvrages

- > Données topo-bathymétriques à haute résolution et de précision : Litto3D
 - Traitements spécifiques
 - Exemples d'utilisation

Modélisation numérique de la submersion

> Prise en compte de l'occupation du sol:

- Données locales et/ou Corinne Land Cover
- Complément: digitalisation manuelle, classification supervisée et/ou corrections de détails
- Classification dans une typologie simplifiée et attribution de coefficients de Manning spatialisés



Source: syndicat Mixte du SCoT PM

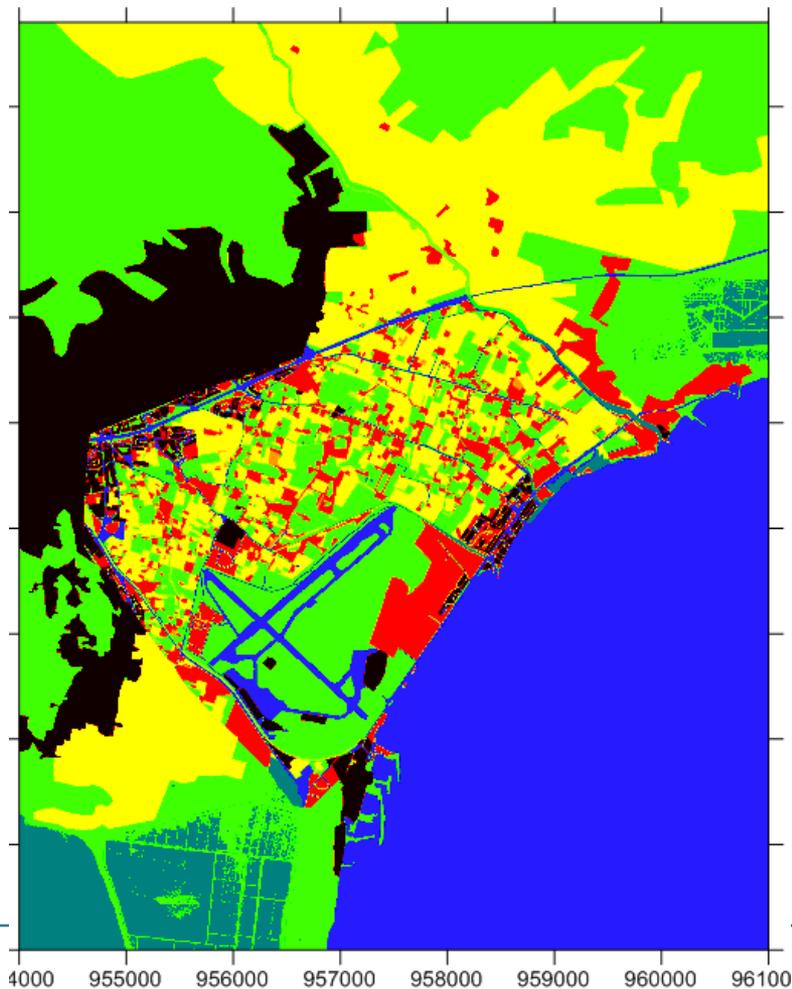
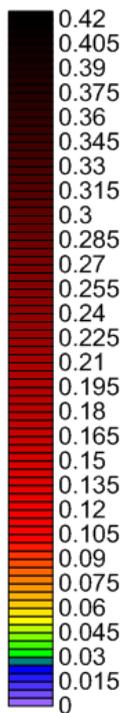
Typologie simplifiée	Coefficient de Manning (s/m ^{1/3})
Béton, asphalte	0.016
Prairie	0.04
Champs	0.05
Urbain dense	0.4
Urbain éparse	0.1
Forêt dense	0.1
Forêt éparse	0.04
Surface en eau	0.03
Sol fortement rugueux	0.07
Sol moyennement rugueux	0.045
Sol faiblement rugueux	0.03

Modélisation numérique de la submersion

> Prise en compte de l'occupation du sol:

- Données locales et/ou Corinne Land Cover
- Complément: digitalisation manuelle, classification supervisée et/ou corrections de détails
- Classification dans une typologie simplifiée et attribution de coefficients de Manning spatialisés

Manning
($s/m^{1/3}$)

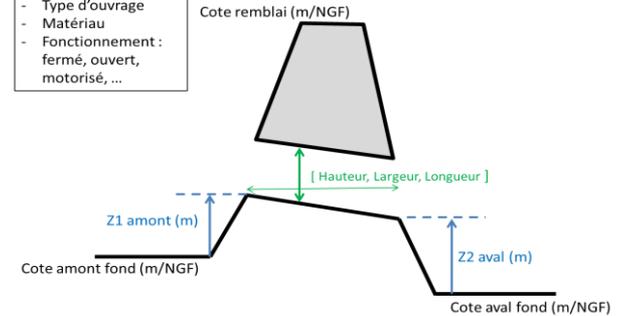


Typologie simplifiée	Coefficient de Manning ($s/m^{1/3}$)
Béton, asphalte	0.016
Prairie	0.04
Champs	0.05
Urbain dense	0.4
Urbain éparse	0.1
Forêt dense	0.1
Forêt éparse	0.04
Surface en eau	0.03
Sol fortement rugueux	0.07
Sol moyennement rugueux	0.045
Sol faiblement rugueux	0.03

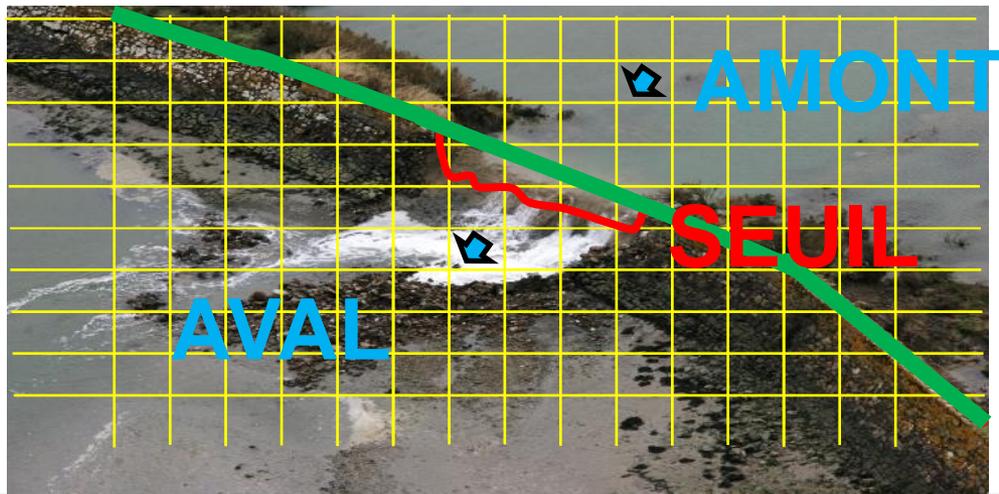
Connexions hydrauliques



Ouvrage hydraulique :
- Type d'ouvrage
- Matériau
- Fonctionnement :
fermé, ouvert,
motorisé, ...



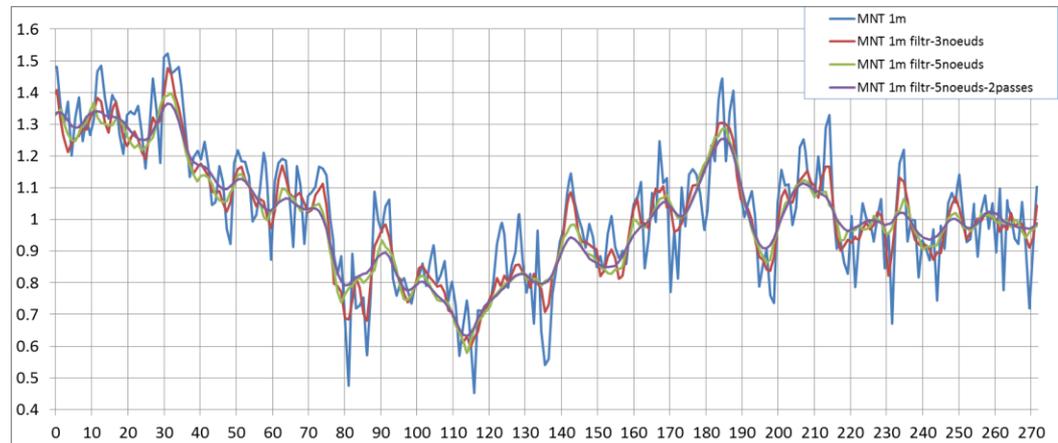
Brèches



Traitements Litto3D

> Traitements spécifiques

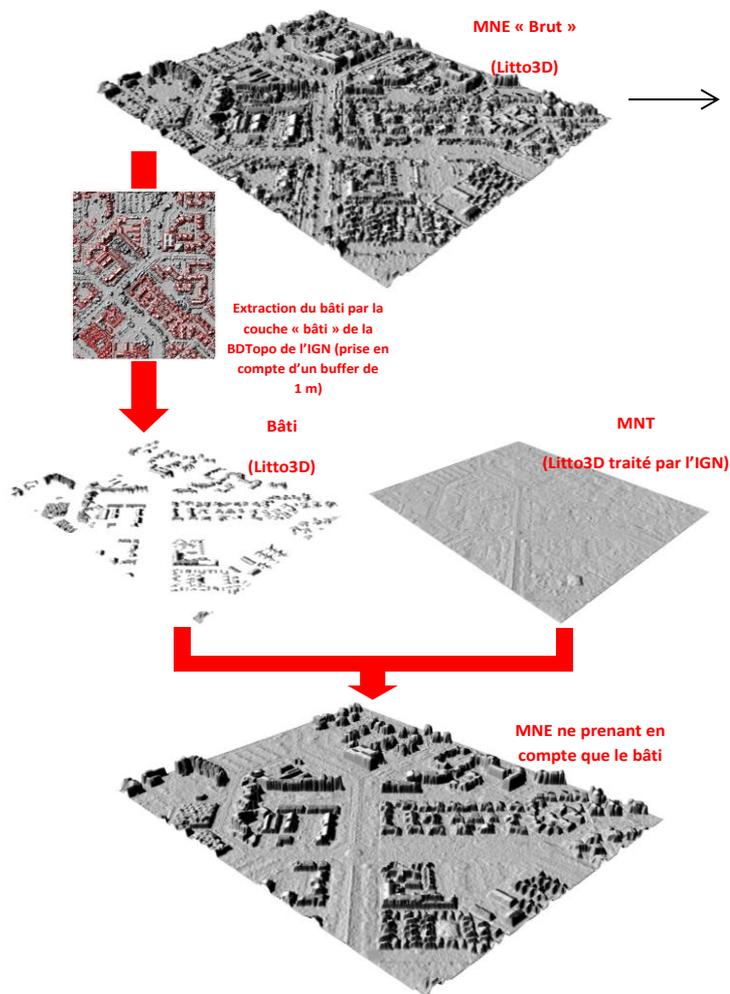
- Filtrage du bruit sur le MNT: Exemple coupe route Litto3D à Pointe-à-Pitre



Traitements

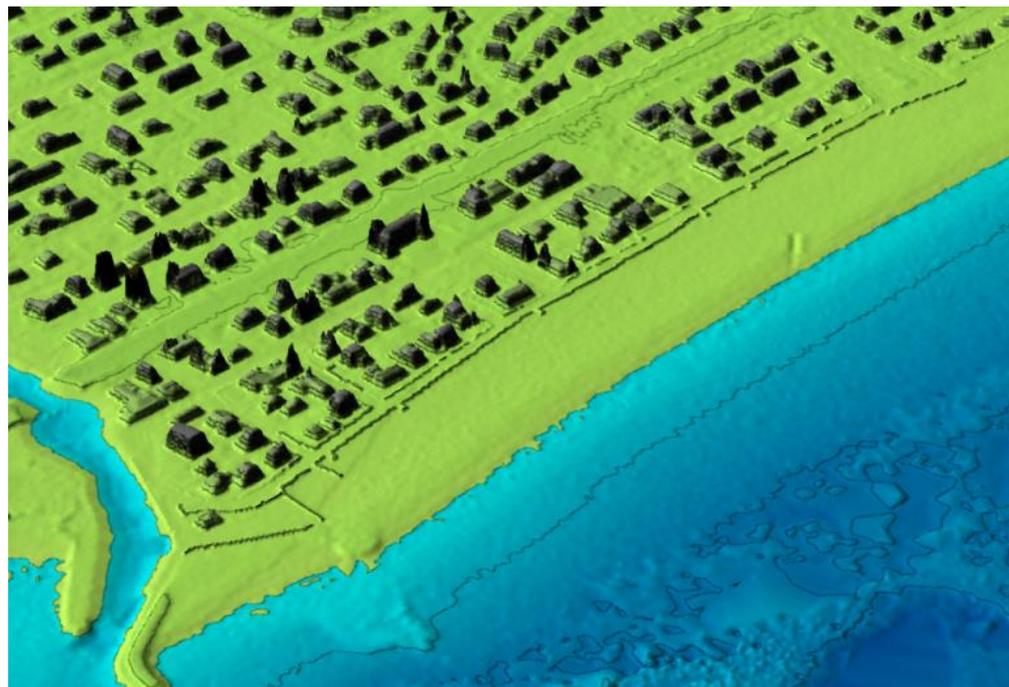
> Traitements spécifiques: submersion échelle locale

- Intégration du bâti dans un MNE (Modèle Numérique d'Élévation)



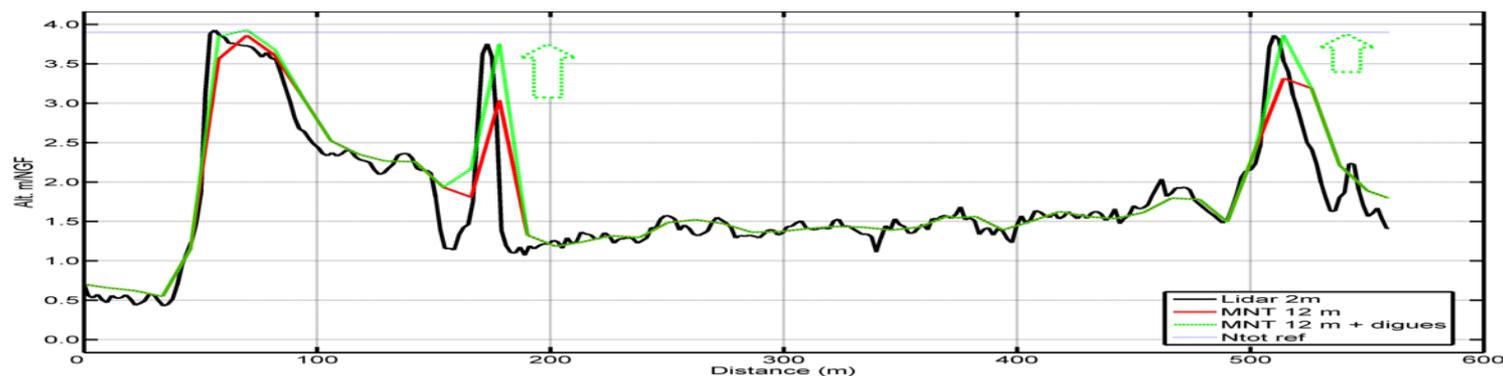
→ Fourni avec Litto3D ou reconstitué à partir des fichier LAS avec des outils spécifiques (par LASTools: Hug et al., 2004)

Exemple d'application au Litto3D sur Hyères (83)

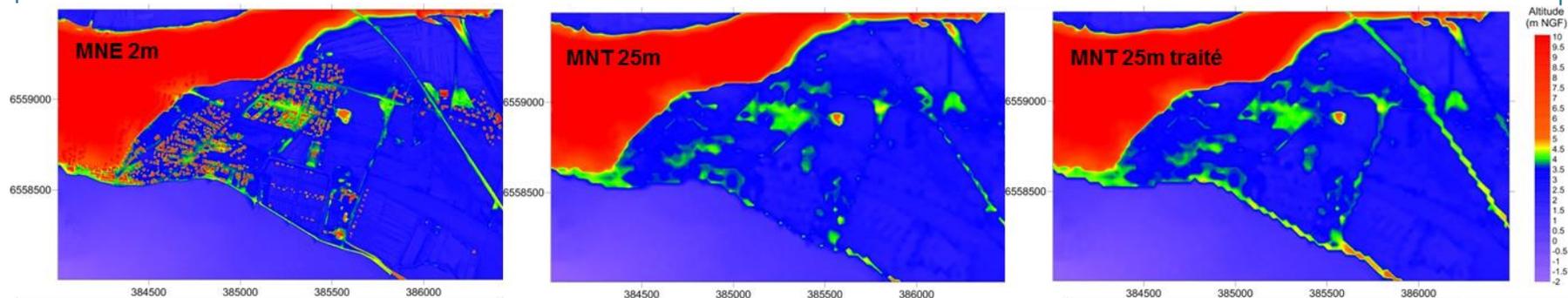


Traitements MNT: échelle régionale

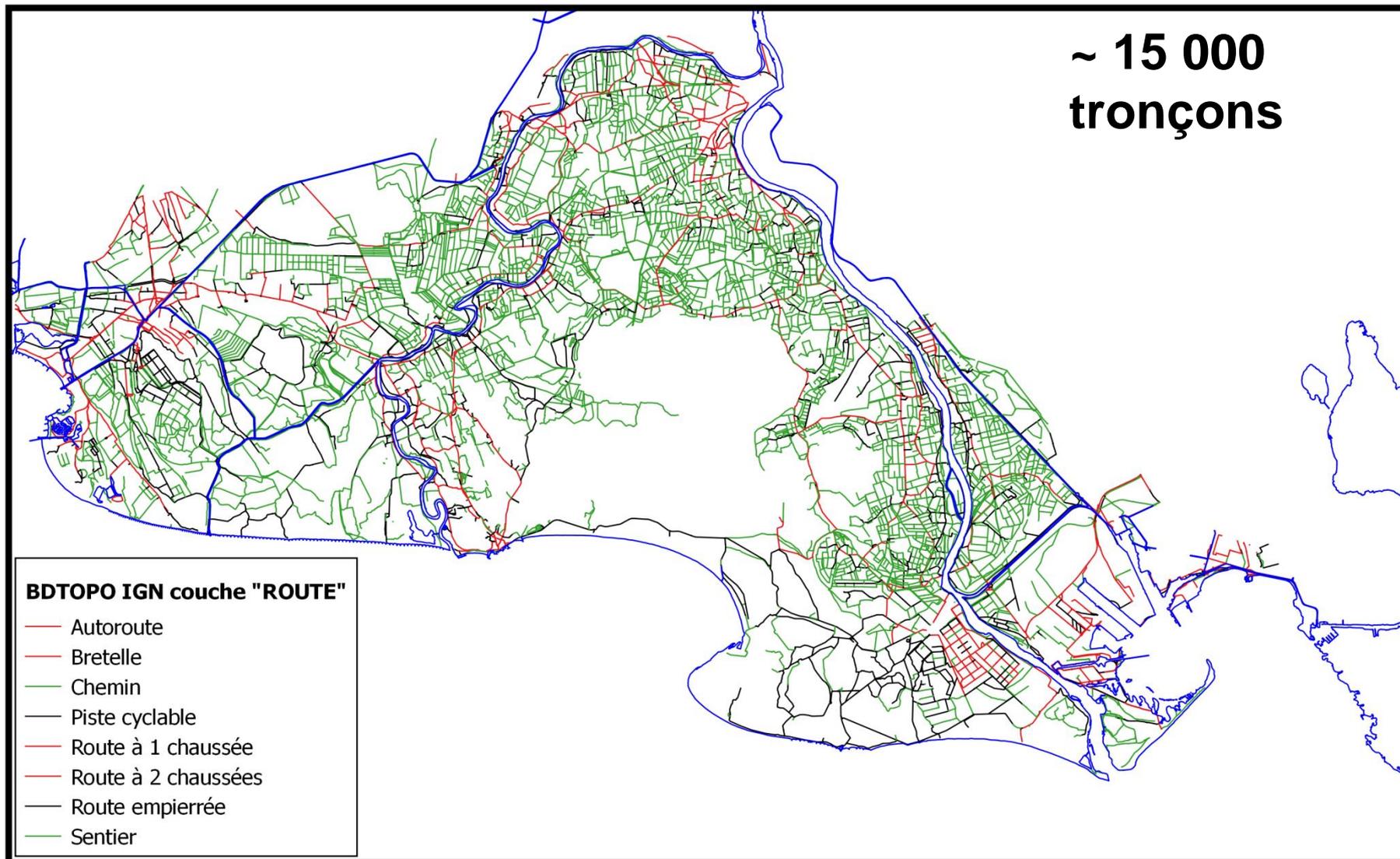
- Génération d'un MNT 10-30m de résolution
- Conservation des propriétés des écoulements à terre, càd des altitudes :
 - des obstacles (ouvrages, remblais,...)
 - et des vecteurs (canaux, voie d'eau, ...) à l'écoulement



Ex. du LiDAR topographique aux Boucholeurs (17)

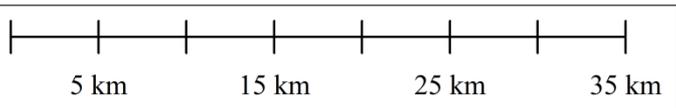
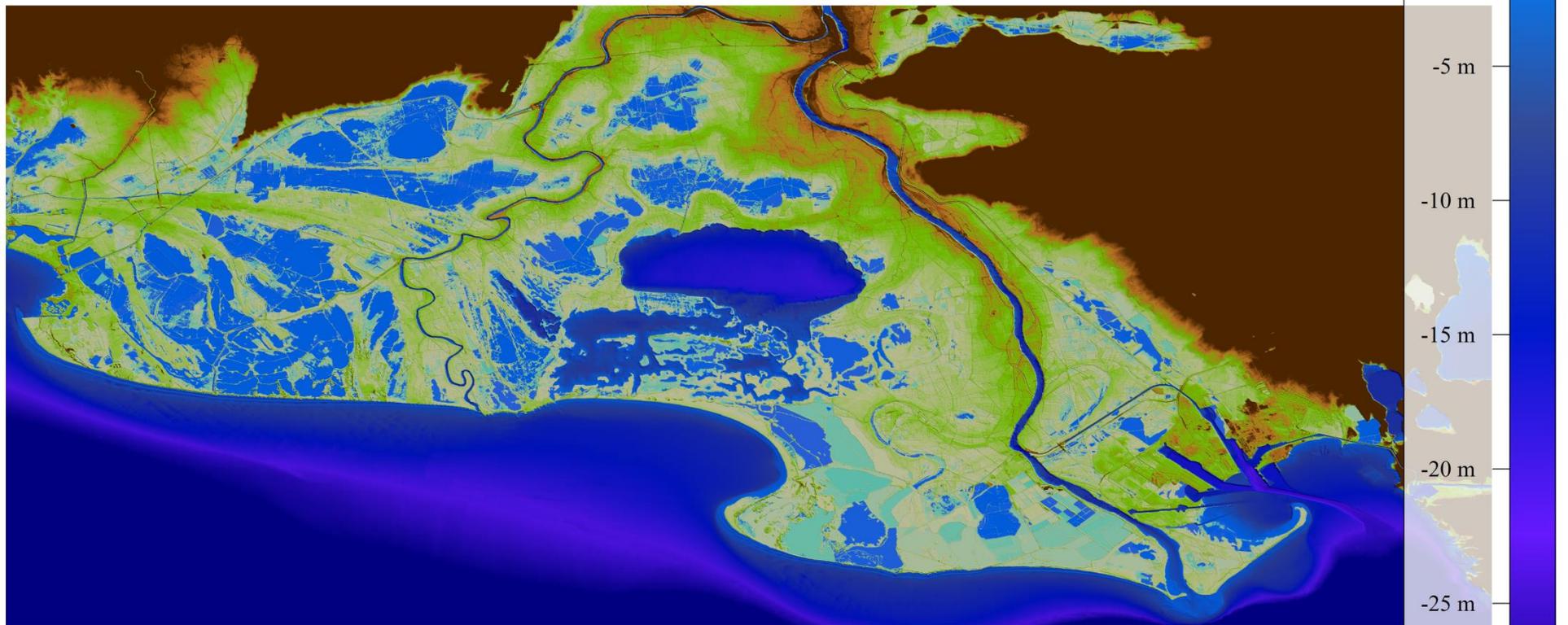


- ⇒ **Éléments structurants : Réseaux routiers issu de la BDTPO (IGN)**
⇒ *Simplification des éléments pouvant jouer un rôle sur les écoulements*



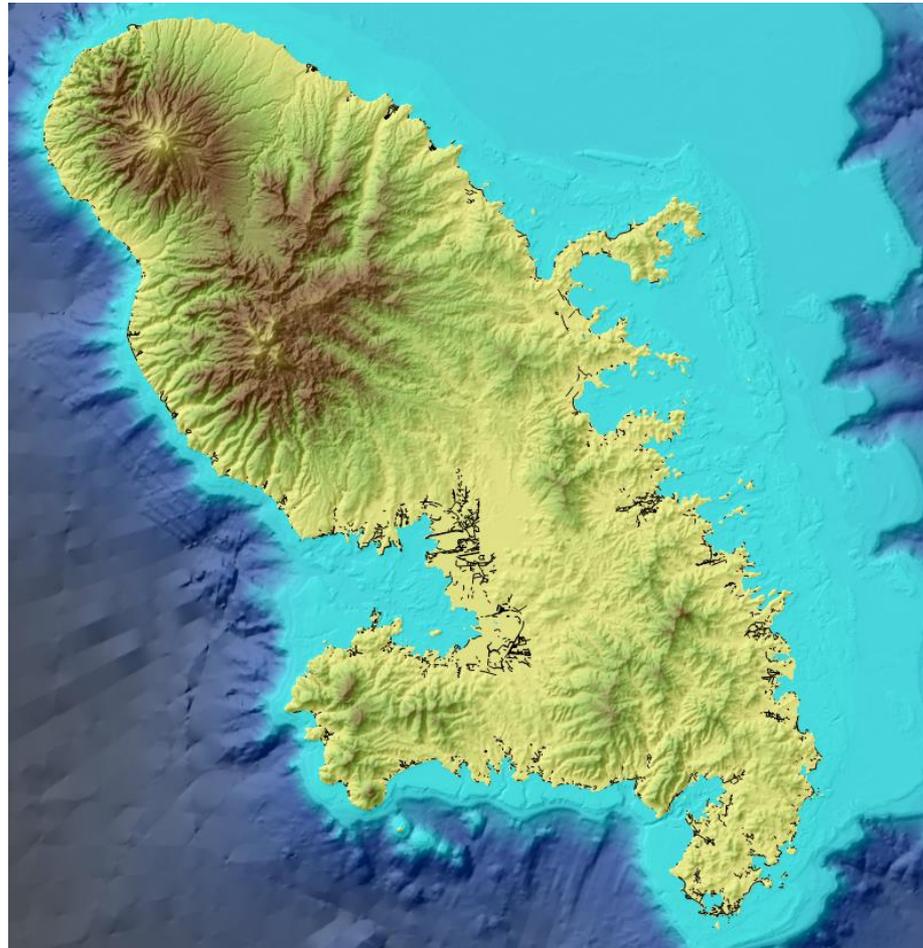
⇒ **Fusion des différents jeux de données**

- **Intégration bathymétrie hauturière et côtière (SHOM)**
- **Intégration bathymétrie du golfe de Fos**
- **Intégration bathymétrie Rhône et Petit-Rhône**
- **Reconstruction des éléments structurants (max)**
- **Reconstruction des canaux, cours d'eau (min)**



Ex.: tsunami Martinique - échelle de

- > Digitalisation de **2056** « lignes de crêtes » (talus/ouvrages... identifiés dans Litto3D) dans les zones d'altitude <10m par traitement des MNT (influence sur la propagation de l'eau à terre)



Etudes submersion au BRGM

Litto3D

- > **Guadeloupe:** cyclone, tsunami
- > **Martinique:** tsunami (aléa)
- > **La Réunion:** cyclone (PPRL et système de prévision inondations)
- > **Mayotte:** cyclone (PPRL)
- > **Méditerranée**
 - **Camargue:** tempête (aléa)
 - **Plaine du Ceinturon** (Hyères-les-Palmiers): tempête (aléa)
 - **Languedoc Roussillon** : tsunami (aléa), tempête (aléa)

Lidar topographique

- > Bassin d'Arcachon, Gâvres, Boucholeurs, Dieppe, Sables d'Olonne

Exemple 1 – Projet Ouragan 1928

Pedreras et al. 2016



Impact d'une submersion marine générée par un ouragan type 1928 sur l'agglomération pointoise aujourd'hui ?

- Etude historique, SIG, modélisation numérique

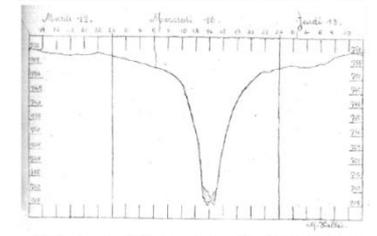
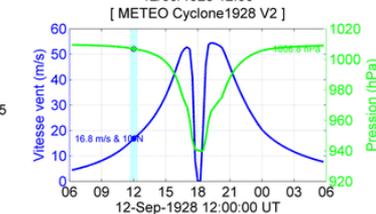
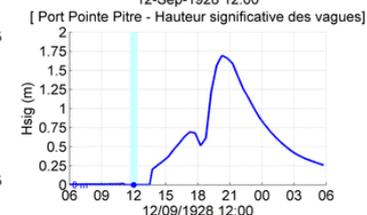
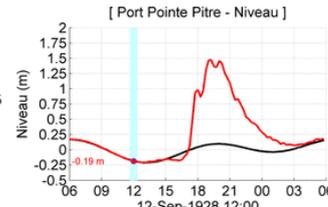
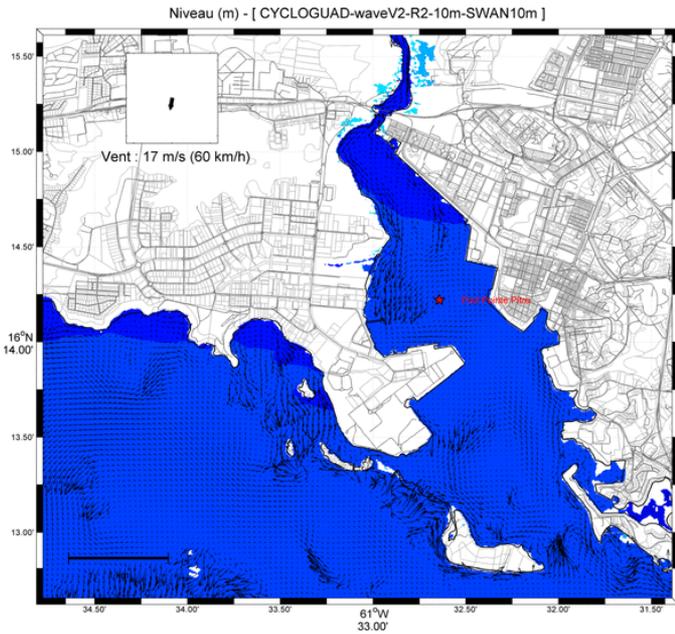
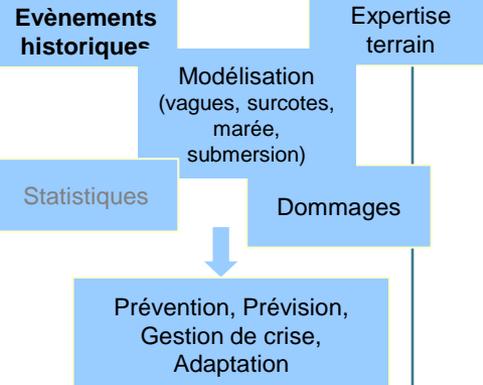
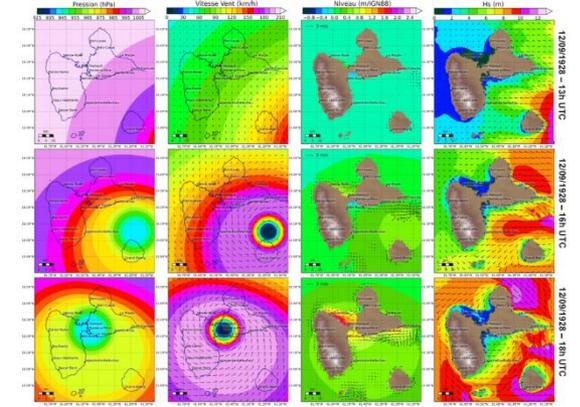
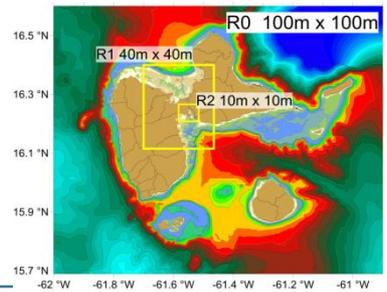
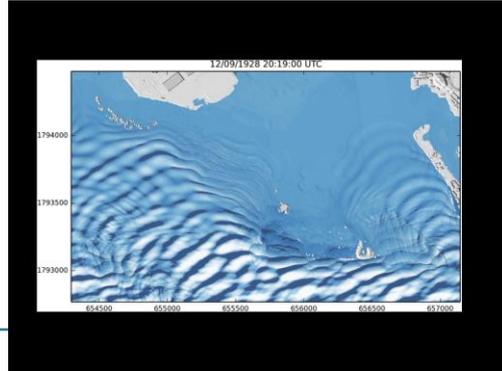


Fig. 2 : Graphes montrant l'évolution des pressions atmosphériques à la Pointe-à-Pitre durant les journées du 11, 12 et 13 septembre 1928. (D'après VALLEE, Journal de la Station agronomique de Pointe-à-Pitre, vol. 1, 1934).

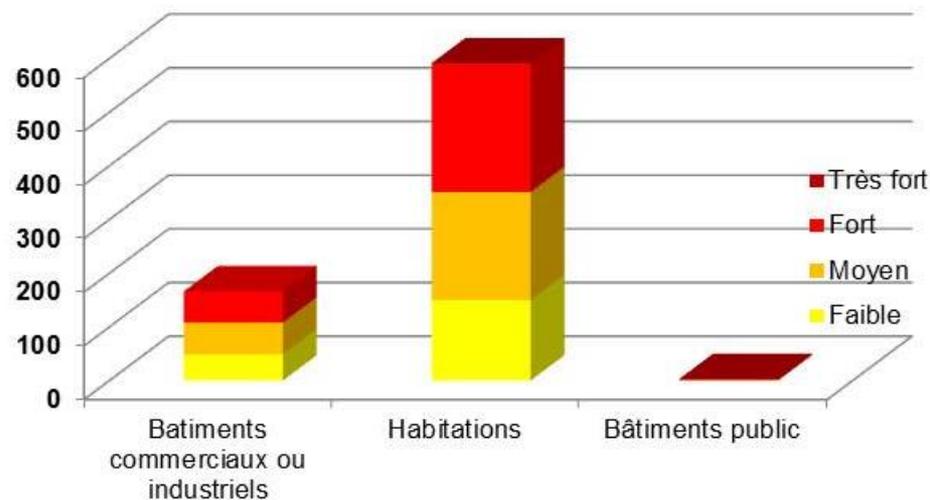
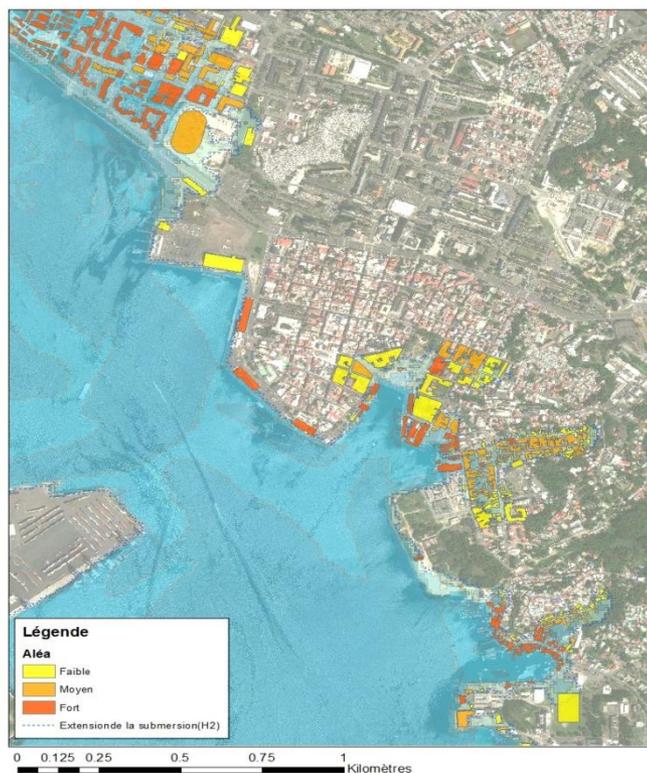


Exemple 1 – Événementiel en contexte cyclonique: Ouragan 1928

> Exposition du bâti



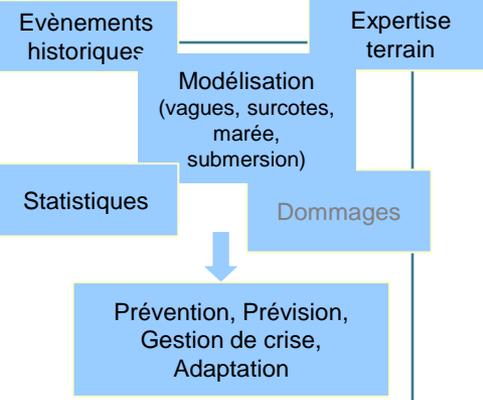
Type de bâti / niveau d'aléa	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Total
Bâtiments commerciaux ou industriels	49	59	58	0	166
Habitations	150	201	240	0	591
Bâtiments public	1	0	2	0	3
					760



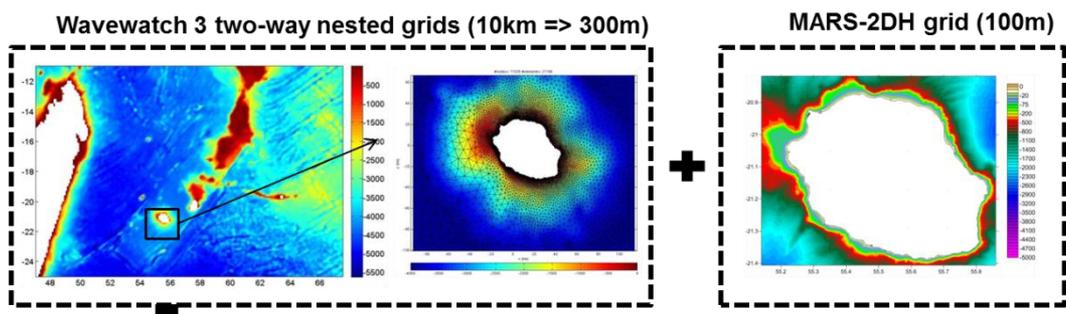
Projet ANR SPICy: La Réunion

Lecacheux et al. 2016

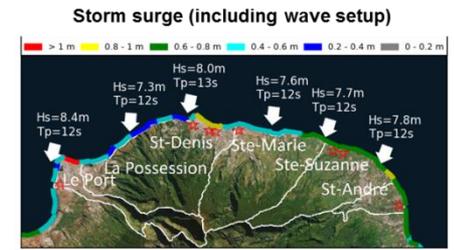
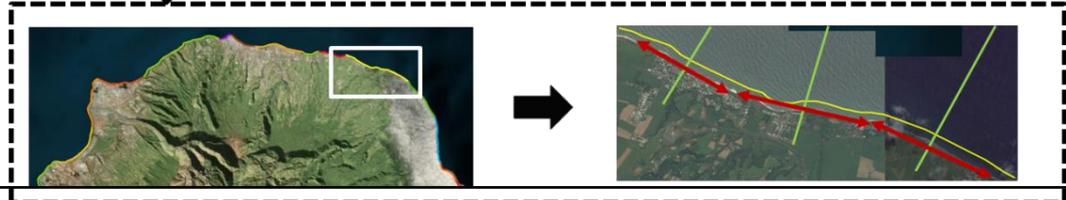
Système de Prédiction des Inondations côtières et fluviales en contexte Cyclonique



Echelle régionale

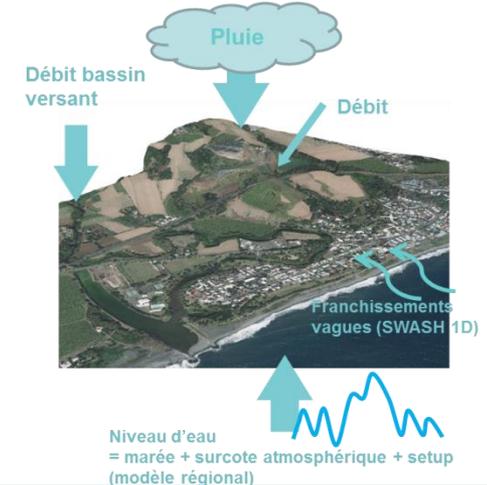
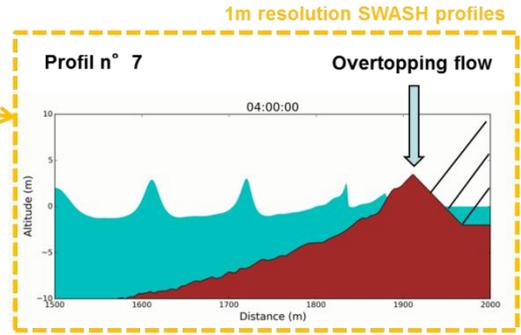
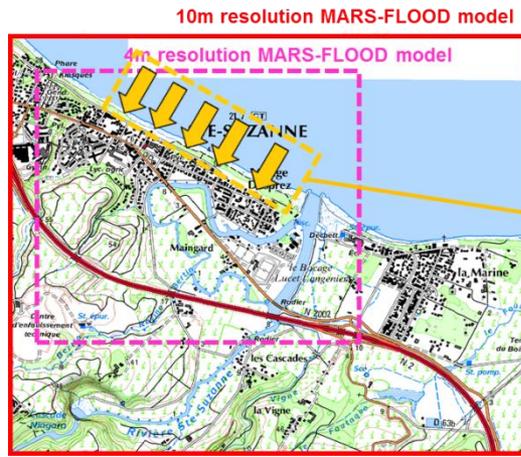


Coastline segmentation and 10m resolution 1D SWAN profiles

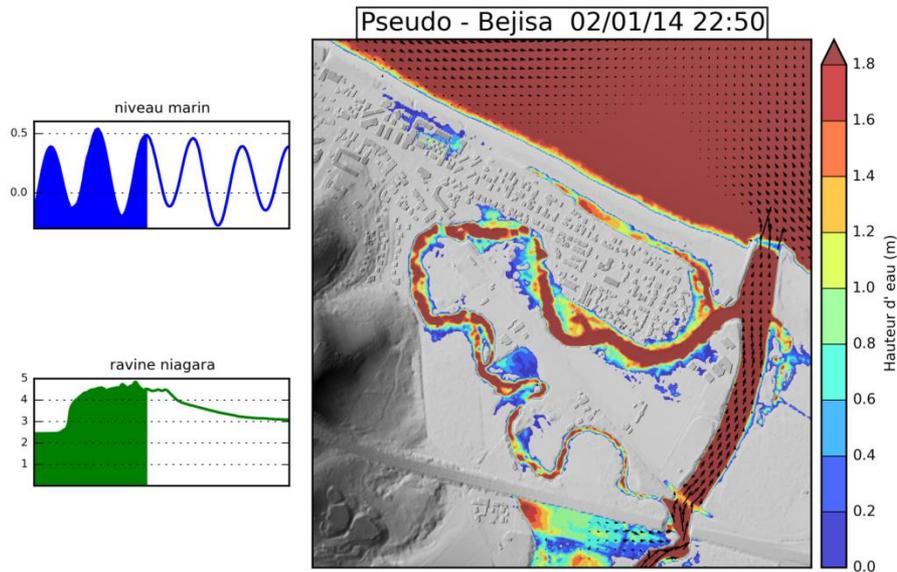


Echelle locale

Sainte-Suzanne city

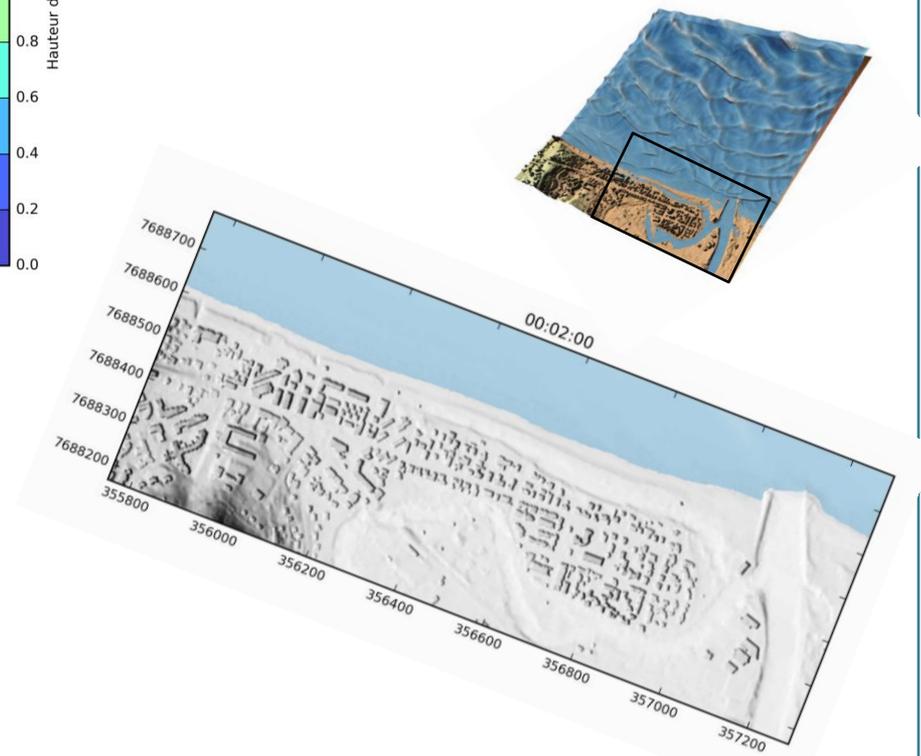


Projet ANR SPICy: La Réunion



Comparison with a « full processing modelling » (SWASH 3D, 2m resolution)

Pedreros et al. 2014

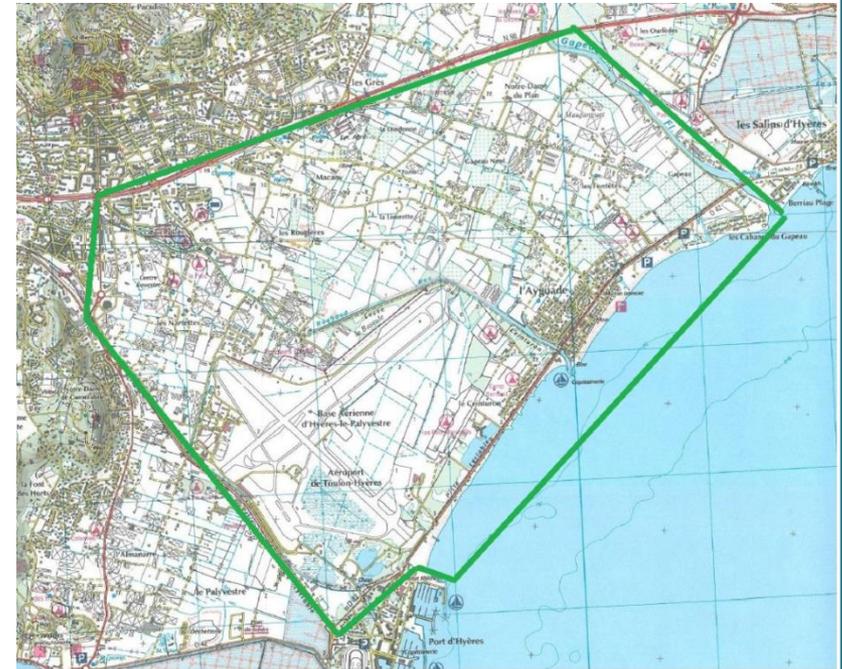


Exemple: projet Plaine du Ceinturon

Le Roy et al. 2014

> Contexte

- Appel à projet MEDDE/DEB
« Expérimentation de la relocalisation des activités et des biens : recomposition spatiale des territoires menacés par les risques littoraux ».
- Projet porté par la ville d'Hyères-les-Palmiers.
- Site : plaine du Ceinturon.
- Réflexions relatives à une éventuelle relocalisation de la route littorale qui longe le rivage depuis le Port Saint-Pierre jusqu'à l'embouchure du Gapeau et à la recomposition spatiale du territoire.



- > **Objectifs du projet** : disposer d'éléments de connaissances sur la submersion marine actuelle et future.
- > **Méthode** : suit une méthodologie compatible avec celle utilisée pour l'estimation de l'aléa submersion dans le cadre des PPRL.

Evènement submersion

> Le 14/12/2008

Evènements historiques

Expertise terrain

Modélisation (vagues, surcotes, marée, submersion)

Statistiques d'extrêmes

Dommmages

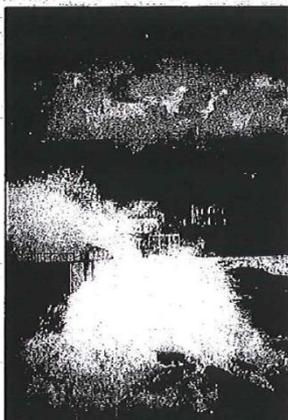
Prévention, Prévision, Gestion de crise, Adaptation

■ alerte météo

Violentes rafales de vent jusqu'à demain matin

Hier vers 16 heures, la préfecture du Var a lancé un appel à la « vigilance orange » pour l'ensemble du département à partir des informations transmises par le centre météorologique interrégional d'Alsace-Provence.

Vents de sud-est
Selon les météorologues, un « épisode de pluies » devrait « s'amorcer en cours de nuit de samedi à dimanche ». Ces pluies devraient « s'accroître dans la journée de dimanche » et ne s'atténuer que dans la nuit de dimanche à lundi. Elles prendront un caractère orageux. A noter que les pluies s'accompagneront de fortes rafales de vent de sud-est à est approchant et dépassant ponctuellement les 100 km/h. Le littoral est plus particulièrement menacé aujourd'hui : des vagues de près de quatre mètres de haut menacent de s'abattre sur l'est du département et « pourraient atteindre cinq mètres en mer ». Selon la



Le 29 octobre dernier à Bandol, un adolescent de 18 ans a été emporté par une vague. (Photo doc Dominique Lerche)

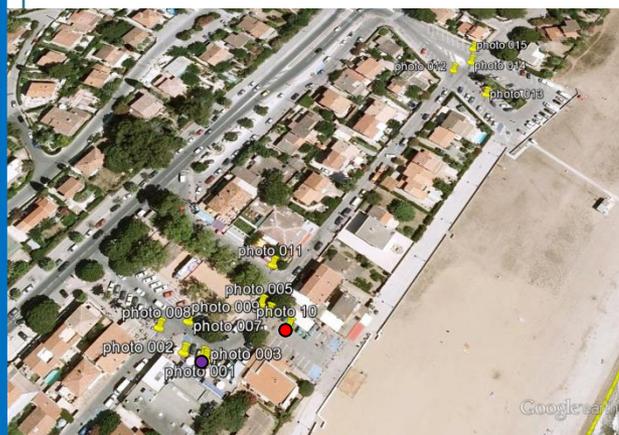
préfecture, cet événement pourrait perturber fortement les activités humaines et « nécessite une vigilance orange ».

Conseils de prudence
La préfecture appelle à la plus grande prudence. « Renseignez-vous avant d'entreprendre un déplacement, respectes les délimitations mises en places, ne vous engagez en aucun cas, à pied ou en voiture, sur une voie immergée; dans les zones habituellement inondables, mettez en sécurité vos biens susceptibles d'être endommagés et surveillez la montée des eaux ». Le communiqué précise également à l'attention des organisateurs de diverses manifestations : « Une attention particulière doit être portée sur les structures légères de type tentes et chapiteaux recevant du public ». Enfin, évitez les promenades le long du bord de mer. On se souvient que le 29 octobre dernier, à Bandol, une vague a emporté un adolescent de quatorze ans.



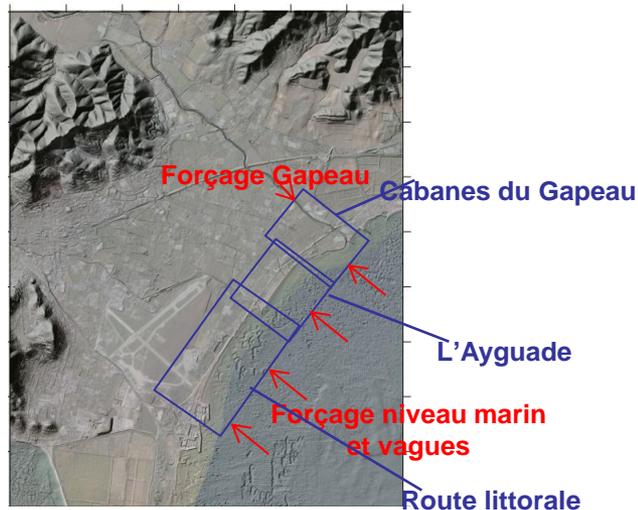
Franchissements sur l'Ayguade

Google earth



Modélisation : mise en place - validation

> Le 14/12/2008



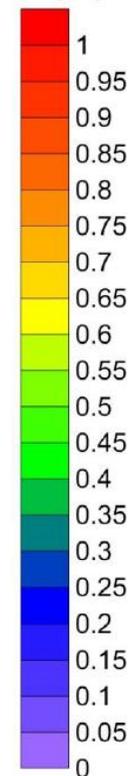
Photographie Ville d'Hyères



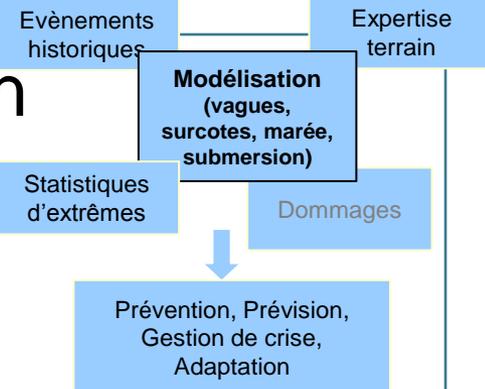
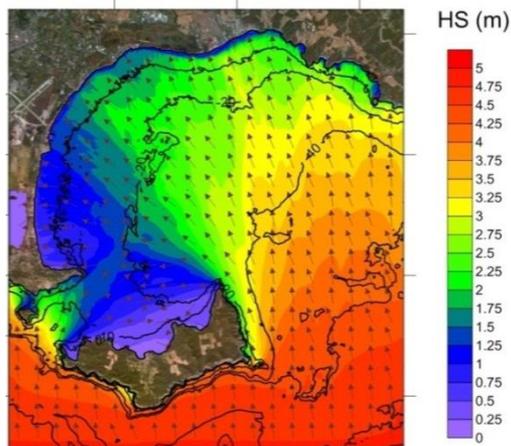
Exemple : l'Ayguade



Hauteur d'eau maximale à terre (m)



Hauteur significative des vagues (m)



Statistiques d'extrêmes

> Concomitance crue Gapeau - submersion marine

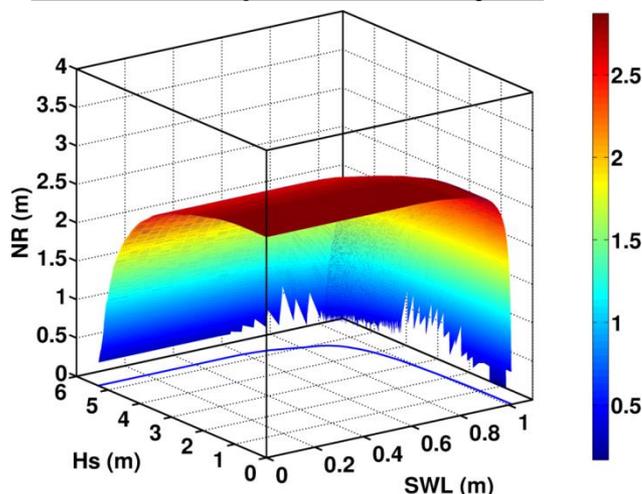
> Probabilité conjointe de dépassement

(hauteur de vagues, niveau d'eau marin, niveau rivière)

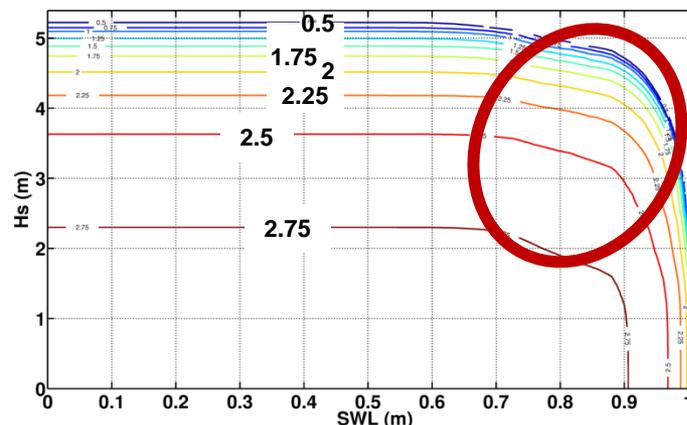
Une période de retour de dépassement conjoint est reliée à la probabilité que plusieurs variables dépassent « simultanément » une valeur donnée

> Exemple : période de retour de dépassement conjoint de 30 ans

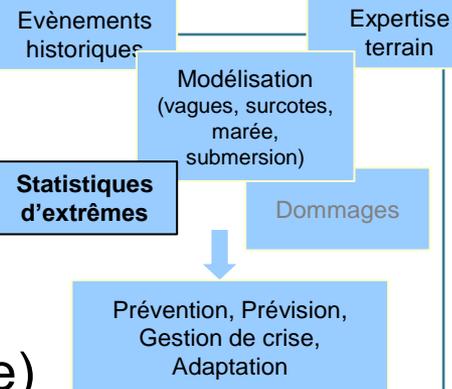
Surface de dépassement conjoint



Contours 30 ans (Hs,SWL) pour différentes valeurs de NR

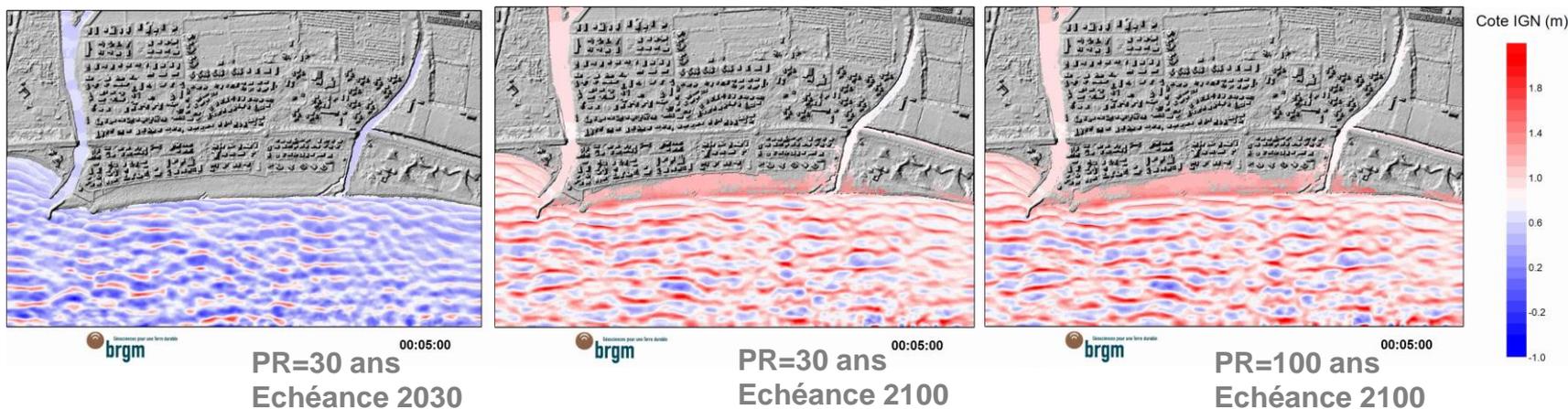
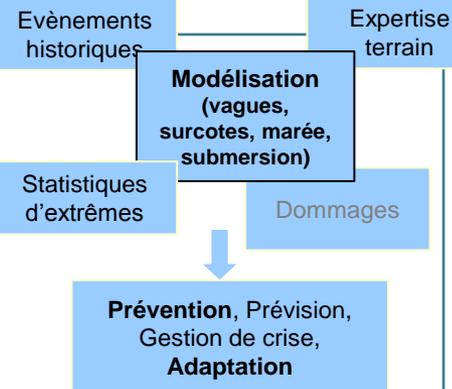


> Même travail pour période de retour de dépassement conjoint 50 et 100 ans



Modélisation : simulation de scénarios

- > Des scénarios (triplets (Hs, SWL, NR) et aussi avec et sans remontée niveau marin)
- > Exemple de résultats pour l'Aiguade



- Les franchissements peuvent être importants sur l'Aiguade pour l'échéance 2030
- En revanche, l'augmentation du niveau de la mer à l'échéance 2100 rend dominants les processus de débordement, notamment par les îles
- Rôle des vagues dans la submersion marine est subordonné à celui du niveau statique, en particulier dans le cas de l'élévation de la mer liée au changement climatique à échéance 2100.

Conclusions

> **Litto3D : ouverture à des simulations réalistes de la submersion** (débordement, franchissement de paquets de mer) :

- Échelles locales (dont intégration explicite du bâti) et régionales
- PPR, prévision, adaptation, aménagement
- Communication, appropriation du risque

> **Principales limites actuelles:**

- Eaux intérieures (étangs, estuaires,...) non ou peu couverts
- Zones déferlement des vagues (récifs)
- Traitements spécifiques pour la submersion : MNE « brut », MNT régionale
- Couverture spatiale
- Répétitivité

MERCI