



Journée 2019 de la Chaire
“Hydrologie pour une Ville Résiliente”
Accélérer la préparation de nos villes à un climat en changement
7 mai 2019

Ph. BARDEY

**Influence de la variabilité des conditions avales littorales et estuariennes
sur les écoulements à surface libre**

Les 3 pôles du groupe ACRI



Espace et Sciences de l'Univers

Systems & Services d'Observation de la
Terre par Télédétection Spatiale



25%
Croissance annuelle
depuis 3 ans



Géo-Information

Développement de solutions et d'outils de
prise de décision dans le domaine de la
surveillance et de la prévision
environnementale



18,5 M€
C.A. Global 2018



Ingénierie Maritime et Fluviale

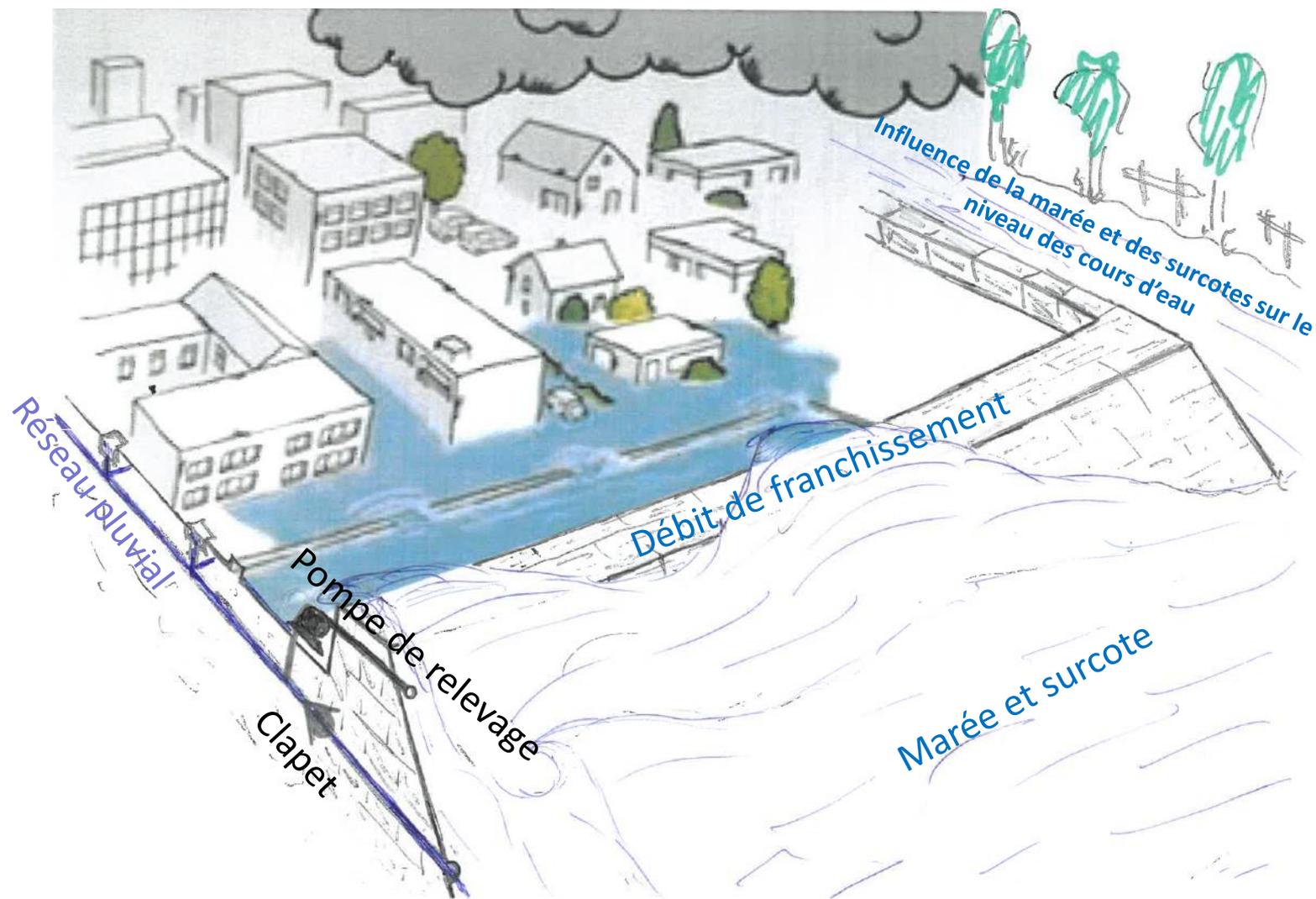
Conseil, conception et supervision de
travaux



110
Personnes

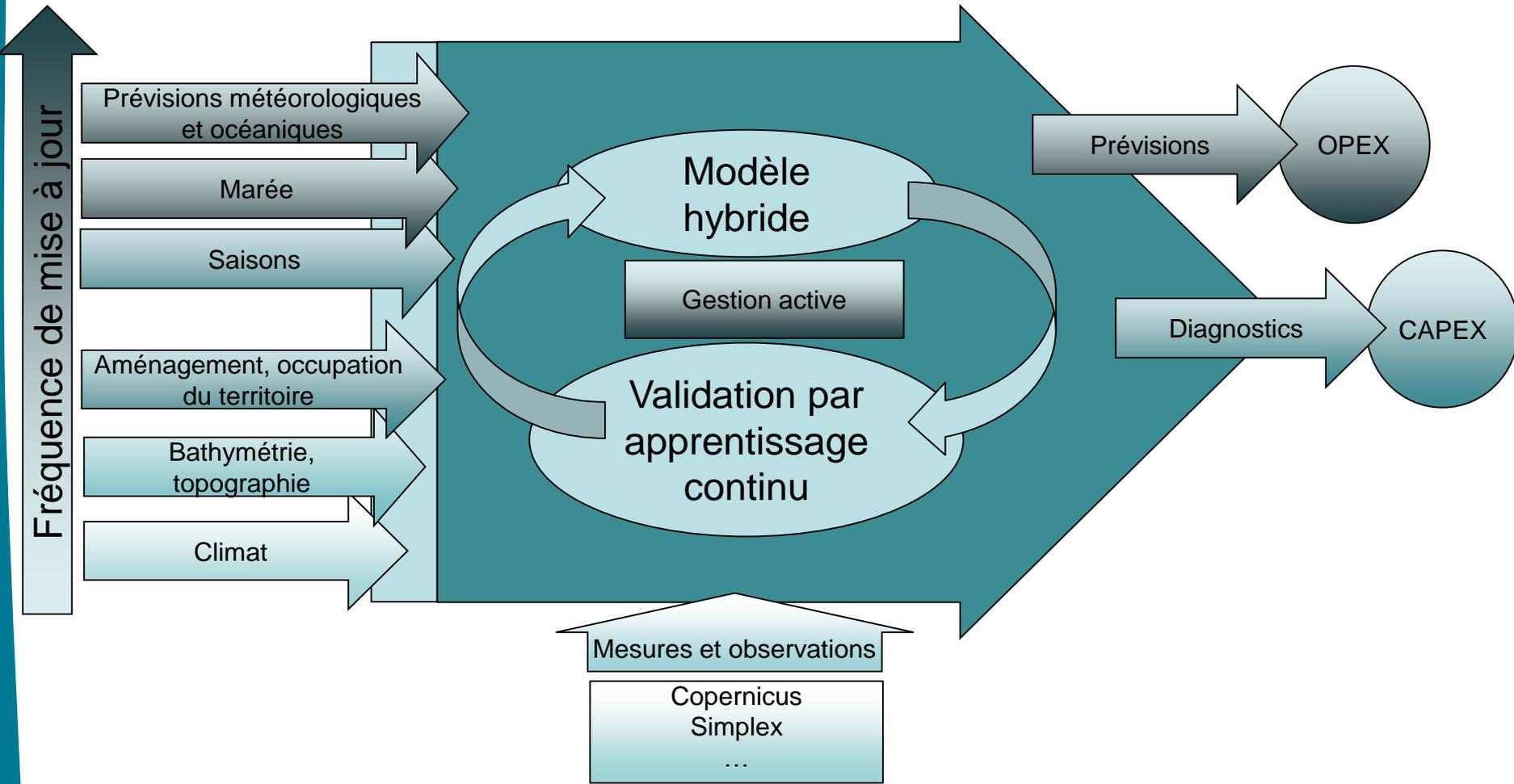
Les métiers d'ACRI IN autour de l'eau :

- Maitrise d'œuvre maritime et fluvial
- Hydraulique fluviale et aménagement des cours d'eau
- Océanographie, courantologie, et sédimentologie
- Propagation de la houle et agitation portuaire
- Mécanique des fluides numérique et expérimentale
- Mesures physiques ou chimiques
- Levés topographiques et bathymétriques

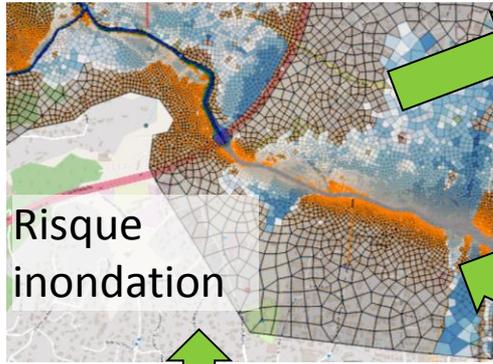


Une solution : la gestion active

Architecture du système

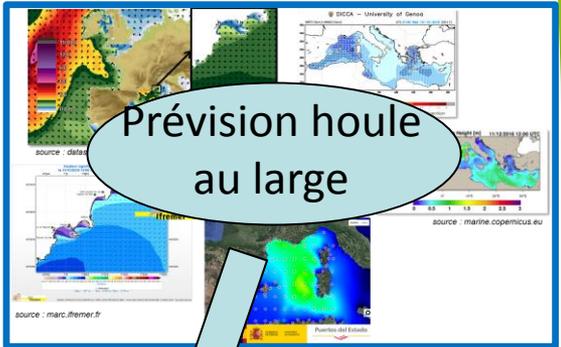


Modélisation des réseaux pluviaux de villes littorales ou estuariennes



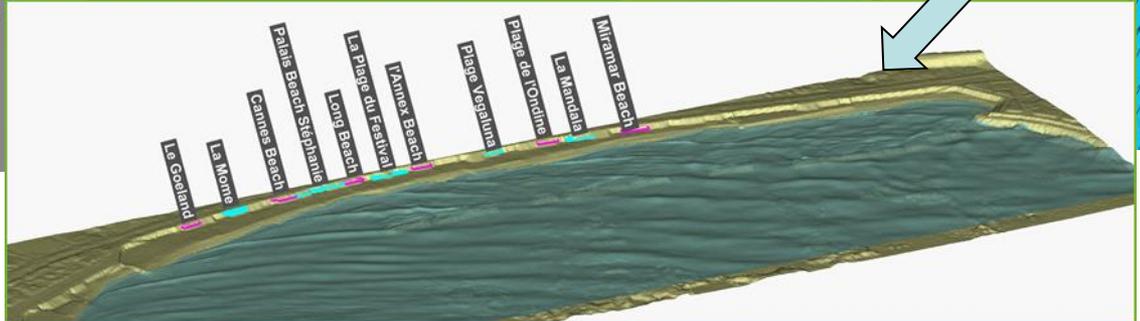
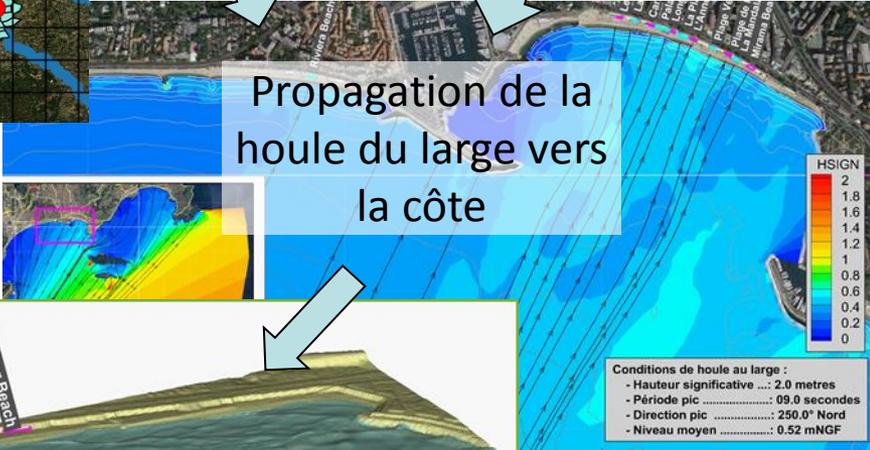
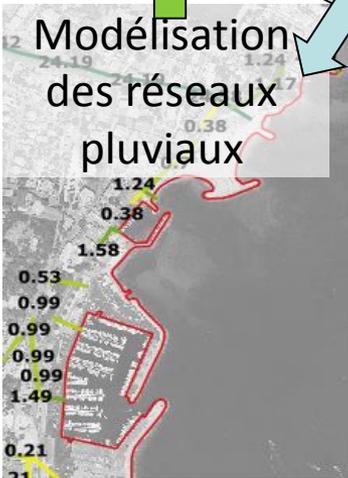
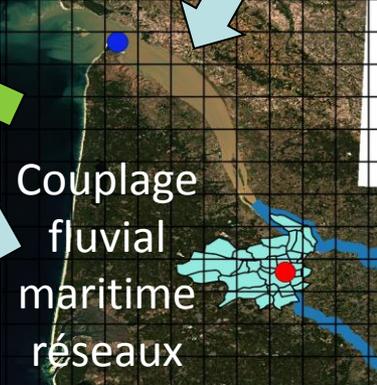
Gestion active des réseaux

Prévision marée et surcote

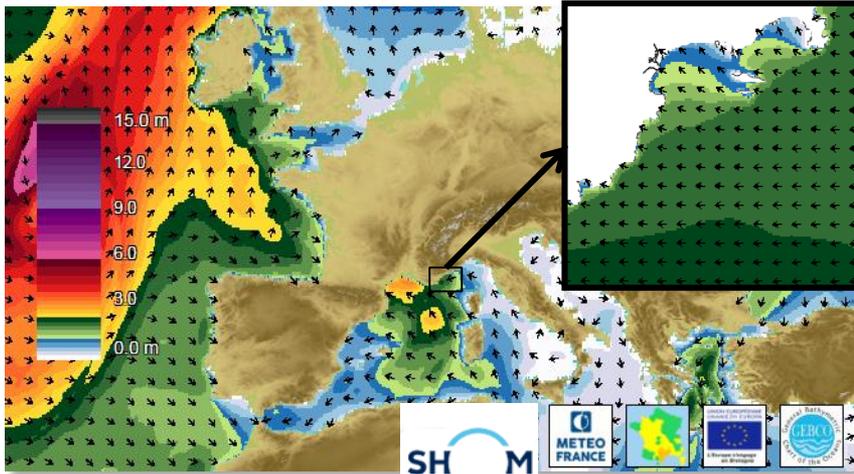


Prévision houle au large

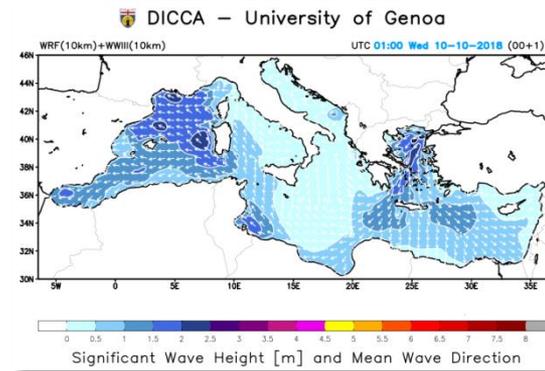
Prévision pluviométrie



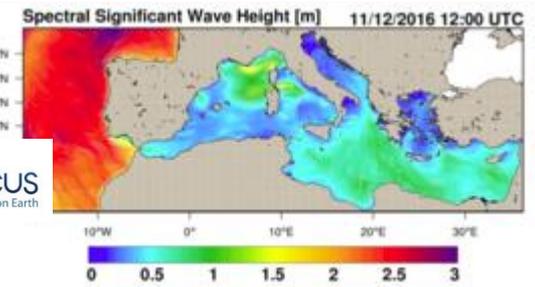
Conditions de houle au large :
 - Hauteur significative ...: 2.0 metres
 - Période pic ...: 09.0 secondes
 - Direction pic ...: 250.0° Nord
 - Niveau moyen ...: 0.52 mNGF



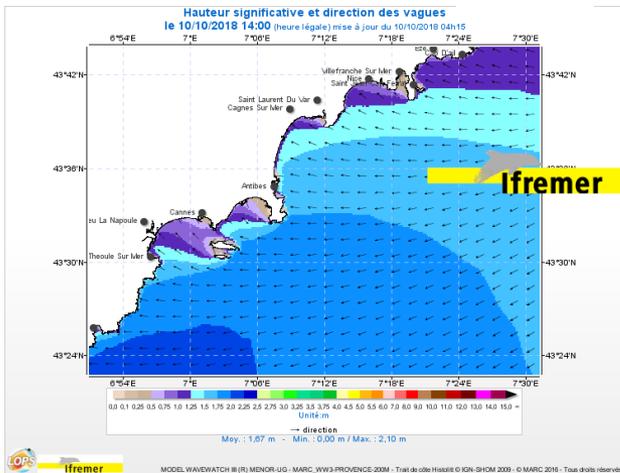
source : datashom



source : dicca.unige.it



source : marine.copernicus.eu



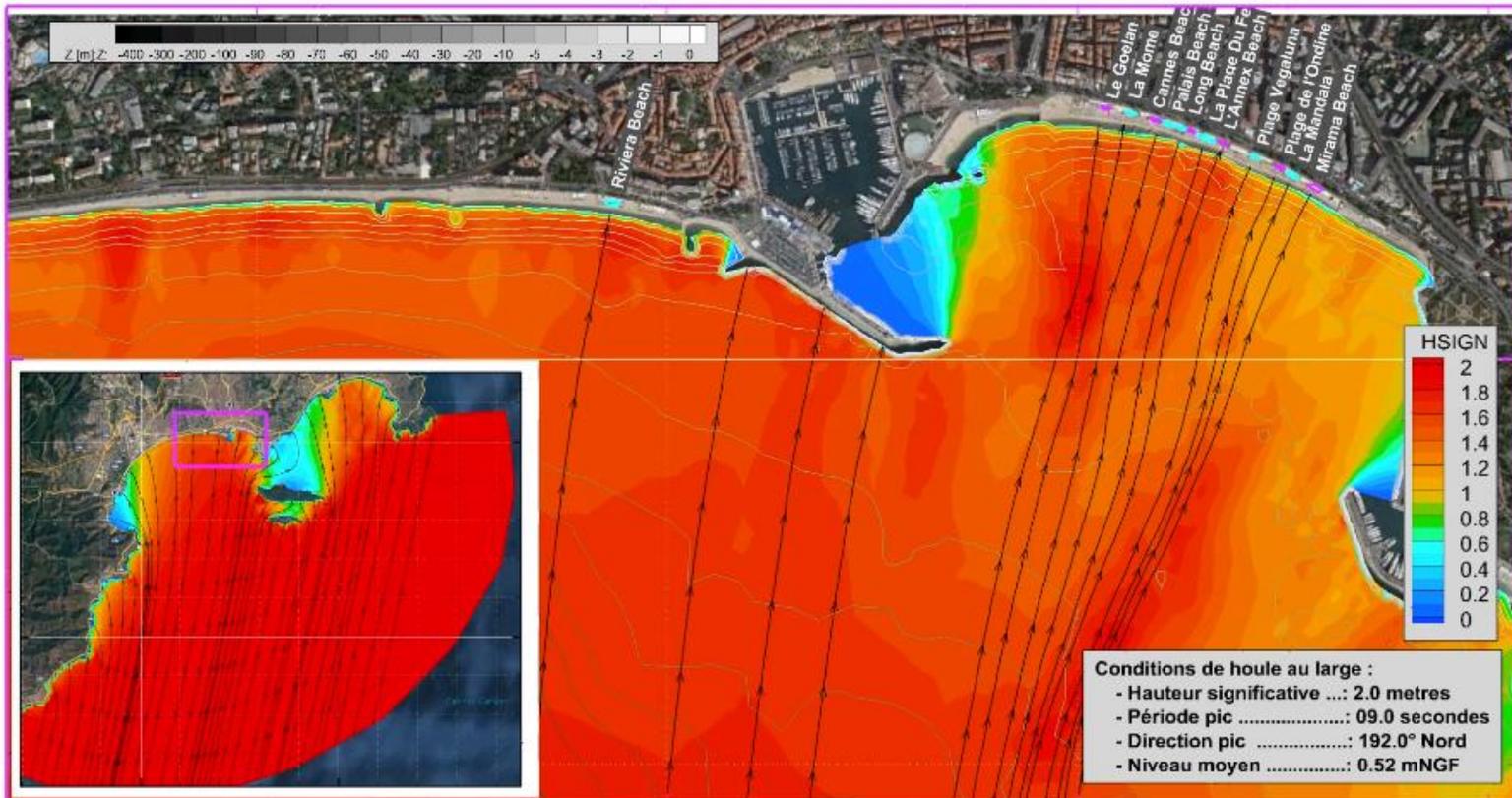
source : marc.ifremer.fr



source : puertos.es

Le modèle de propagation côtière :

Illustration de l'importance de la direction / localisation



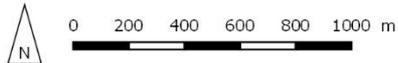
Réseau eaux pluviales : débit hydrologique Q10 La Ciotat (1)



Légende :

Débit hydrologique (m³/s)

- 0.0 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 5.0
- 5.0 - 10.0
- > 10
- Bassin de rétention
- Commune
- Bâti
- Parcellaire

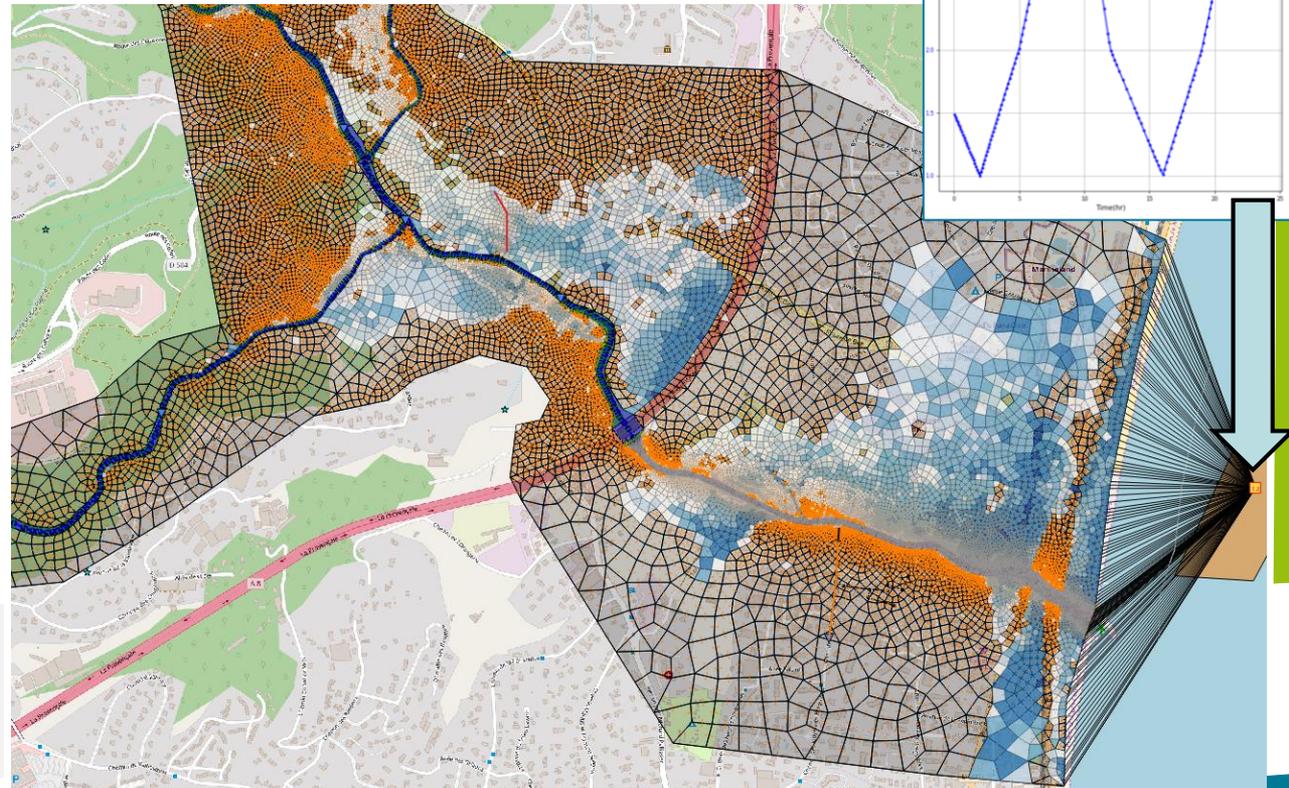


Modélisation Hydra

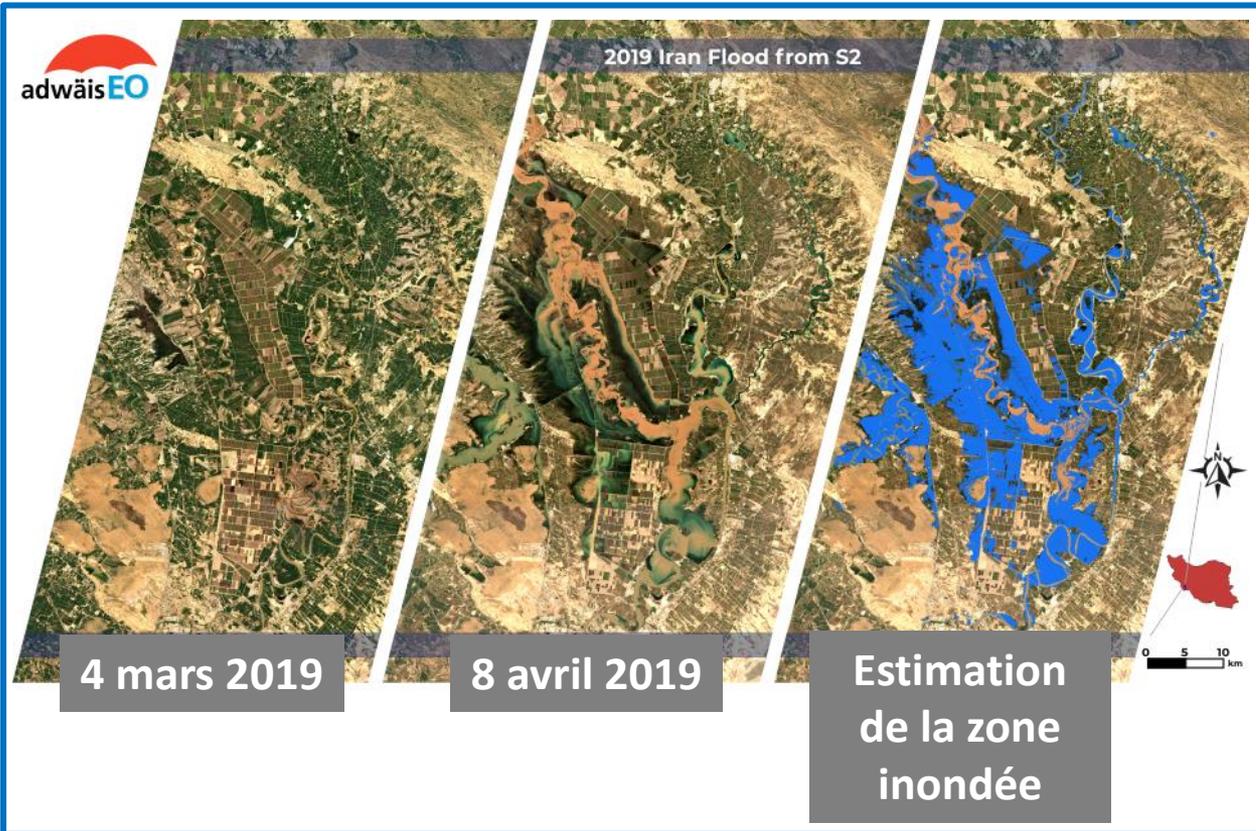
Paramètres d'entrée du modèle

- Différents points d'injection de la pluie sur le linéaire du cours d'eau
- Différents points d'injection sur les réseaux EP modélisés
- Condition aval : tabulation du niveau marin

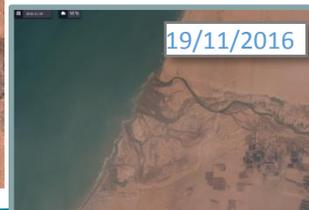
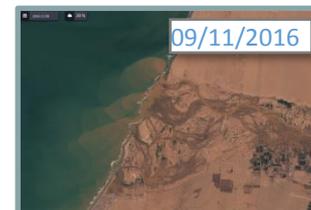
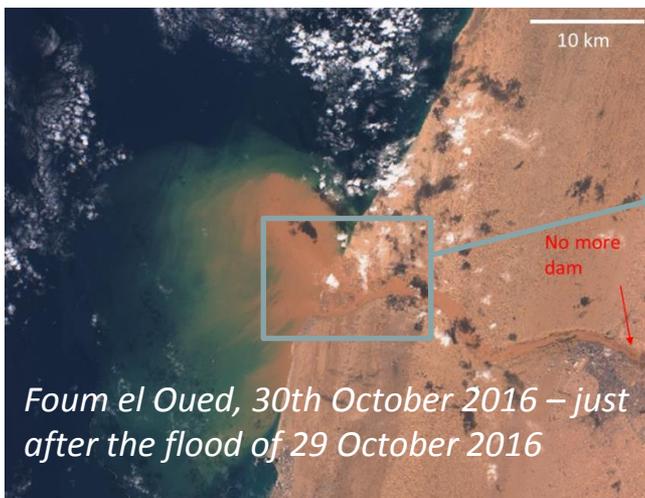
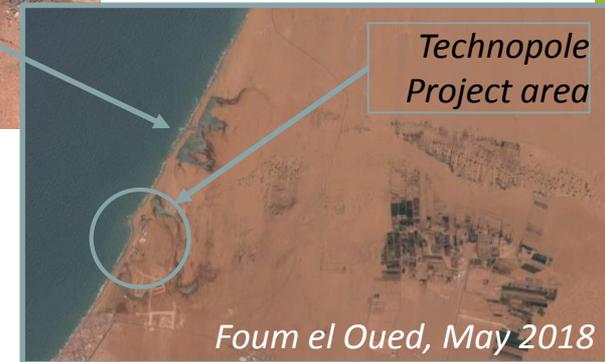
➔ Analyse de l'impact de la marée sur le fonctionnement hydraulique des exutoires.



- Mise en charge des réseaux EP par l'aval
- Débordements des cours d'eau intensifiés par les conditions de mer



Outil d'évaluation de l'impact des inondations



Outil d'évaluation de l'impact des inondations



Carte-7:-NDWI-du27/02/2017(+1.75-m)



Carte-9:-NDWI-du08/04/2017(+2.16-m)



Outil de collecte de témoignages citoyens

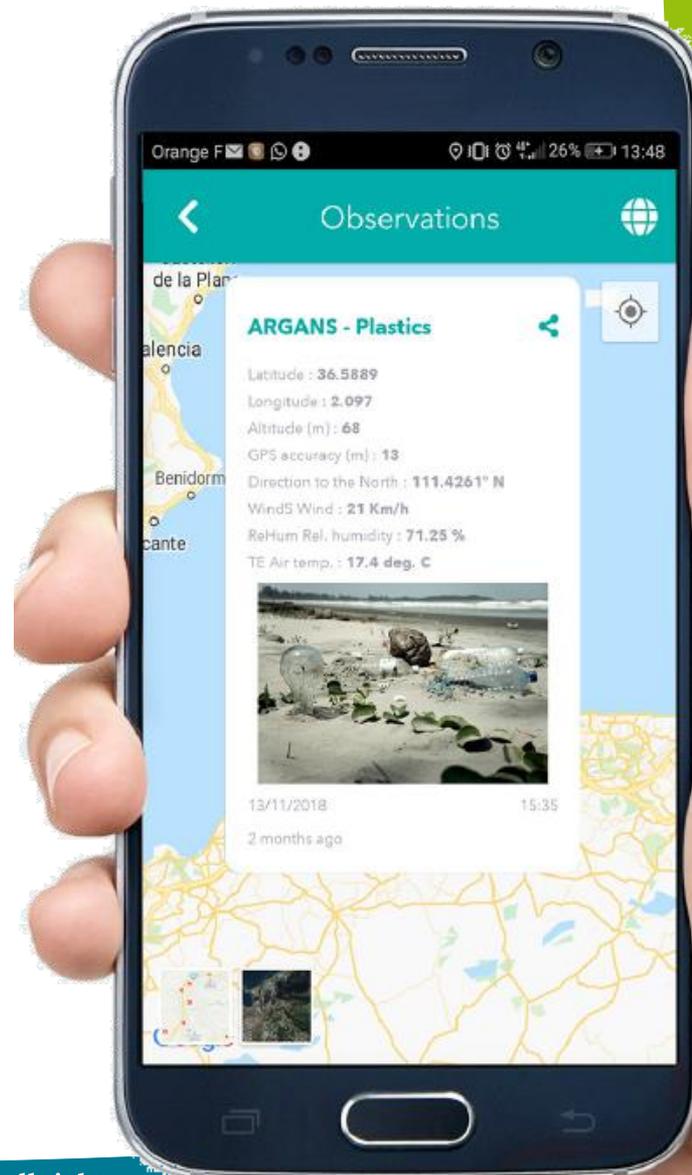
L'application mobile Simplex est un outil intuitif de collecte de **données géoréférencées, horodatées** et éventuellement photographiées, commentées ou caractérisées selon des critères prédéfinis.

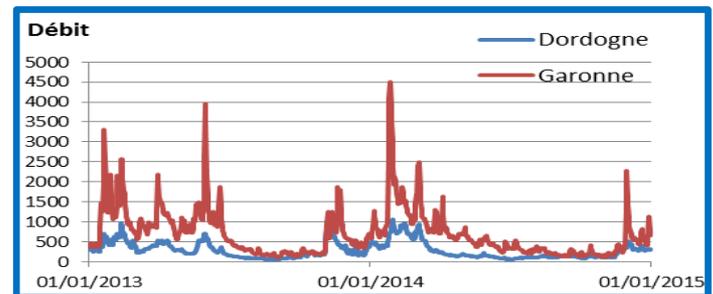
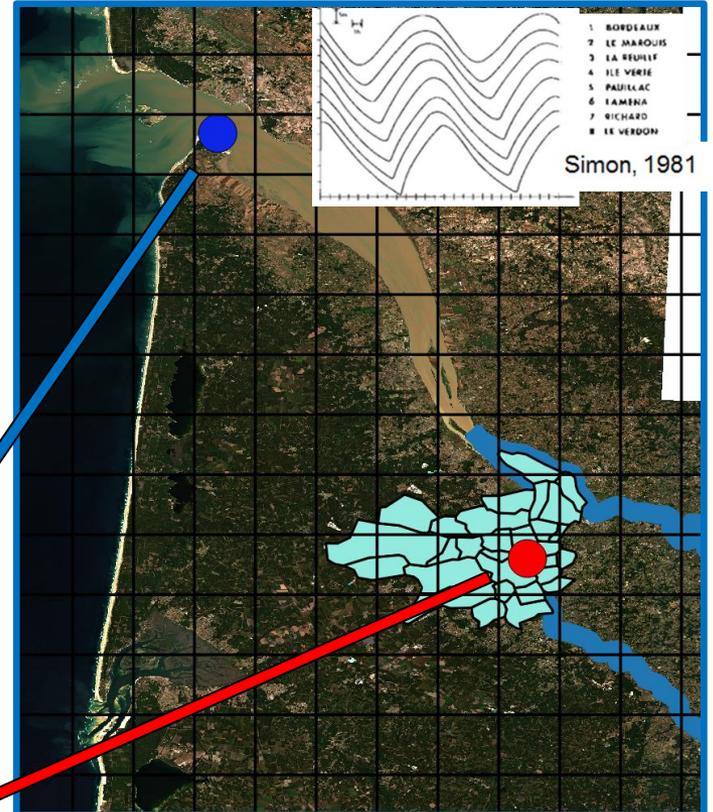
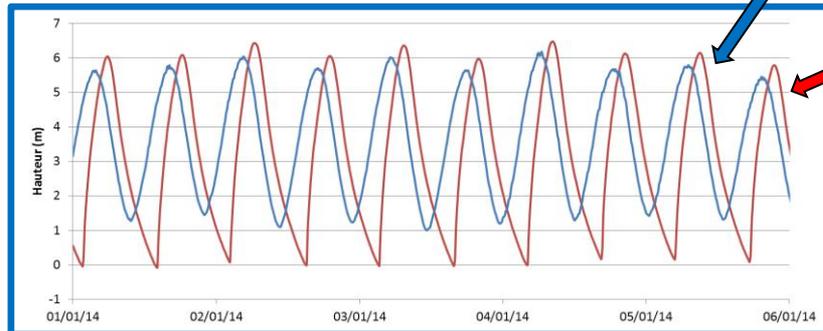
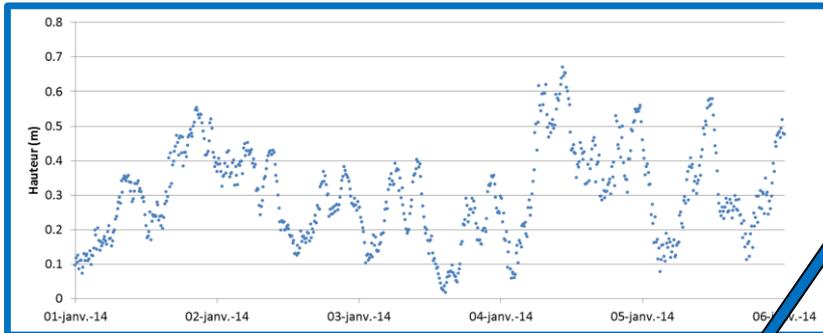
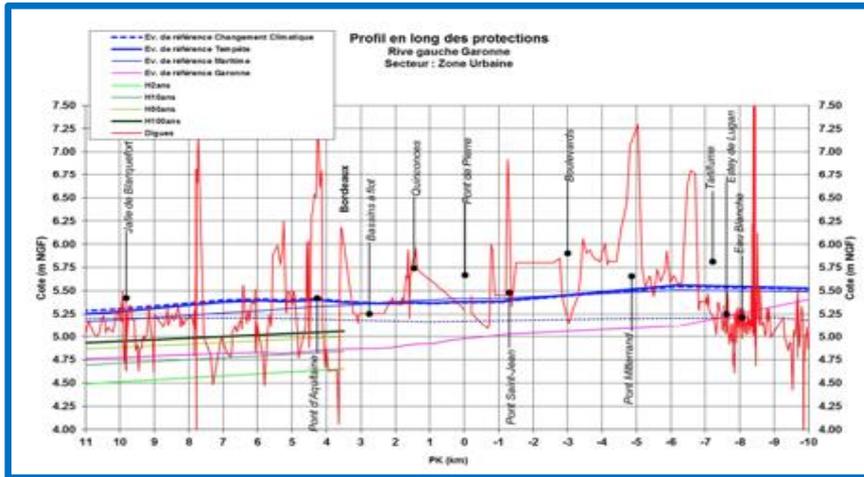
A l'aide de cet outil, les administrations peuvent par exemple **déclencher des campagnes de témoignages citoyens** des administrés volontaires au moment d'évènements climatiques remarquables.

Les données recueillies sont collectées dans une bases de données qui peut être **consultée en temps réel ou à postériori**.

Les données collectées constitueront un **support fiable pour le calage et la validation** des modélisations d'inondations.

L'application Simplex peut aussi être un outil efficace de **collecte de données terrain pour les professionnels du suivi des réseaux**.





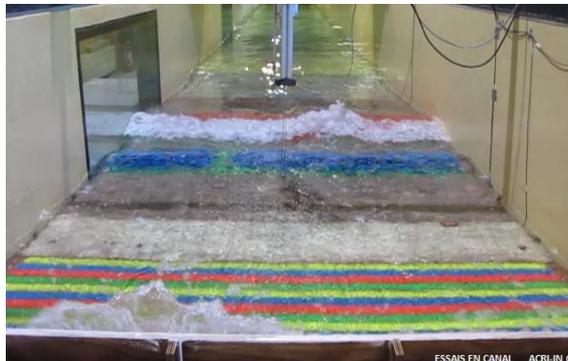
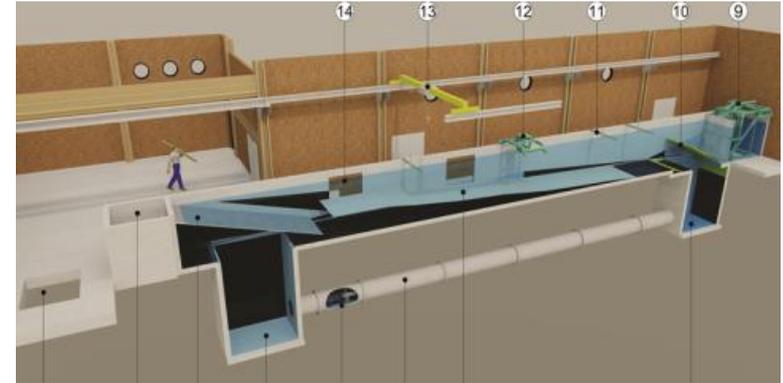
ACRI-IN possède son propre laboratoire d'hydrodynamique équipé d'un canal à houle et courant et doté d'un atelier pour la conception et la réalisation de modèles réduits.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

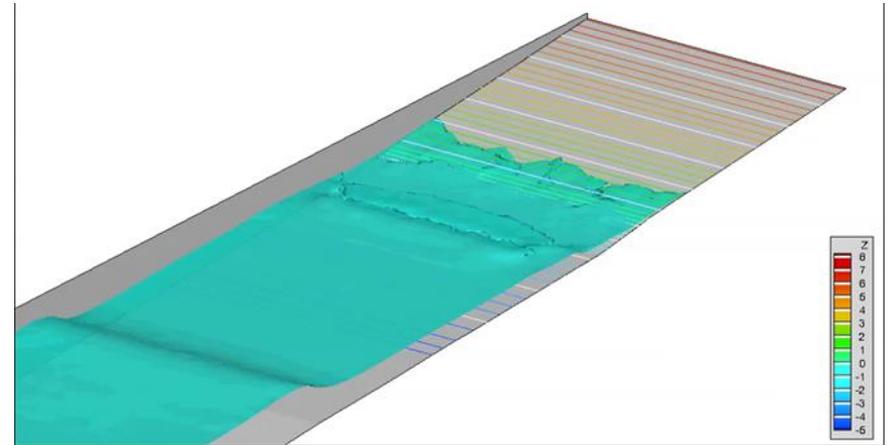
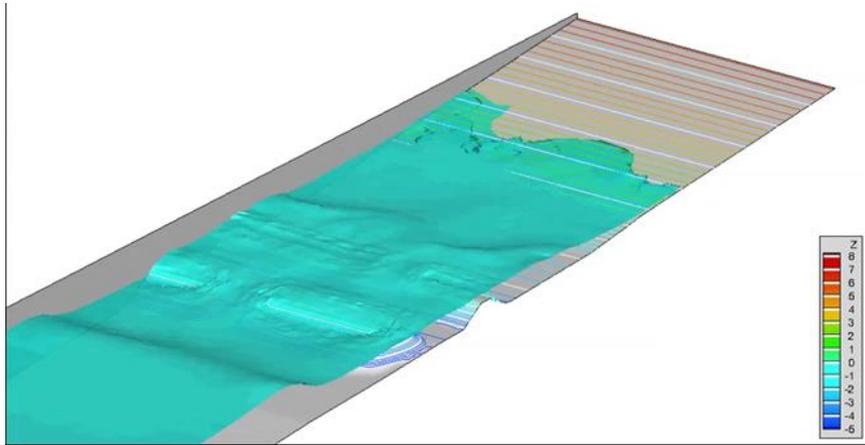
- Dimensions : Longueur 31m x Largeur 1,8m x Hauteur 2,0m
- Deux fenêtres de visualisation (1,5m x 1,5m)
- Fond mobile composé d'éléments réglables en hauteur et en inclinaison, permettant de reproduire un profil bidimensionnel de la bathymétrie
- Générateur de houle qui produit des ondes de surface régulières ou irrégulières grâce à un batteur-piston contrôlé par micro-ordinateur
- Générateur de courant équipé d'un variateur (débit maximal $1\text{m}^3/\text{s}$)
- Le courant peut être superposé à la houle dans son sens de propagation ou à contre-sens.

MATERIEL DE MESURES ET D'EXPLOITATION

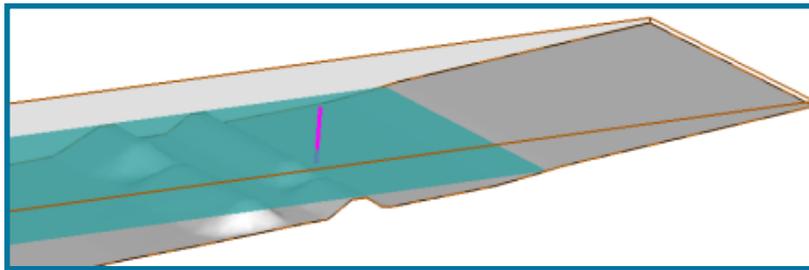
- Sondes limnimétriques résistives (conditionneurs Churchill Controls)
- Balance dynamométrique, permettant la mesure simultanée des efforts verticaux et horizontaux, ainsi que le moment correspondant
- Capteurs d'efforts numériques avec centrale d'acquisition dédiée (marque HBM)
- Moulinets et tachymètres pour les mesures de courant
- Capteurs d'efforts analogiques, Capteurs de pression, capteurs de déplacements linéaires, inclinomètres, ...



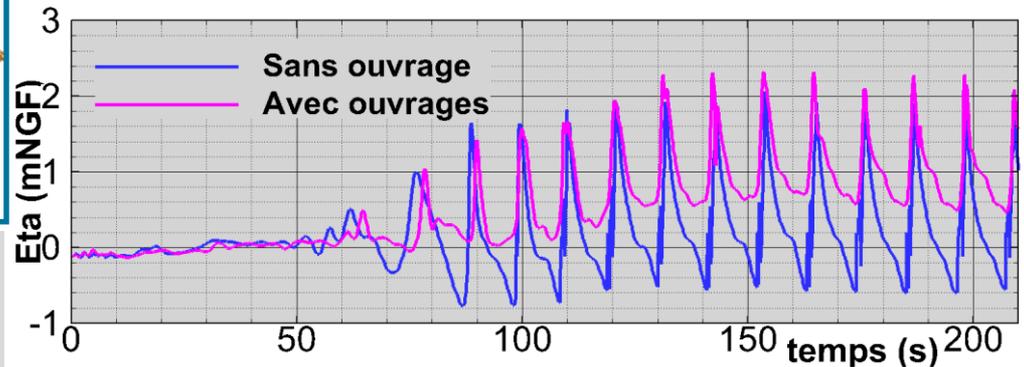
ACRIpélagos : Ouvrage de doubles digues discontinues



Niveau d'eau côté plage



Le niveau des crêtes de vagues est beaucoup moins impacté que celui des creux



ACRIPREVISUB
*Le système de prévisions
de submersions marines
d'ACRI-IN*

Systeme de prévisions de submersions marines et agitation portuaire : **ACRIPREVISUB**

Les outils utilisés et développés par ACRI-IN permettent de réaliser des **études complètes et approfondies** pour définir la configuration adaptée à chaque besoin : de l'analyse des conditions environnementales à la proposition de solutions d'aménagements modélisées et testées en canal.



Grâce à la maîtrise de ces outils, ACRI-IN a construit **ACRIPREVISUB** : le service opérationnel de prévisions et d'alertes de submersions marines pour les établissements de plages ou d'agitation pour les ports.

ACRIPREVISUB se décline en 4 versions :

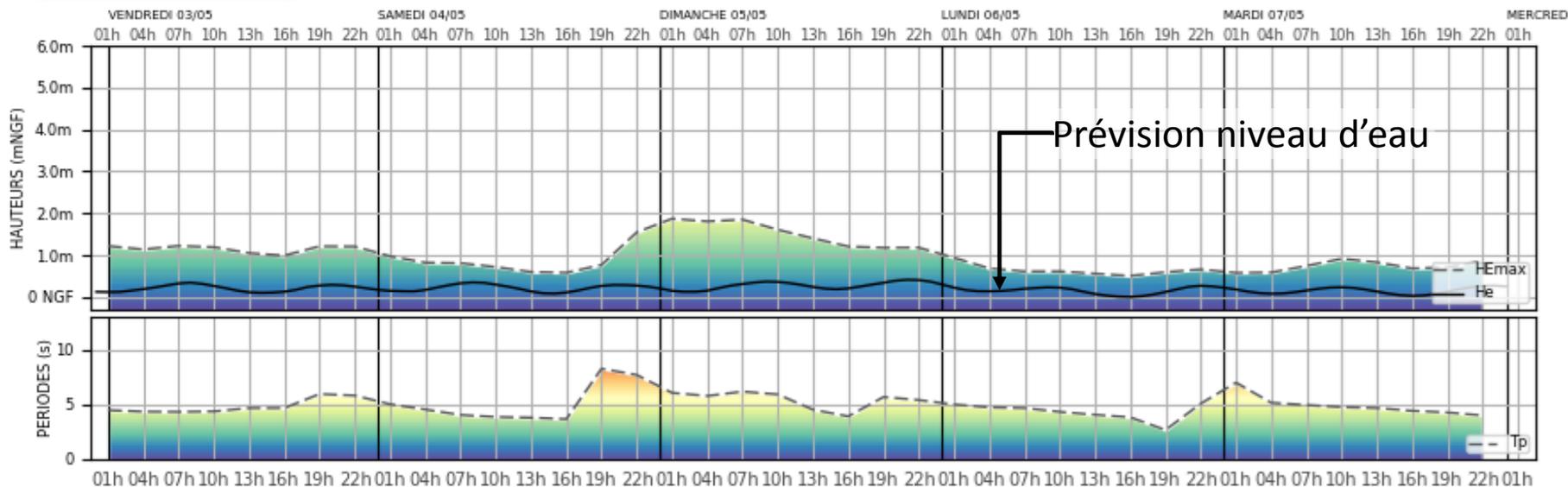
V0. des prévisions au **large** issues des modèles globaux

V1. des prévisions à la **côte** issues de modèles de propagation côtière

V2. des prévisions et alertes de submersion du **littoral**

Systeme d'alerte de risque de submersions marines

ACRIPREVISUB V0 : bulletin quotidien



HE	12	19	33	27	11	13	28	25	15	17	33	30	14	11	27	28	15	15	31	36	24	21	34	41	23	14	20	22	7	0	12	27	18	8	16	23	13	3	13	27	22		
Hs	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.7	1.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3		
Hmax	1.1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	1.3	1.7	1.7	1.5	1.2	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6				
HEmax	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	1.5	1.9	1.8	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2	0.9	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.9			
Dir	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	-	
Tp	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3	3	3	3	8	7	6	5	6	5	4	3	5	5	5	5	4	4	4	4	3	2	5	6	5	4	4	4	4	4	4	

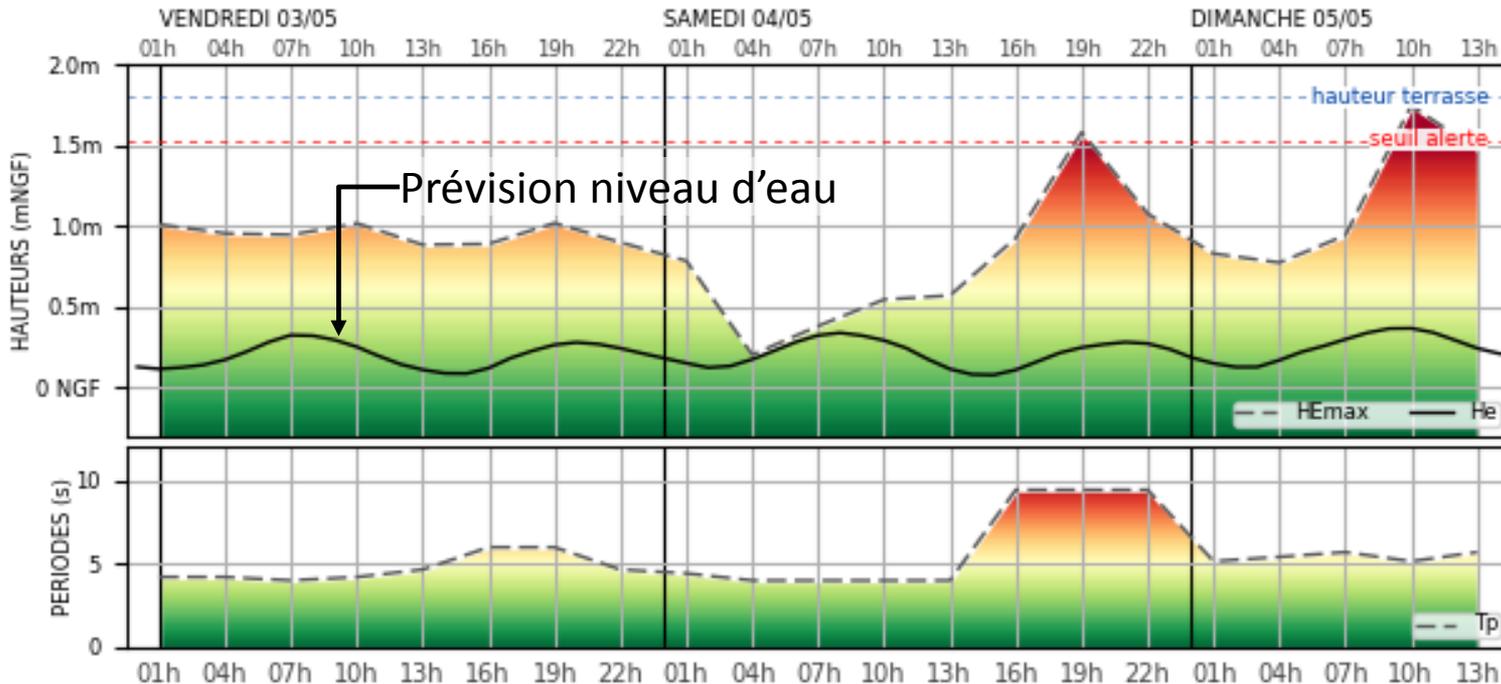
Hs : hauteur significative de la houle en mètres - Hmax : hauteur maximale de la houle en mètres
 HE : hauteur d'eau en centimètres (référence NGF) - HEmax : indicateur de niveau de submersion
 Dir : direction de propagation de la houle - Tp : période de la houle en secondes

Sources des données : SHOM, CEMES, MARC, OTPS



Systeme d'alerte de risque de submersions marines

ACRIPREVISUB V1 : bulletin quotidien et alertes



Les données sont basées sur le fonctionnement opérationnel d'un modèle de pro-pagation côtière mis en œuvre sur la zone.

Ces données peuvent être **complétée par des seuils d'alertes**.

Chaque heure, le système évalue si les prévisions ont significativement changé. Si besoin, une alerte est renvoyée.

Si les changements ne sont pas significatifs, le rappel d'alerte en cours est tous les 24h.

	01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h	01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h	01h	04h	07h	10h	13h
HE	0.12	0.17	0.33	0.25	0.11	0.12	0.27	0.24	0.15	0.18	0.32	0.29	0.12	0.11	0.25	0.27	0.15	0.17	0.30	0.37	0.25
Hs	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.4	0.4	0.3	0.4	0.8	0.7
Hmax	0.9	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	1.3	0.8	0.7	0.6	0.6	1.4	1.2
HEmax	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8	0.2	0.4	0.5	0.6	0.9	1.6	1.1	0.8	0.8	0.9	1.7	1.5
Dir	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Tp	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	9	9	9	5	5	5	5	5
RISQUE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	⚠	-	-	-	-	⚠	-

Hs : hauteur significative de la houle en mètres - Hmax : hauteur maximale de la houle en mètres
 HE : hauteur d'eau en mètres (référence NGF) - HEmax : indicateur de niveau de submersion
 Dir : direction de propagation de la houle - Tp : période de la houle en secondes

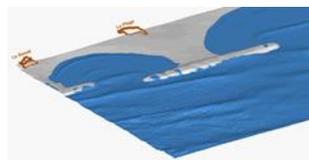
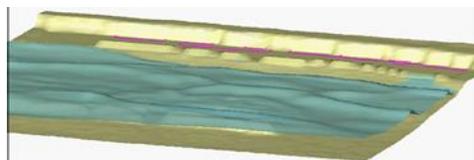
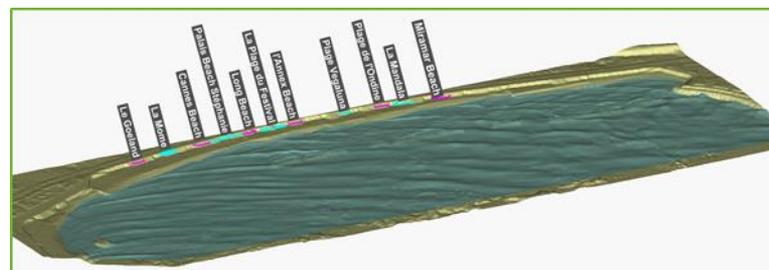


Sources des données : SHOM, CMEMS et OTPS

Systeme d'alerte de risque de submersions marines

ACRIPREVISUB V2: Modèle de submersion du littoral

Les données sont basées sur le fonctionnement opérationnel d'un modèle hydrodynamique de haute résolution des submersions côtières et l'application d'abaques de la littérature ou spécifiquement construits par des modélisations physiques, numériques ou hybrides.





Questions ouvertes

Comment choisir les scénarios et leur affecter une probabilité d'occurrence ?

En particulier, pour l'élaboration des diagnostics :

- **Quelles probabilités d'occurrences des scénarios croisant :**
 - **météorologie terrestre,**
 - **météorologie océanique,**
 - **conditions astronomiques,**
 - **évolutions climatiques ?**

Modélisation vs IA, complémentarité ?

...



information@acri-in.fr
www.acri-in.fr