



de l'océan à la côte  
**L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE**  
en mouvement

24 au 26 novembre 2020  
**Webconférence**  
[www.merigeo.fr](http://www.merigeo.fr)  
contact@merigeo.fr

organisé par :



# Levé photogrammétrique "Post-tempête" par ULM - Un outil d'observation et d'analyse des impacts et de la vulnérabilité des côtes sableuses du Roussillon

E. Palvadeau<sup>1</sup>, G. Bossennec<sup>2</sup>, V. Sibert<sup>3</sup>, Y. Balouin<sup>1</sup> et P. Lanzellotti<sup>4</sup>

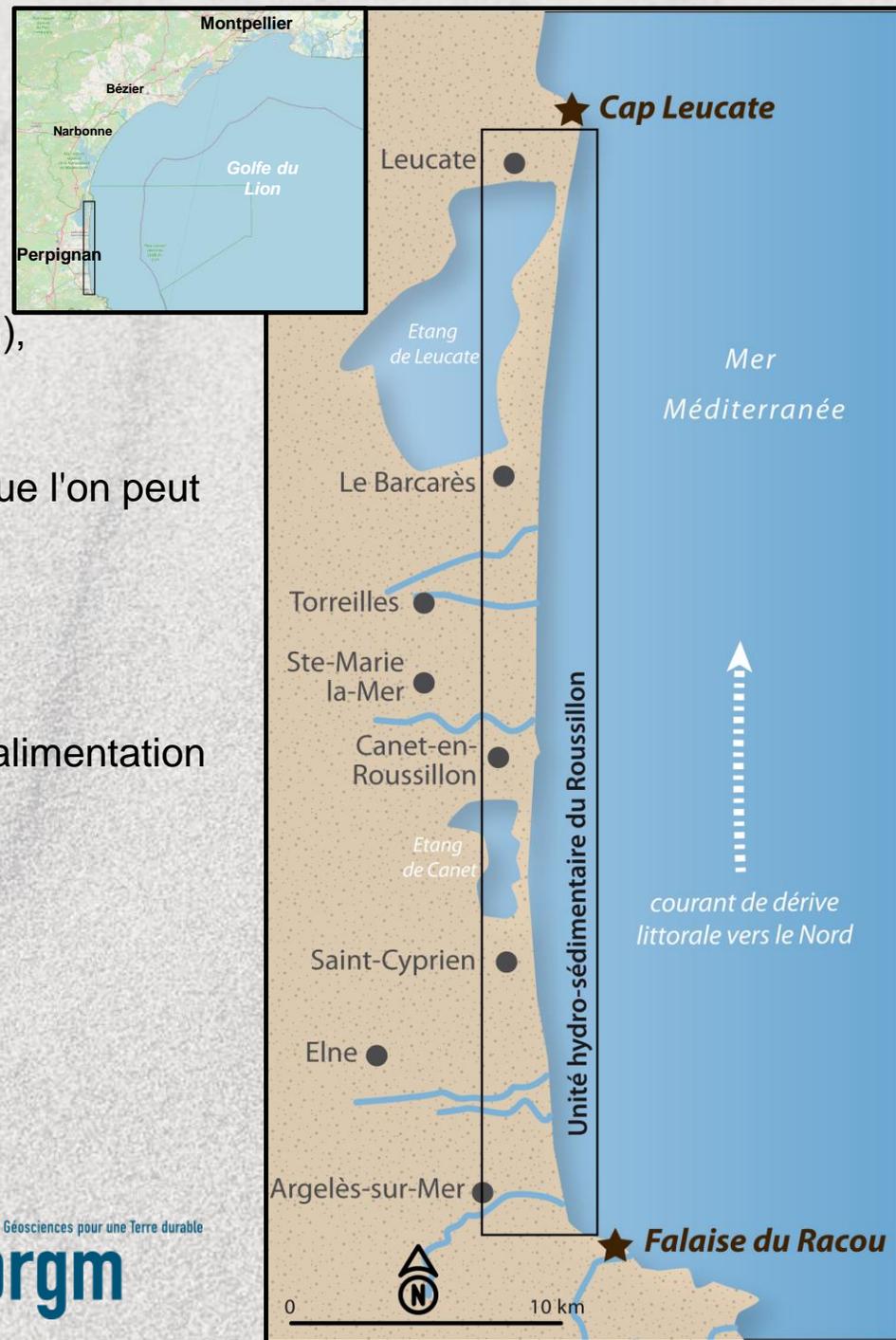
25/11/2020



## Contexte

# La côte sableuse catalane

- Une tendance à l'érosion diagnostiquée sur les 60 dernières années (0,5m/an), inégalement répartie
- Mais des manifestations qui n'ont pas l'ampleur ou les conséquences de ce que l'on peut voir sur d'autres côtes sableuses, y compris en Occitanie
- Des problèmes localisés, le plus souvent en lien avec les secteurs aménagés
- Des embouchures de fleuves très dynamiques, mobiles et qui contribuent à l'alimentation en sable des plages de la cellule sédimentaire catalane

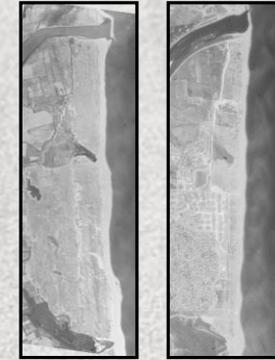


## Contexte

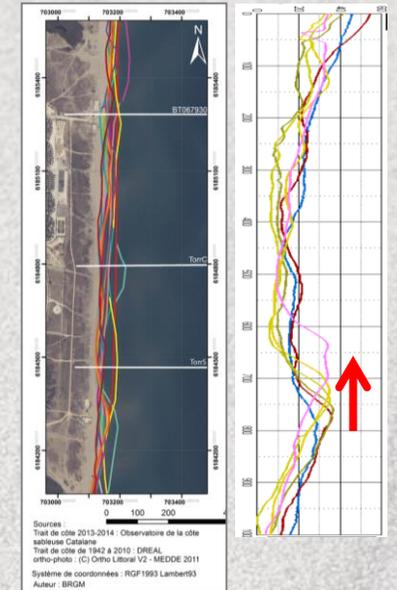
# L'Observatoire de la Côte sableuse catalane



## Tendance historique



## Evolutions saisonnières



## Objectifs

- Préciser les évolutions saisonnières en fonction des conditions hydrodynamiques locales – 2 campagnes de mesures/an
- Préciser les fonctionnements et les sensibilités de chaque site suivi
- Intégrer ces connaissances, pour des préconisations de gestion du trait de côte adaptées à chaque site et à ses problématiques

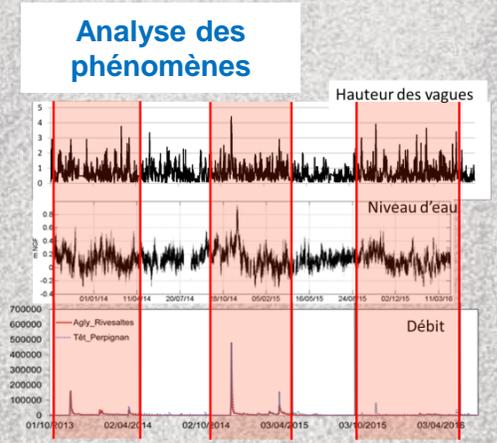


2013  
Création

44 km  
Linéaire sableux  
concerné

17  
Sites de plage  
suivis

8  
Cordons dunaires  
suivis

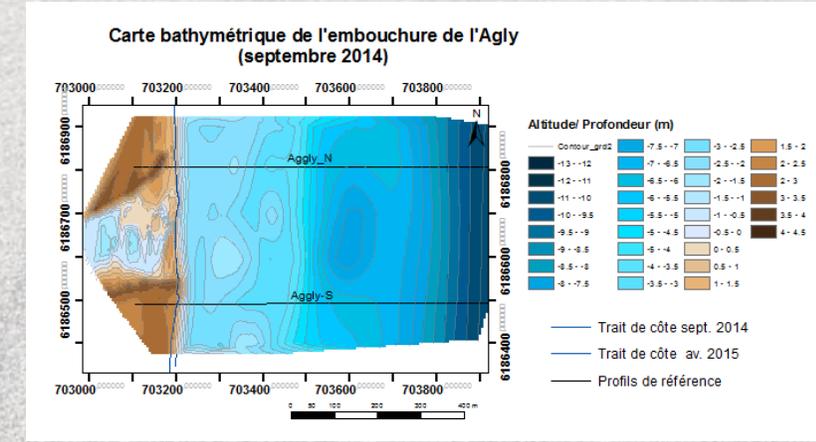
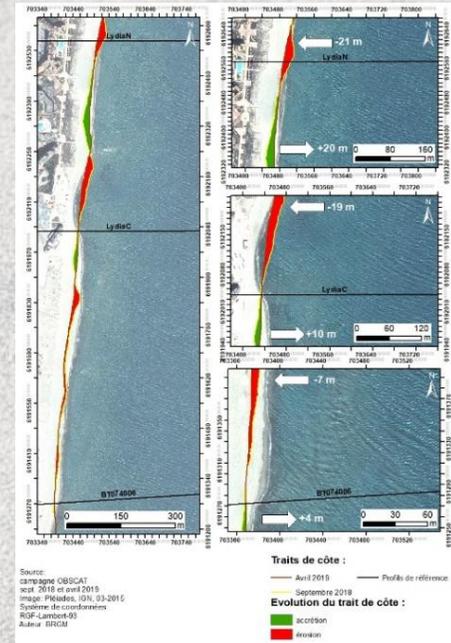


## Secteurs suivis en 2020

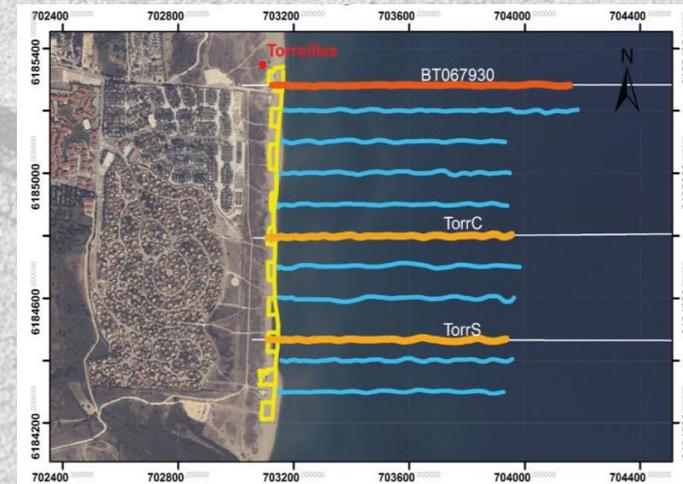
- Secteurs suivis en topo-bathymétrie 2 fois par an
- Secteurs suivis en topographie (cordons dunaires et plages émergées) par photogrammétrie tous les deux ans



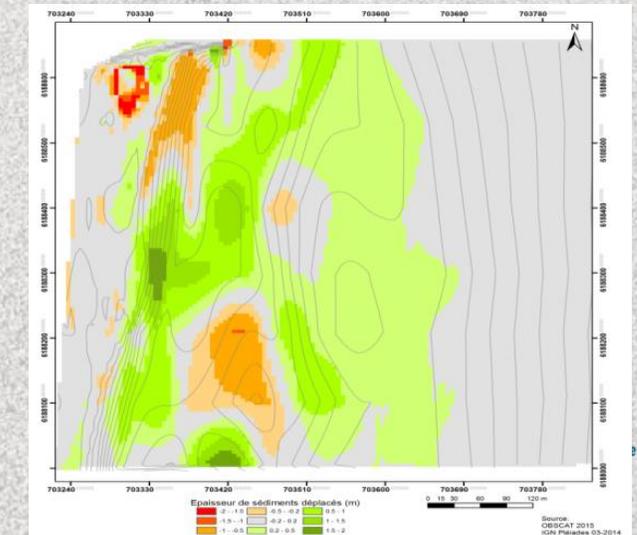
# Mesures topographiques (plages émergées, trait de côte, petits fonds marins) DGPS



# Mesures bathymétriques (plages immergées, embouchures) Sondeur + DGPS – levés de transects

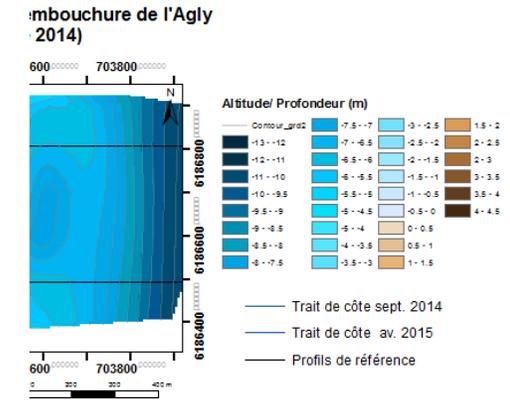
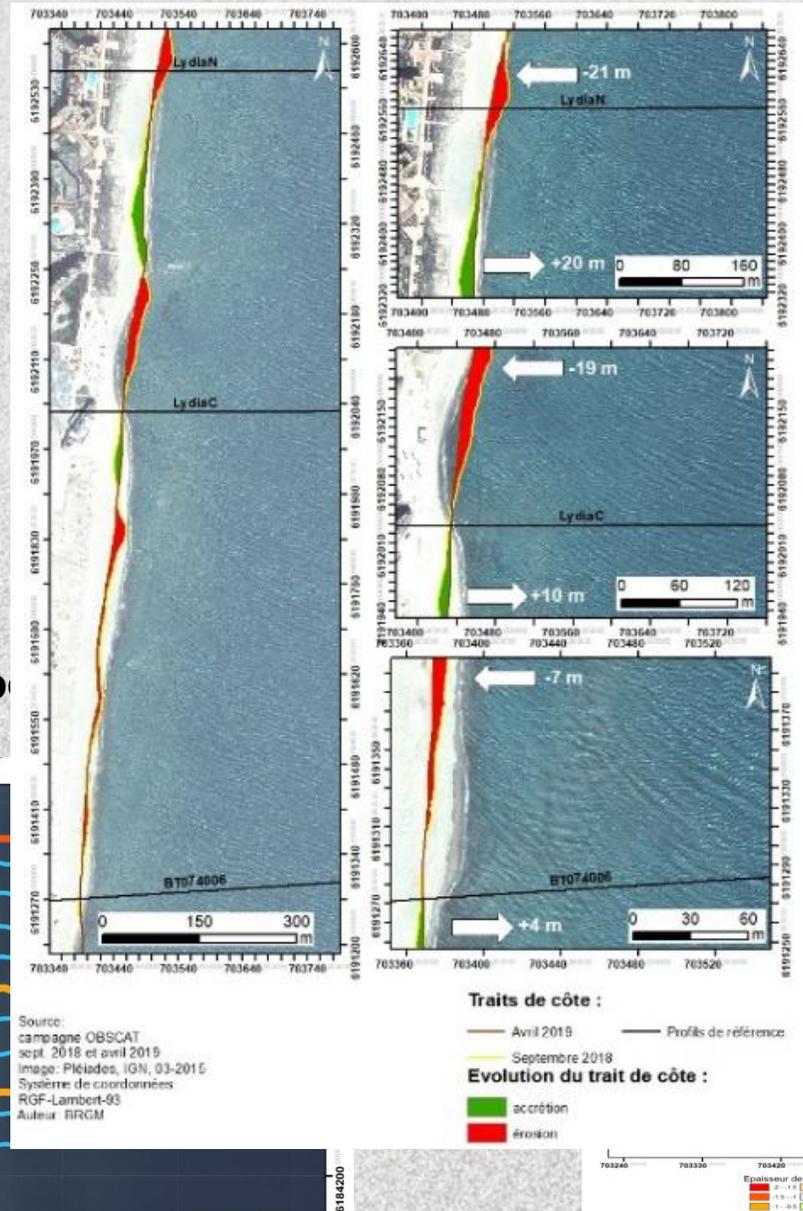


# Volumes sableux déplacés



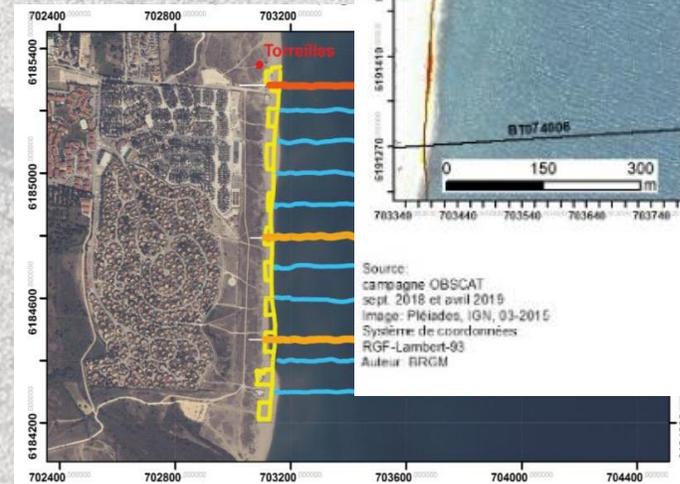
# Mesures topographiques (plages émergées, trait de côte, petits fonds marins)

DGPS



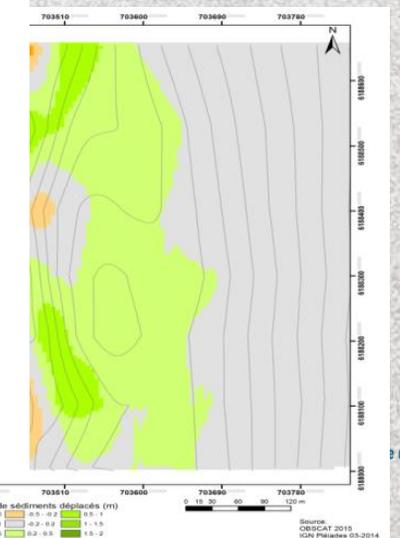
# Mesures bathymétriques (plages immergées, embouchure de l'Agly)

Sondeur + DGPS – levés de transects



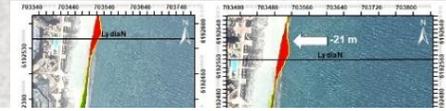
Sources :  
campagne OBSCAT sept. 2018 et avril 2019  
Image : Pléiades, IGN, 03-2015  
Système de coordonnées RGF-Lambert-93  
Auteur : BRGM

# Sableux déplacés

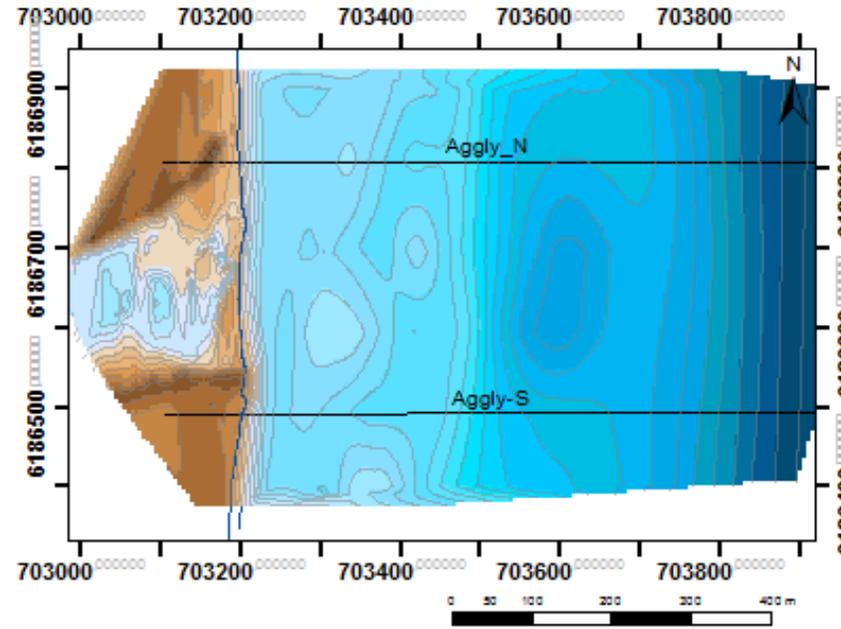


# Mesures topographiques (plages émergées, trait de côte, petits fonds marins)

DGPS



## Carte bathymétrique de l'embouchure de l'Agly (septembre 2014)



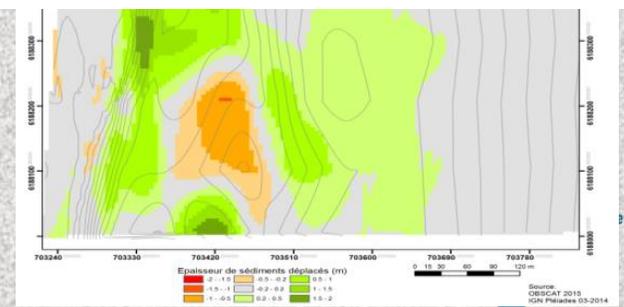
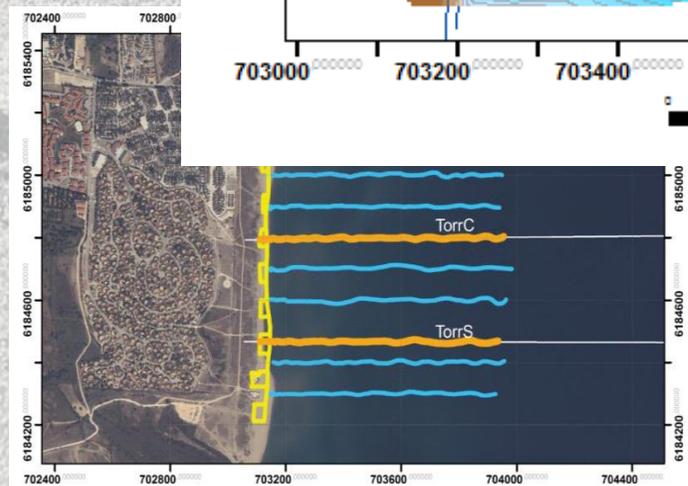
Altitude/ Profondeur (m)

Contour_grd2	-7.5 - -7	-3 - -2.5	1.5 - 2
-13 - -12	-7 - -6.5	-2.5 - -2	2 - 2.5
-12 - -11	-6.5 - -6	-2 - -1.5	2 - 3
-11 - -10	-6 - -5.5	-1.5 - -1	3 - 3.5
-10 - -9.5	-5.5 - -5	-1 - -0.5	3.5 - 4
-9.5 - -9	-5 - -4.5	-0.5 - 0	4 - 4.5
-9 - -8.5	-5 - -4	0 - 0.5	
-8.5 - -8	-4 - -3.5	0.5 - 1	
-8 - -7.5	-3.5 - -3	1 - 1.5	

- Trait de côte sept. 2014
- Trait de côte av. 2015
- Profils de référence

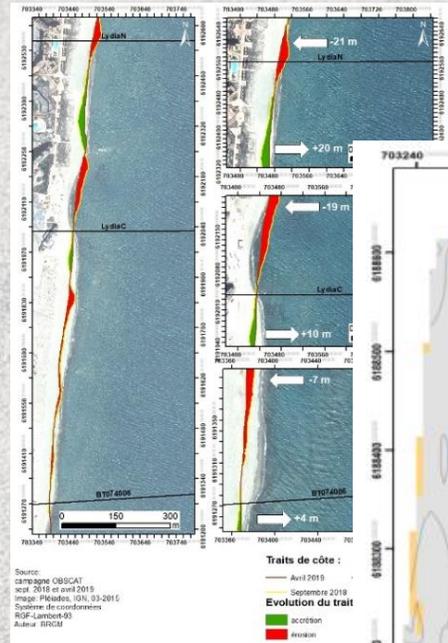
# Mesures bathymétriques (plages immergées)

Sondeur + DGPS – levés de transects

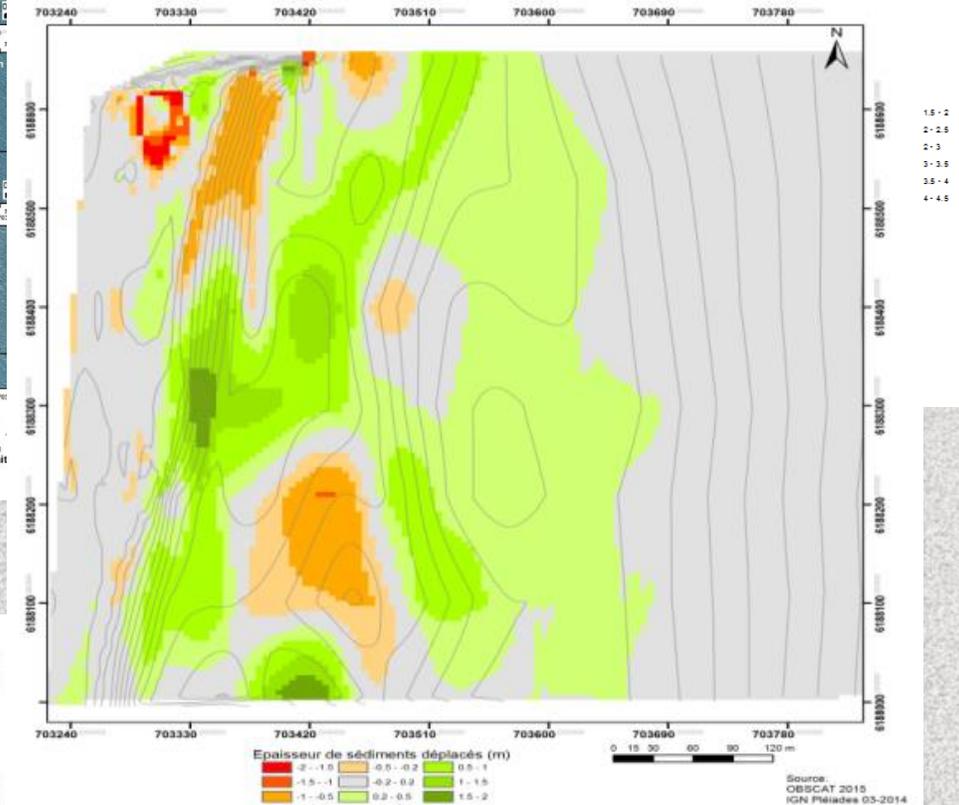


# Mesures topographiques (plages émergées, trait de côte, petits fonds marins)

DGPS

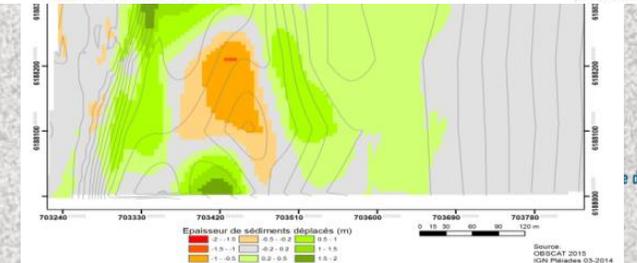
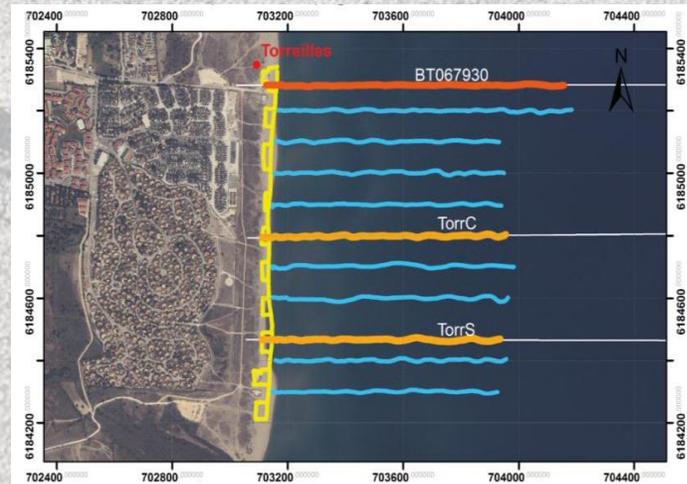


## Volumes sableux déplacés



# Mesures bathymétriques (plages immergées, embouchures)

Sondeur + DGPS – levés de transects



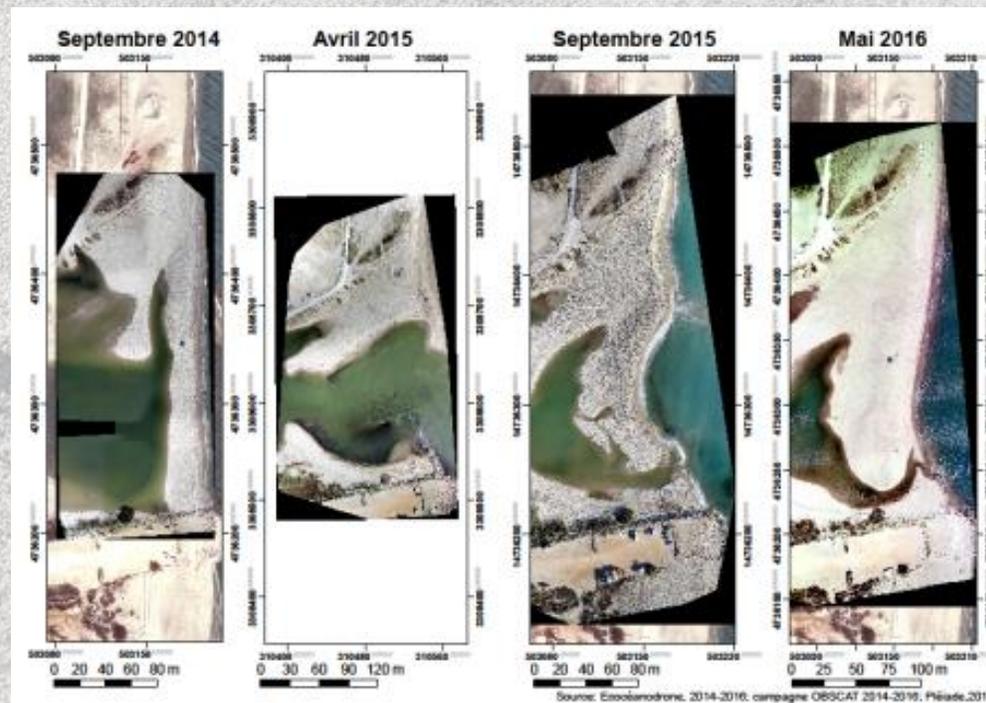
## Suivi par caméra vidéo - mouvement du trait de côte, des barres sableuses à haute fréquence, effets tempêtes



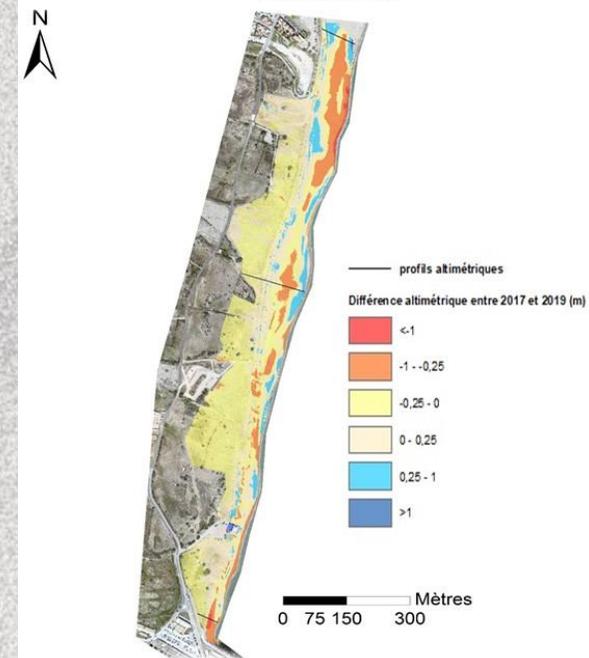
## Suivi par photogrammétrie – cordons dunaires, embouchures

Prises de vues par drone, autogire, ULM

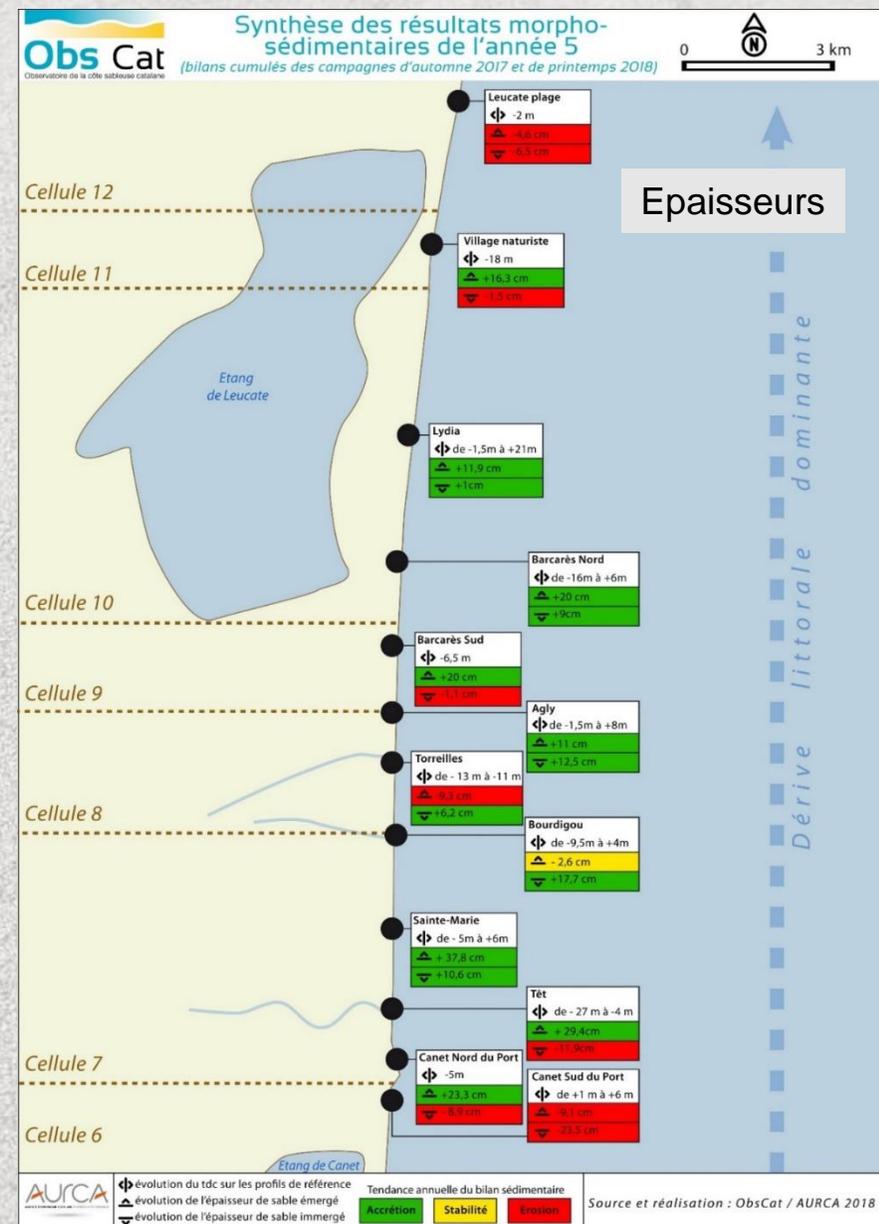
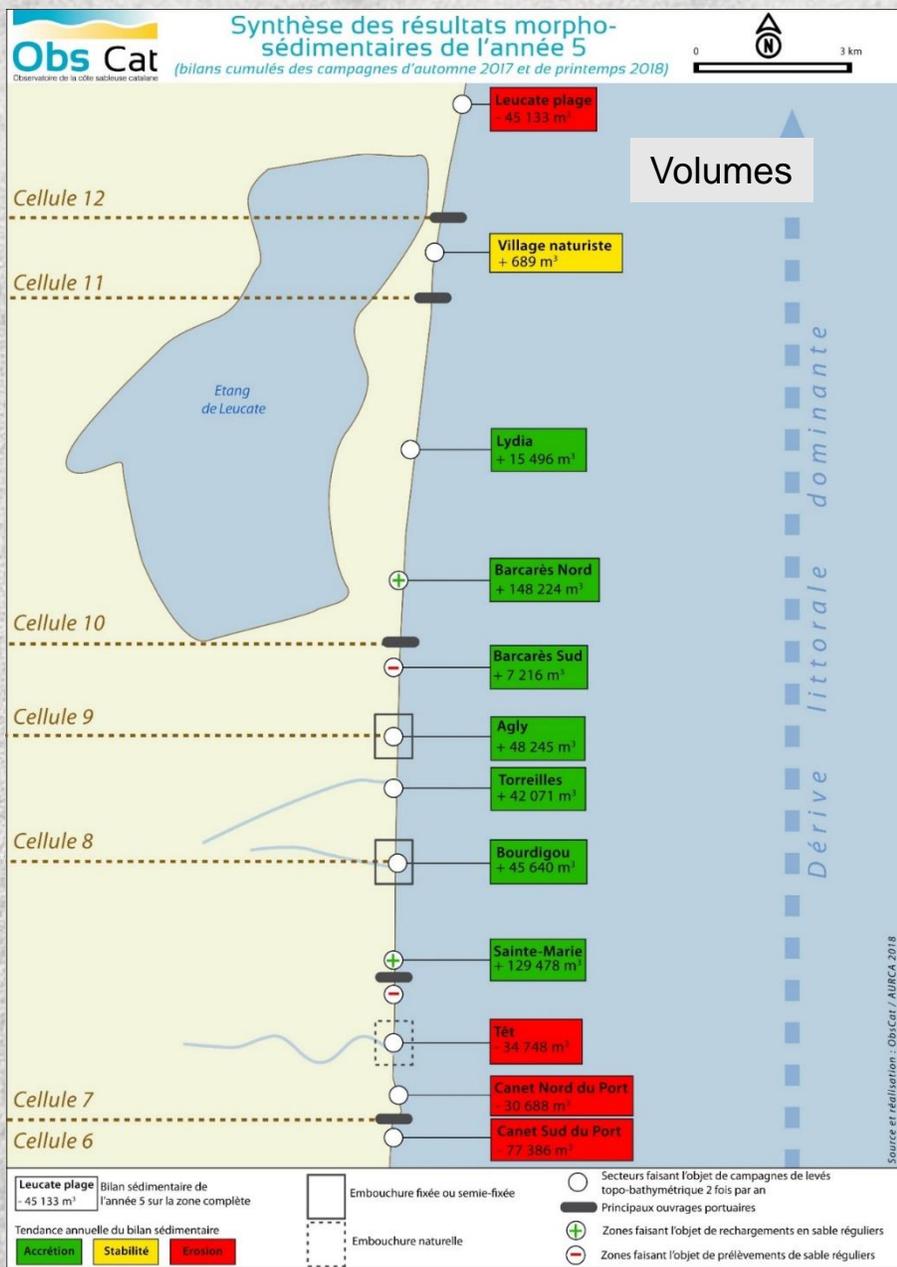
## Suivi bathymétrique des embouchures interne – drone bathy



## Evolution altimétrique de l'environnement dunaire de Leucate Nord



# A l'échelle annuelle – évolution des bilans sédimentaires



# Synthèse globale sur les 6 années de suivi



## Contexte sédimentaire

- Ouvrages lourds
- Principales sources sédimentaires
- Sens de la dérive littorale dominante
- Sous cellules sédimentaires 6

## Principales zones de perturbation du transit sédimentaire

- Secteurs en déficit chronique
- Ensemble d'ouvrages lourds engendrant la perturbation sédimentaire
- Principales zones d'accumulation sédimentaire

## Grandes tendances de l'évolution de la position du trait de côte

- zone de recul du trait de côte, réduction de la largeur de plage
- zone de stabilité relative du trait de côte et de la largeur de plage
- zone de progression relative du trait de côte, élargissement de la plage

## Dynamiques cross-shore des barres sous-marines sur les secteurs instrumentés

- Barres ayant tendance à avancer vers la plage émergée
- Barres ayant tendance à être stables malgré une migration longshore
- Barres ayant tendance à migrer vers le large

## Occupation du sol

- Présence de cordons dunaires (reliques ou conservés)
- Espaces à dominante urbaine

## Etat de conservation des cordons dunaires

- Bon
- Médiocre
- Mauvais

# Et le rôle des tempêtes ?

## Moteurs essentiels dans l'évolution morpho-dynamique des plages

- Analyser des impacts (zones naturelles et zones aménagées et/ou à enjeux)
- Identifier les secteurs vulnérables
- Identifier les facteurs de vulnérabilité (pente, altitude cordon dunaire...)
- Analyser la résilience naturelle (comparaisons avec les suivis saisonniers suivants)
- Adapter la gestion des sites

=> Mise en place d'un outil complémentaire = Levé et analyse post-tempête

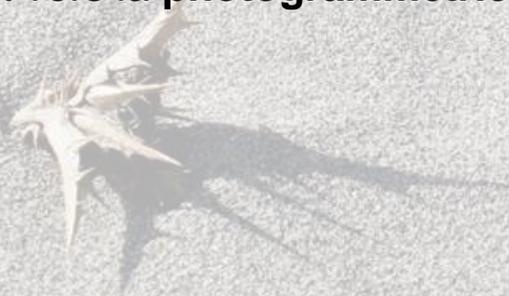


# Méthodologie

Doit répondre à 3 critères principaux

- **Rapidité d'intervention** : relevés d'impacts au plus près de l'évènement avant atténuation naturelle (résilience du milieu), à concilier avec interventions d'urgence des services communaux (nettoyage des plages, des laisses de mer, etc.) et la météo
- **Précision suffisante** : reconnaissance optimale et homogène des différents types d'impacts le long de la côte
- **Coût**

Choix porté naturellement vers la **photogrammétrie**, largement utilisée par l'ObsCat



# Méthodologie

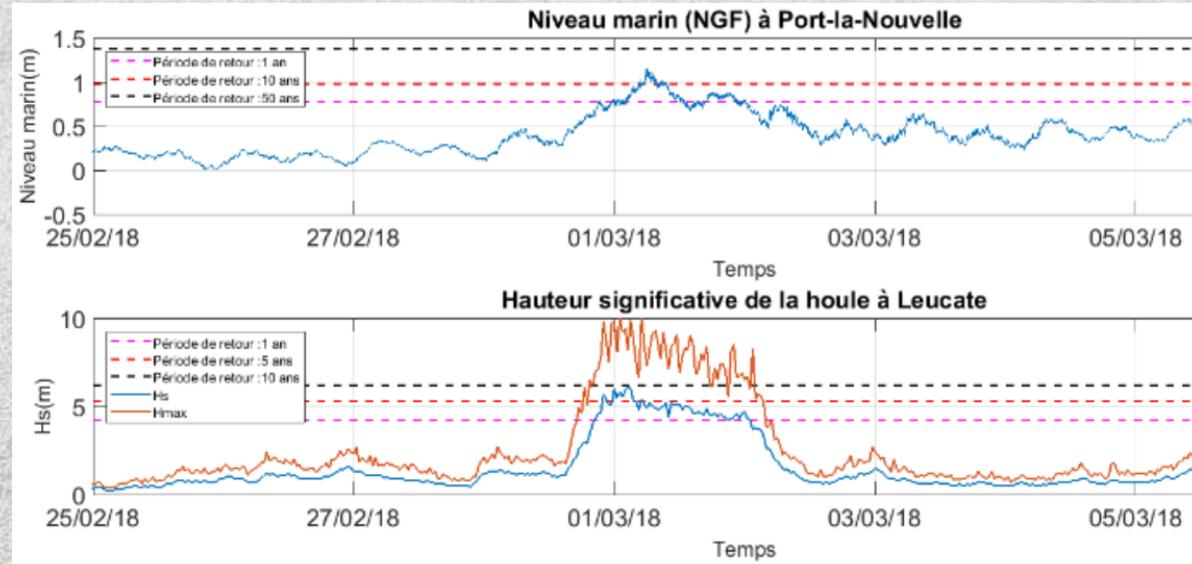
- **Le levé :**
  - Survol par autogire ou ULM de l'ensemble du littoral sableux catalan soit 44 km
  - Prises de vues : appareil photo 24 mm f2.8, altitude ~260 m, ~10 000 clichés
  - Calage pour géoréférencement : base de donnée de cibles permanentes sur points fixes et cibles temporaires posées et relevées le jour même
- **Les produits en sortie :**
  - Ortophotographies – résolution 6,5 cm/pixel
  - Modèle numérique de surface (MNS) – résolution 7 à 8 cm/pixel
- **Les analyses produites :**
  - Cartographie des impacts à la côte par photo interprétation
  - Identification des facteurs de vulnérabilité des sites ObsCat – Traitements sur MNS
    - Run-up et altitude de la crête dunaire
  - Déplacements sédimentaires par comparatif topographique / campagne ObsCat précédente de fin d'été



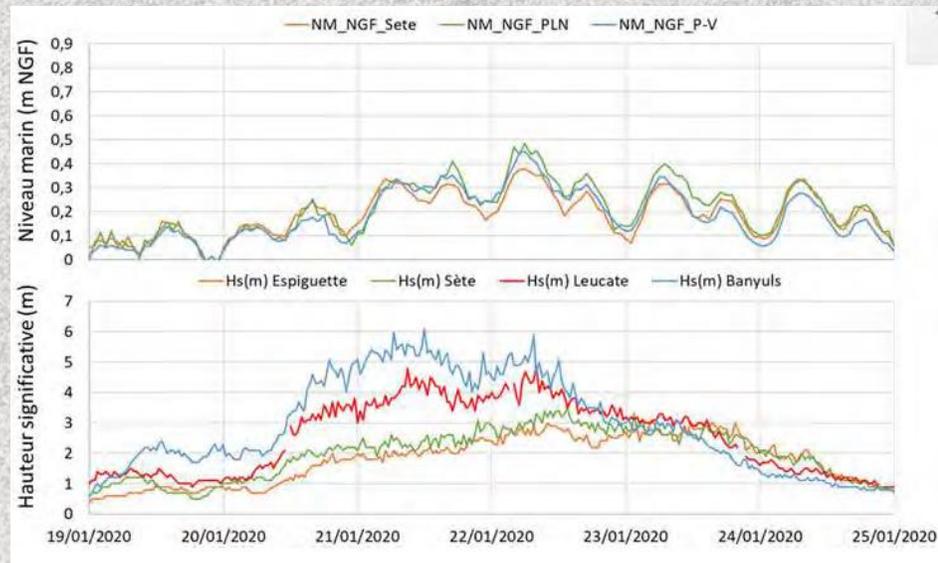
# Cartographie des impacts par photo-interprétation

2 levés de ce type réalisés

- **Tempête Emma 28 Février au 2 Mars 2018**  
→ Levé du 6 mars 2018



- **Tempête Gloria 20-23 Janvier 2020**  
→ Levé du 25 Janvier 2020



# Cartographie des impacts par photo-interprétation

## Typologie des impacts

- **Franchissements/recouvrements dunaires** : recouvrements partiels voire complet de la végétation dunaire par les sédiments, révélant une atteinte par les vagues, par franchissement de la dune par le jet de rive.
  - baisse de densité de végétation sur les cordons dunaires
  - présence de laisses de mer sur ou à l'arrière des dunes
- **Percées ou brèches dunaire** : zones où la mer a traversé le cordon dunaire empruntant le plus souvent les chemins d'accès aux plages, aménagés ou spontanés (zones de faiblesses altimétriques). Rarement à proprement parler de brèches.
  - en arrière dune, présence de dépôts sableux sous forme d'éventails et/ou de laisses de mer constituées de bois flottés et de déchets



# Cartographie des impacts par photo-interprétation

## Typologie des impacts

- **Secteurs submergés en arrière dune** : zones anormalement humides ou inondées. Elles ont été repérées par comparaison de l'orthophotographie post-tempête avec des images satellites ou levés de suivis précédents. On retrouve aussi des laisses de mer sur ces secteurs
- **Dégâts urbains** : zones submergées en front de mer, présence de laisses de mers, dépôt de sable, dégâts encore visibles sur les zones urbanisées, routes, places et zones piétonnes



# Cartographie des impacts par photo-interprétation

## Typologie des impacts

- **Erosions dunaires** : falaises d'érosion dunaire
- **Bois flottés** : bois morts (branches et troncs) apportés par les fleuves lors des crues. Concomitance tempête marine/fortes précipitations



# Cartographie des impacts par photo-interprétation

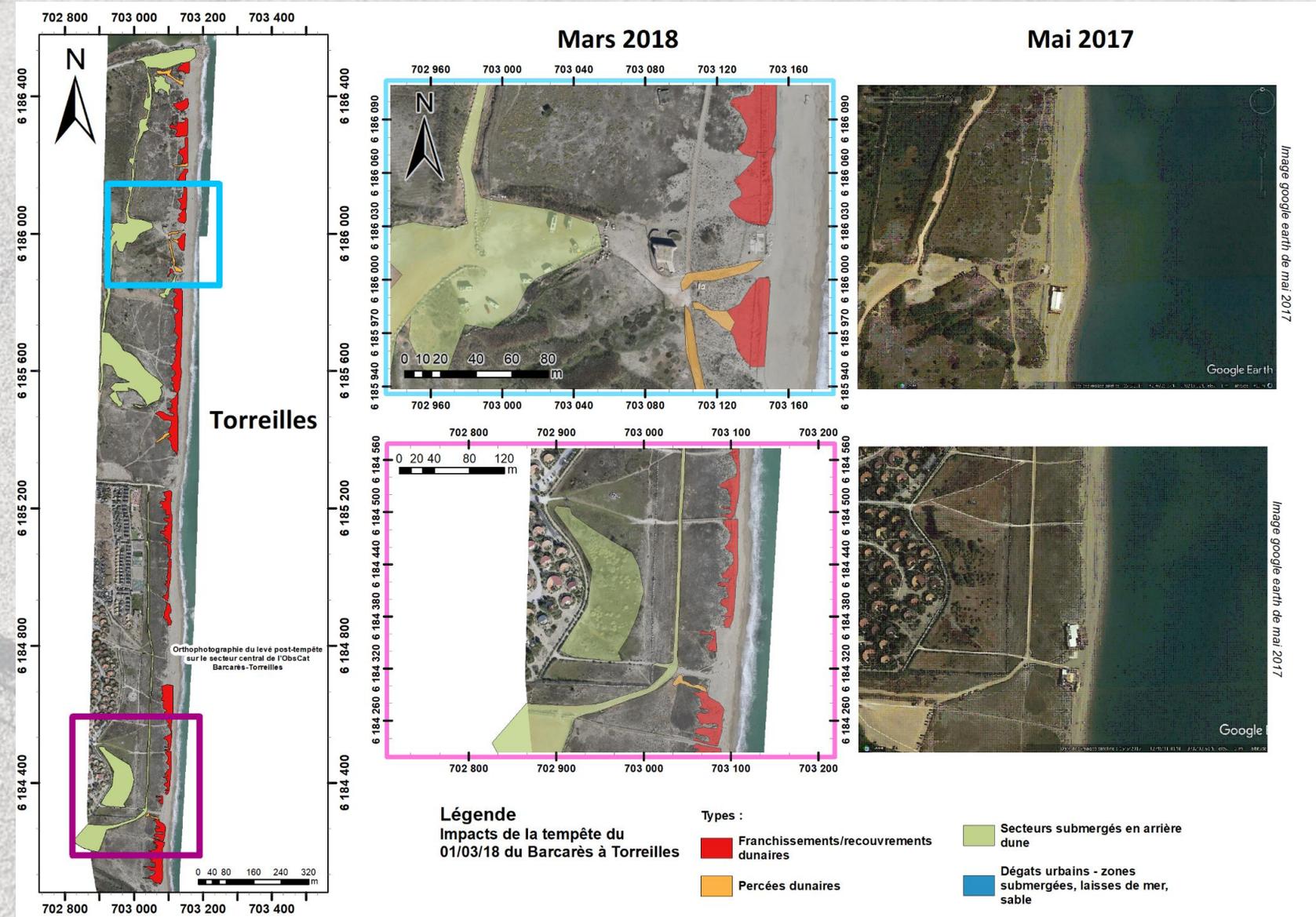
Exemples sur la commune de Torreilles

- Tempête Emma 28 Février au 2 Mars 2018

→ Levé du 6 mars 2018

Prédominance :

- Recouvrement/franchissements
- Zones submergées en arrière dune



# Cartographie des impacts par photo-interprétation

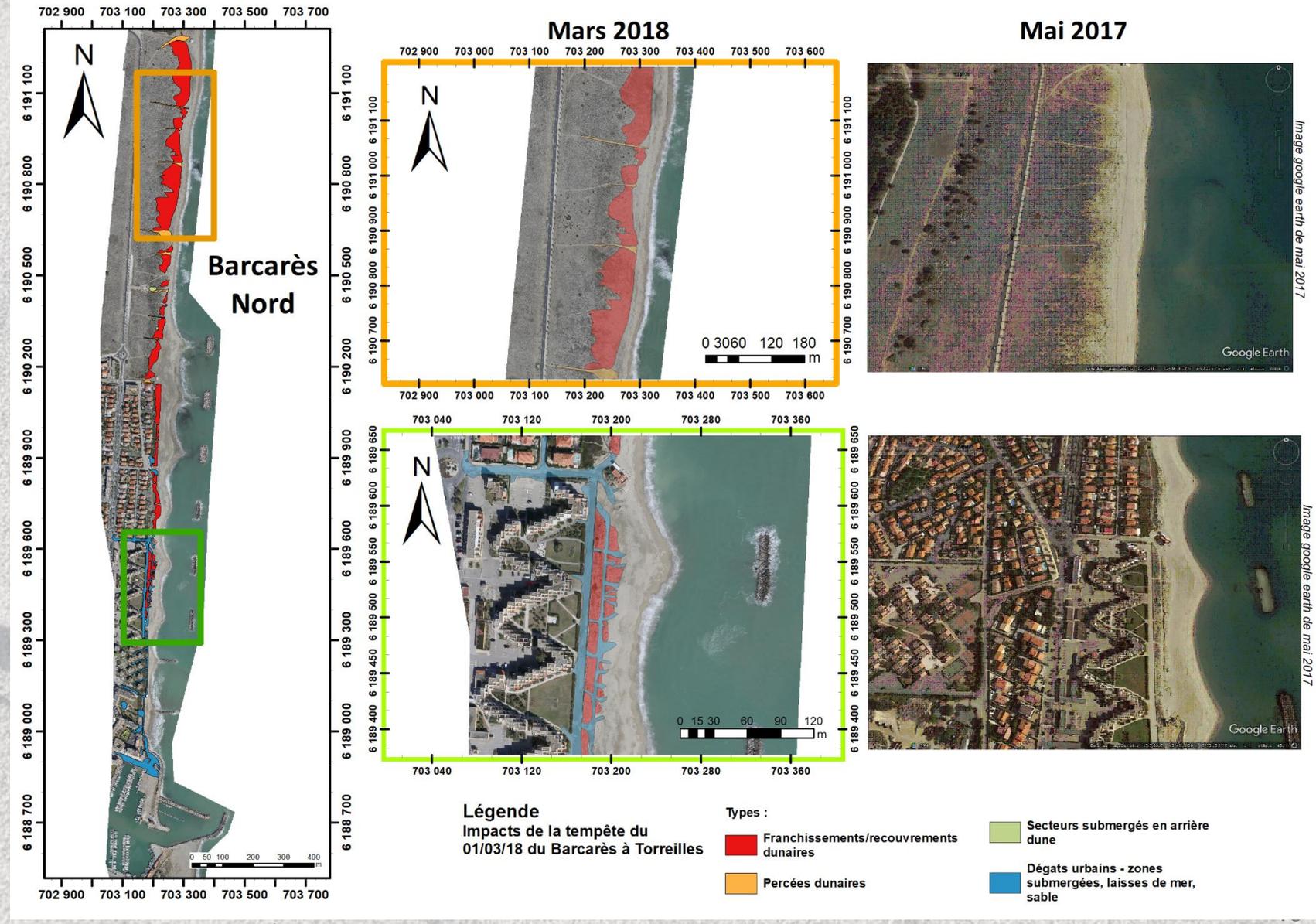
Exemples sur la commune du Barcarès

- Tempête Emma 28 Février au 2 Mars 2018

→ Levé du 6 mars 2018

Prédominance :

- Recouvrement/franchissements
- Zones submergées front de mer urbain en l'absence de cordon dunaire restauré

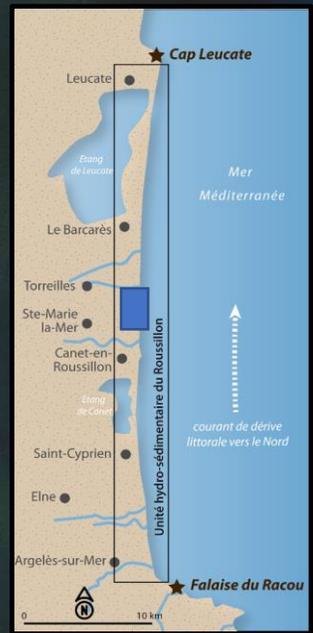
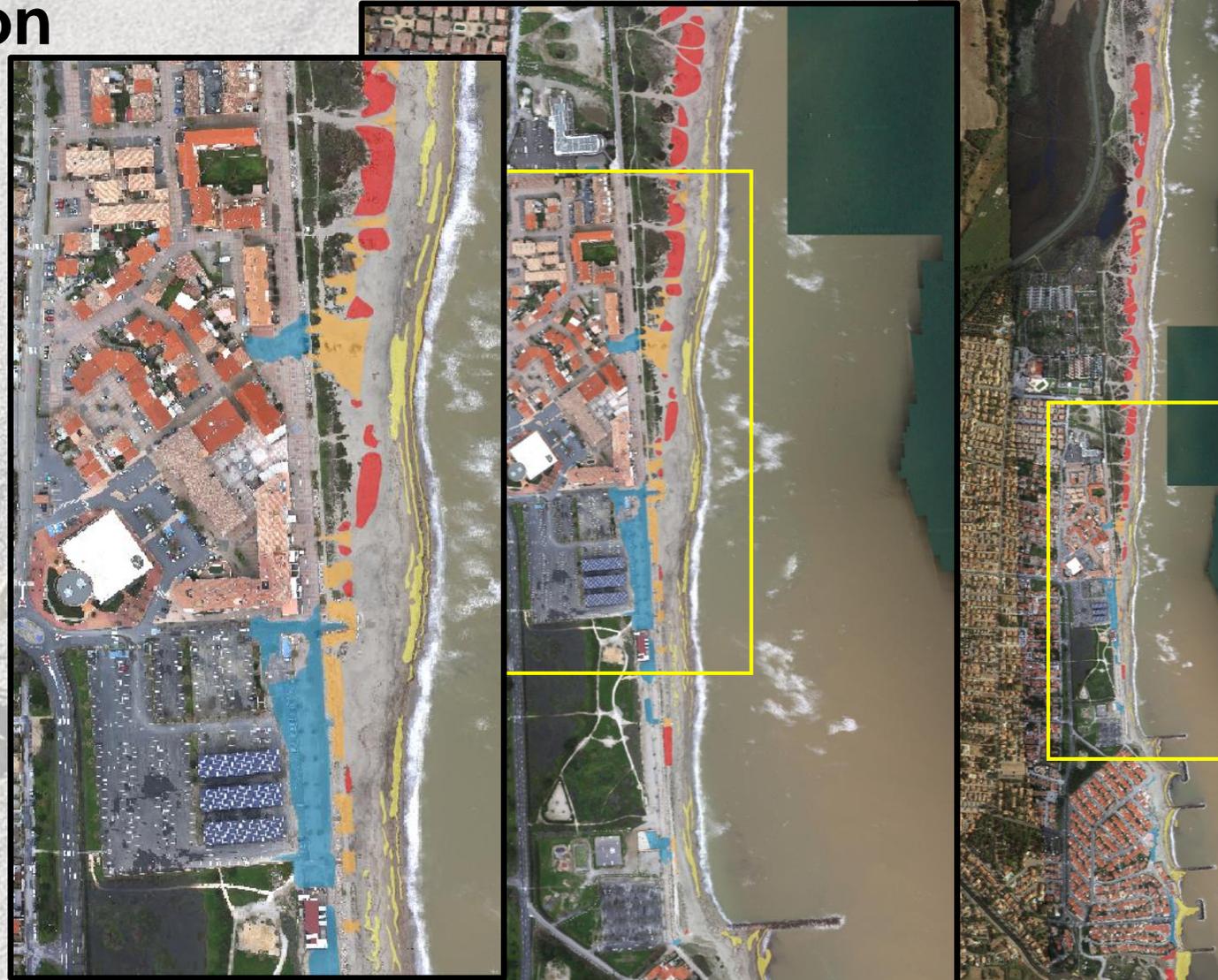


# Cartographie des impacts par photo-interprétation

Exemples sur la commune de Sainte-Marie-la-Mer

- **Tempête Gloria 20-23 Janvier 2020**

→ Levé du 25 Janvier 2020



**Impacts de la tempête Gloria de janvier 2020**

Types

- 0 - Recouvrement/Franchissement dunaire
- 1 - Percées dunaire
- 4 - Dégâts urbains : zones submergées, laisses de mer, dépôts de sable
- 5 - Bois flottés
- 6 - Erosion dunaire (falaises érosion...)



# Cartographie des impacts par photo-interprétation

Exemples sur la commune de Sainte-Marie-la-Mer

- Tempête Gloria 20-23 Janvier 2020

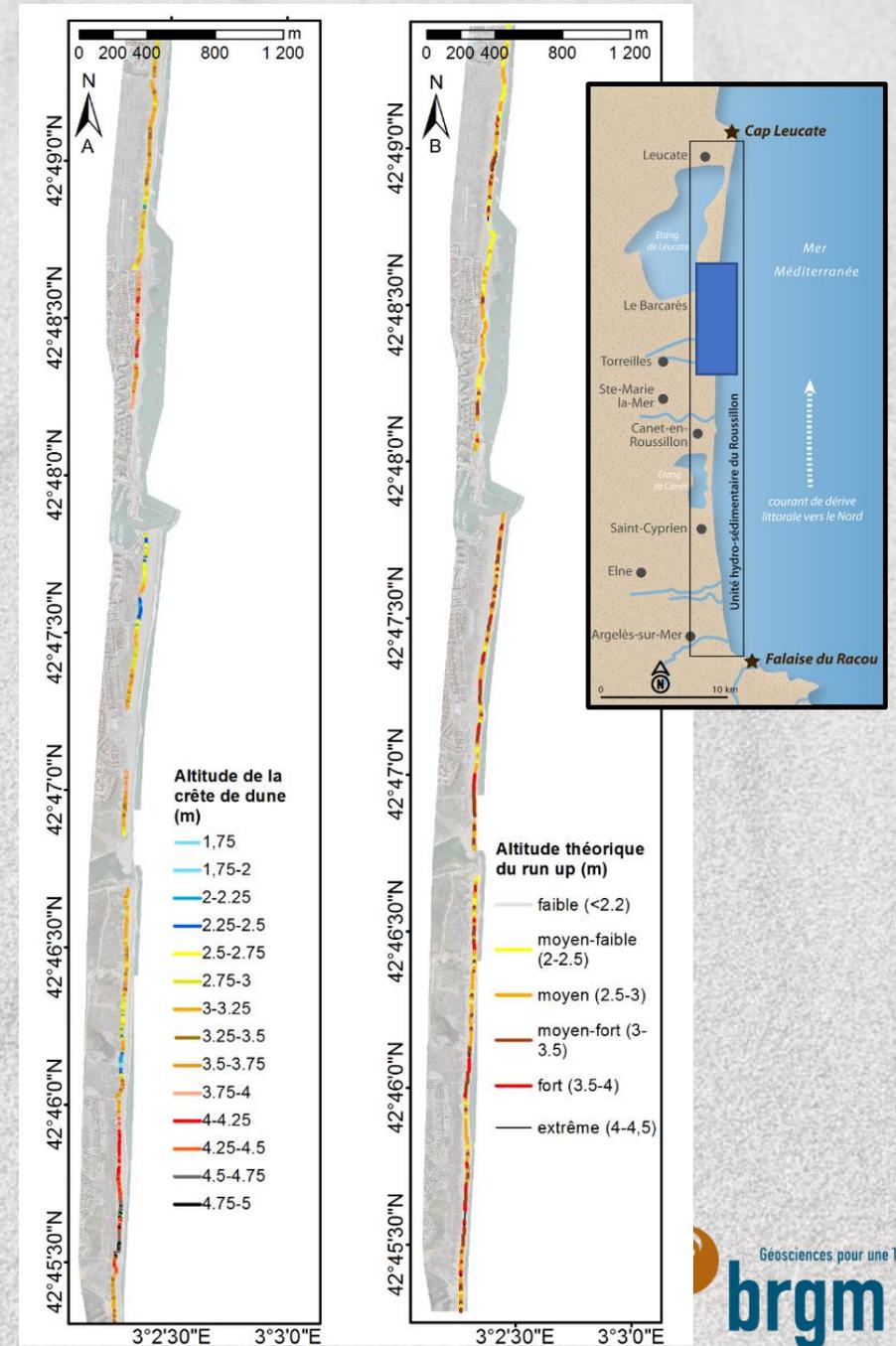
→ Levé du 25 Janvier 2020



# Facteurs de vulnérabilité

Calcul à partir du modèle numérique de surface(MNS)

- **Run-up** : hauteur maximale atteinte par le déferlement des vagues sur la plage ou sur un ouvrage. Fonction de la pente de la plage
- **Altitude de la crête dunaire**



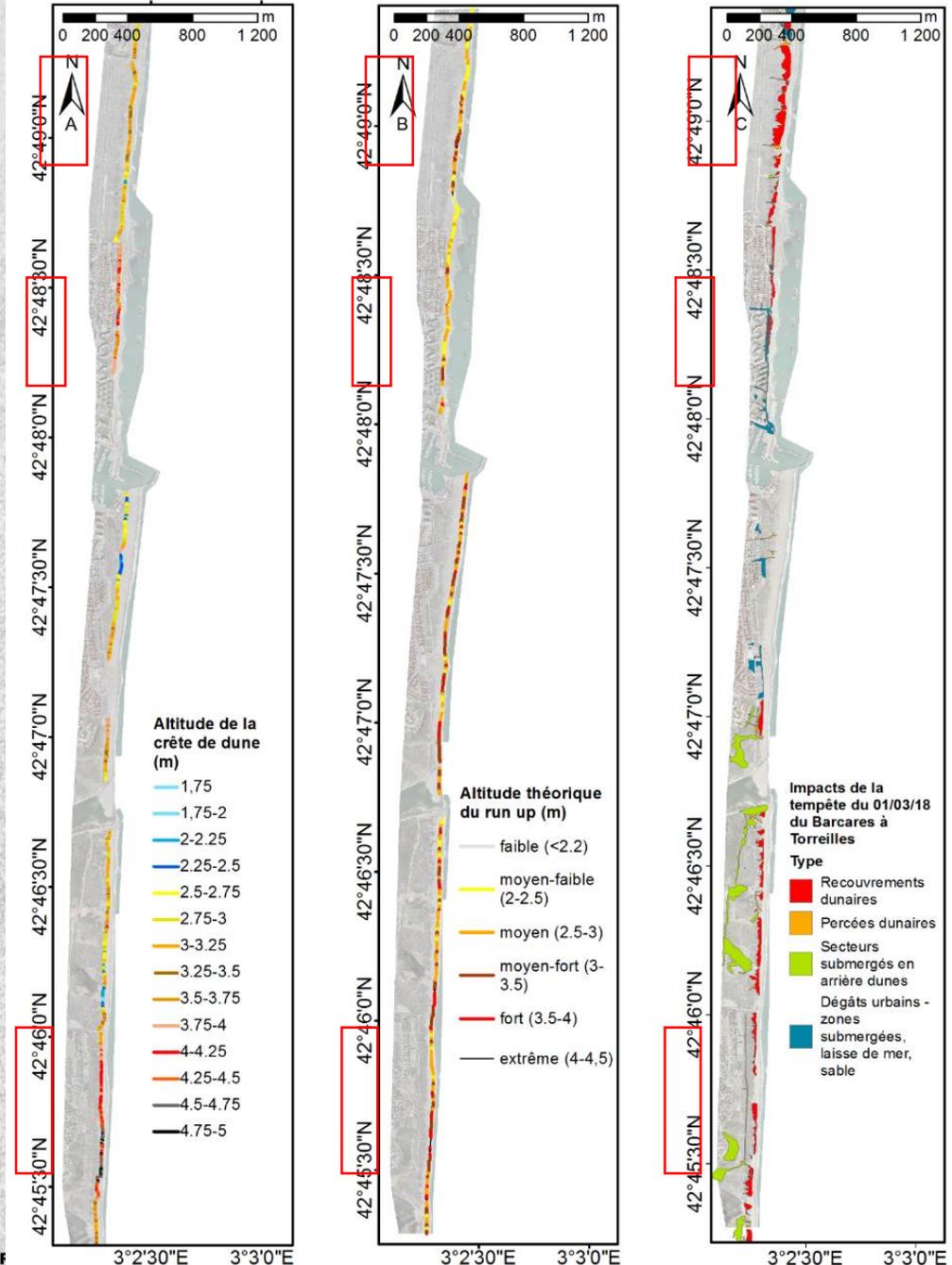
# Facteurs de vulnérabilité

## Quelques résultats

Tempête Emma 28 Février au 2 Mars 2018 (levé du 6 mars 2018)

- **Constat général : cumul des 2 facteurs run-up fort et altitude crête peu élevée explique la plupart des impacts observés**
- **Sur d'autres secteurs, un seul facteur :**
  - Torreilles : run-up fort et cordon dunaire assez élevé  
→ Peu de franchissements/recouvrements
  - Cordon dunaire du Mas de l'Isle (Nord Barcarès) : run-up faible et crête dunaire peu élevée  
→ franchissements/recouvrements nombreux et étendus
- **Facteurs anthropiques : accès plage, plateforme des restaurants de plage**
  - Vulnérabilité plus forte, accentuée si run-up fort (Nord de Canet, Torreilles)
- **Mise en évidence protection naturelle des cordons dunaires**
  - Nord Barcarès, dégâts urbains atténués au droit du cordon dunaire restauré

Ligne de crête de dune, run-up et dégâts sur le secteur Central



# Conclusion

- **Des relevés précis et exhaustifs à l'échelle de l'unité sédimentaire et au droit des sites sensibles en particuliers**
- **Apports importants à la connaissance des impacts des tempêtes / sites**  
→ mise à jour de l'état des zones de faiblesses connues, détection de nouvelles zones vulnérables
- **Inter-comparaison des levés**  
→ variabilités des impacts : répartition, importance et types / caractéristiques des tempêtes
- **Données utiles pour les communes : cas de la réalisation du PCS\* de Sainte-Marie**
- **Importance des relevés photo terrain : valident et complètent l'interprétation (zones urbaines rapidement nettoyées)**
- **Réalisation des levés au plus près de la fin de l'événement**

\*Le Plan Communal de Sauvegarde regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population en cas de survenance d'une catastrophe majeure, d'un phénomène climatique ou de tout autre événement de sécurité civile

Merci de votre attention