

Caractérisation de l'état et de la dynamique des stocks sédimentaires du secteur Erretegia-Harotzen Costa pour leur gestion opérationnelle

Interreg

POCTEFA

MAREA



UNIÓN EUROPEA
UNION EUROPEENNE



MODÉLISATION ET AIDE
À LA DÉCISION FACE AUX RISQUES
CÔTIERS EN EUSKAL ATLANTIQUE

MaReA

COPIL MAREA

Urrugne, 11 avril 2019

François Paris, Alexandre Nicolae-Lerma (BRGM)

Didier Rihouey, Damien Dailloux (CASAGEC)

FEDER

Fonds européens de développement régional



Communauté
D'AGGLOMERATION
PAYS BASQUE

EUSKAL
HIRIGUNE
Elkargoa



Réseau d'experts au service du littoral

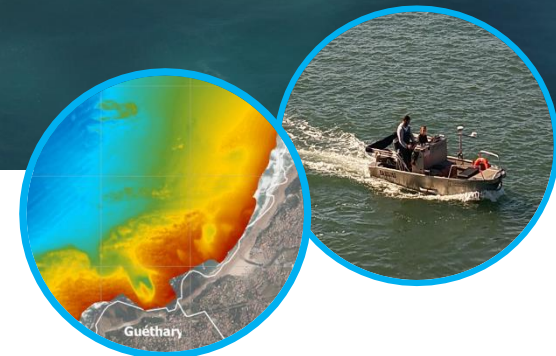
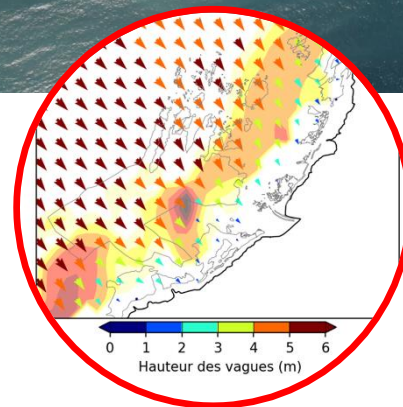
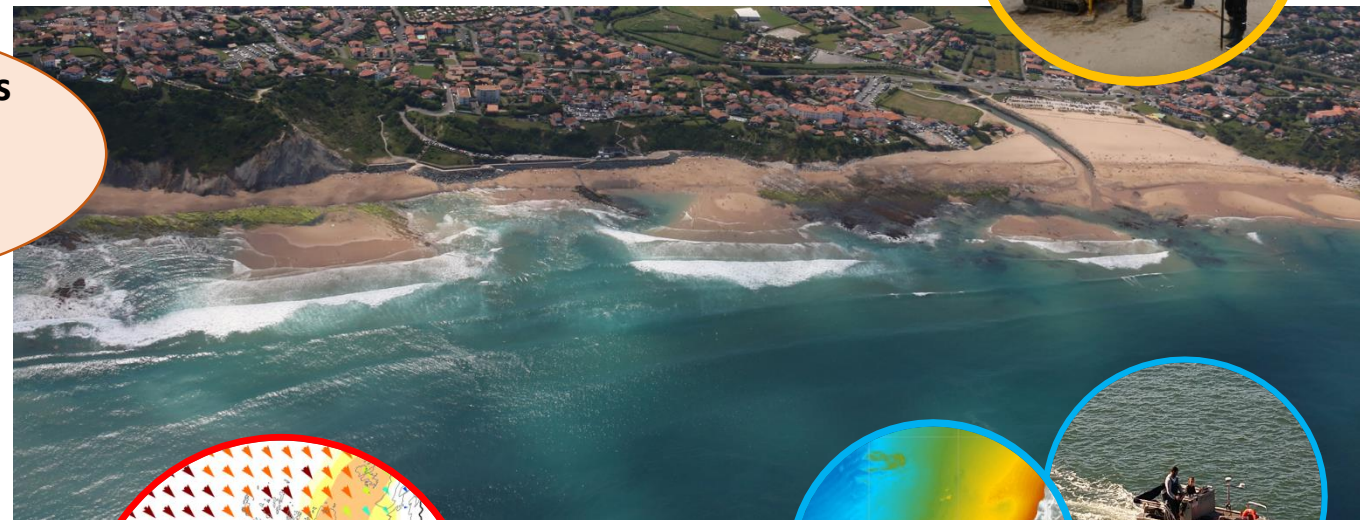
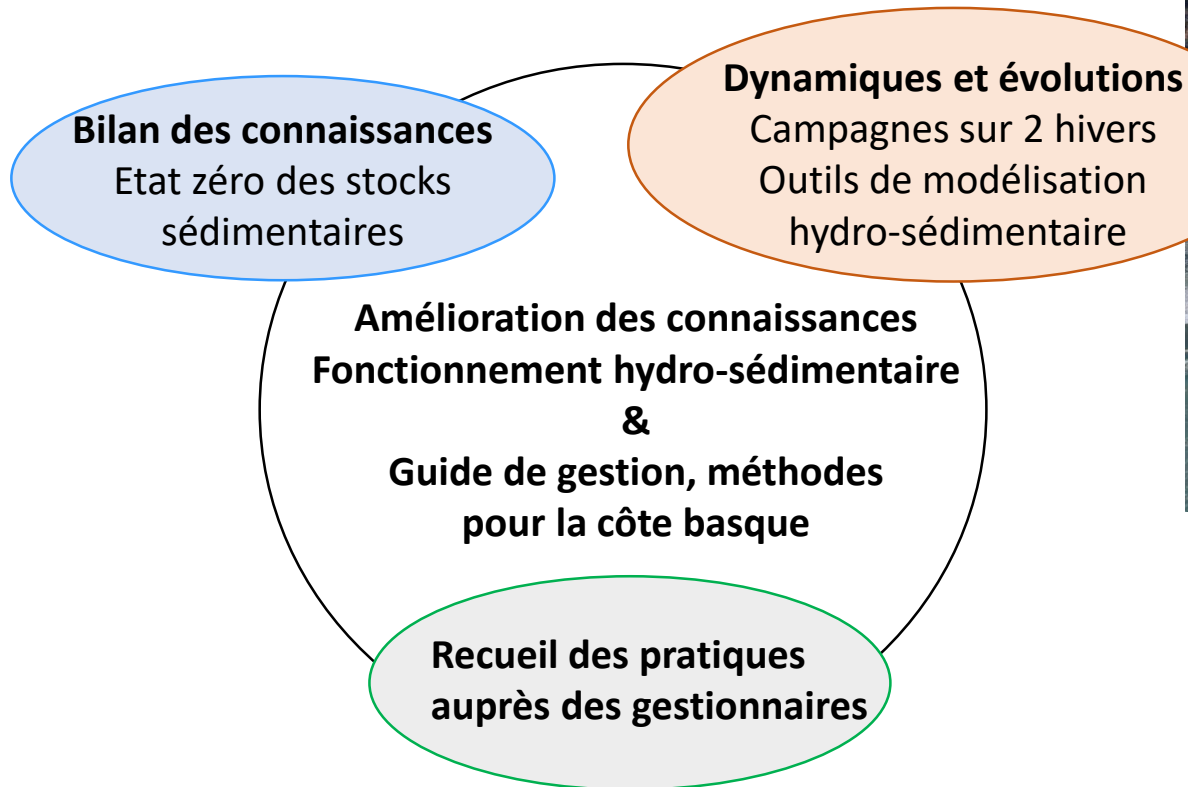
Contexte - Objectifs

Constat

- ⇒ Méconnaissance des **stocks sédimentaires** et du fonctionnement des **dynamiques hydro-sédimentaire**
- ⇒ Modes de gestion des sédiments variés (rechargement, profilage, confortement des falaises, ouvrages, etc.)

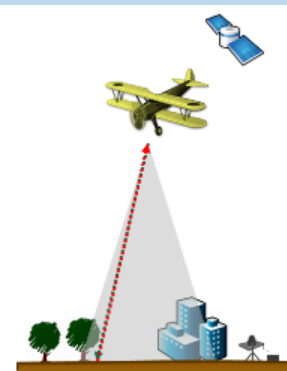
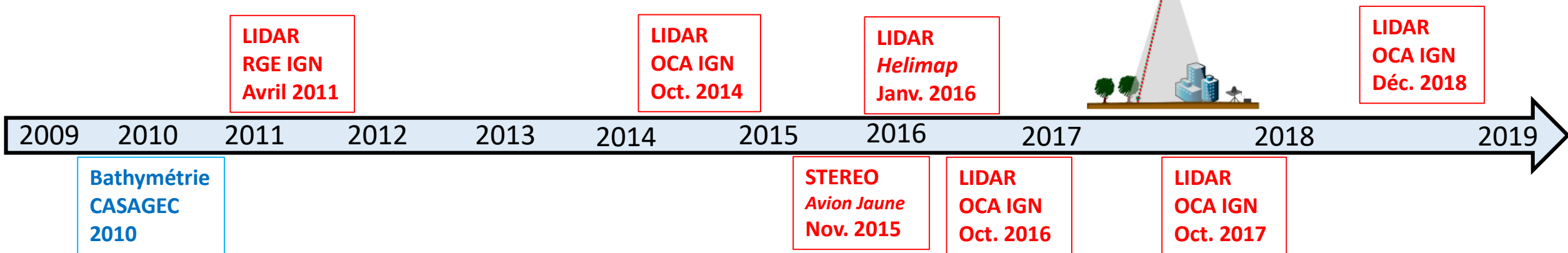
Objectif du programme

Alimenter les politiques publiques locales sur des éléments scientifiques et techniques (nouvelles connaissances) en matière de gestion du trait de côte.

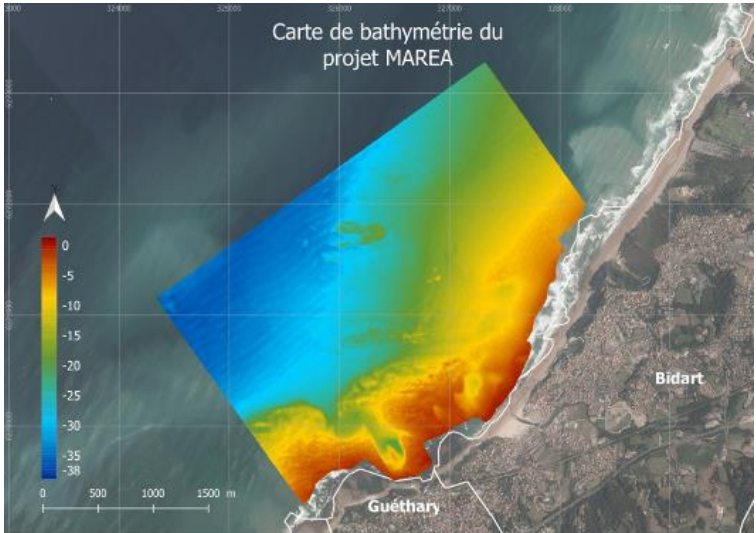


Action 1 : Collecte et synthèse des données

⇒ Levés topo-bathymétriques à fréquence **annuelle**



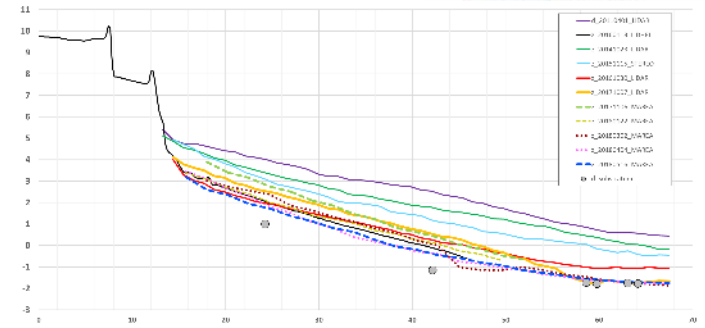
**6 levés LIDAR
3 bathymétries**



Action 2 : Campagnes de mesures MAREA 2017 – 2019



2 levés LIDAR
3 bathymétries
10 campagnes plages
2 levés drone falaise



LIDAR
OCA IGN
Oct. 2017

Topo plages BRGM
+ sondages géologiques
Nov. 2017

Topo plages BRGM
Janv. 2018

Topo plages BRGM
Avril 2018

Topo plages OCA
Mai 2018

Topo plages BRGM
Sept. 2018

plages BRGM
Oct. 2018

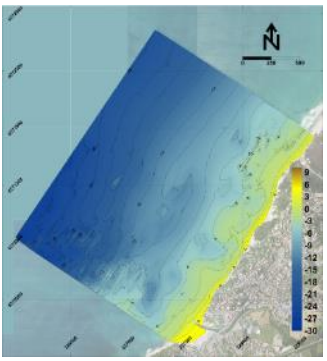
LIDAR OCA IGN
Déc. 2018



Bathy & Topo CASAGEC
Oct. 2017

Suivi caméra depuis novembre 2017 ...

Bathy & Topo CASAGEC
Mars 2018



Bathy & Topo CASAGEC
Oct. 2018

Topo plages
Mai 2019

3D Drone CASAGEC
Sept / Oct. 2018

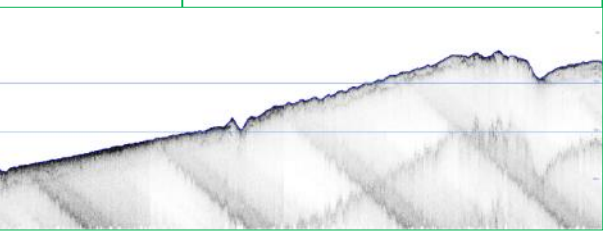
Bathy & Topo CASAGEC
Mars 2019

Géophysique Sonar CASAGEC
Juillet. 2017

Photogrammétrie 3D Drone CASAGEC
Nov. 2017

3D Drone CASAGEC
Déc. 2017

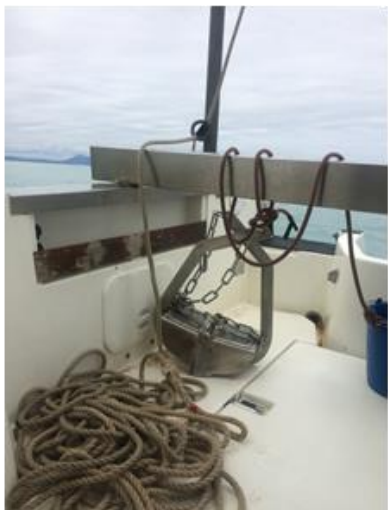
Géophysique CASAGEC
Sondeur à sédiment
Juillet. 2018



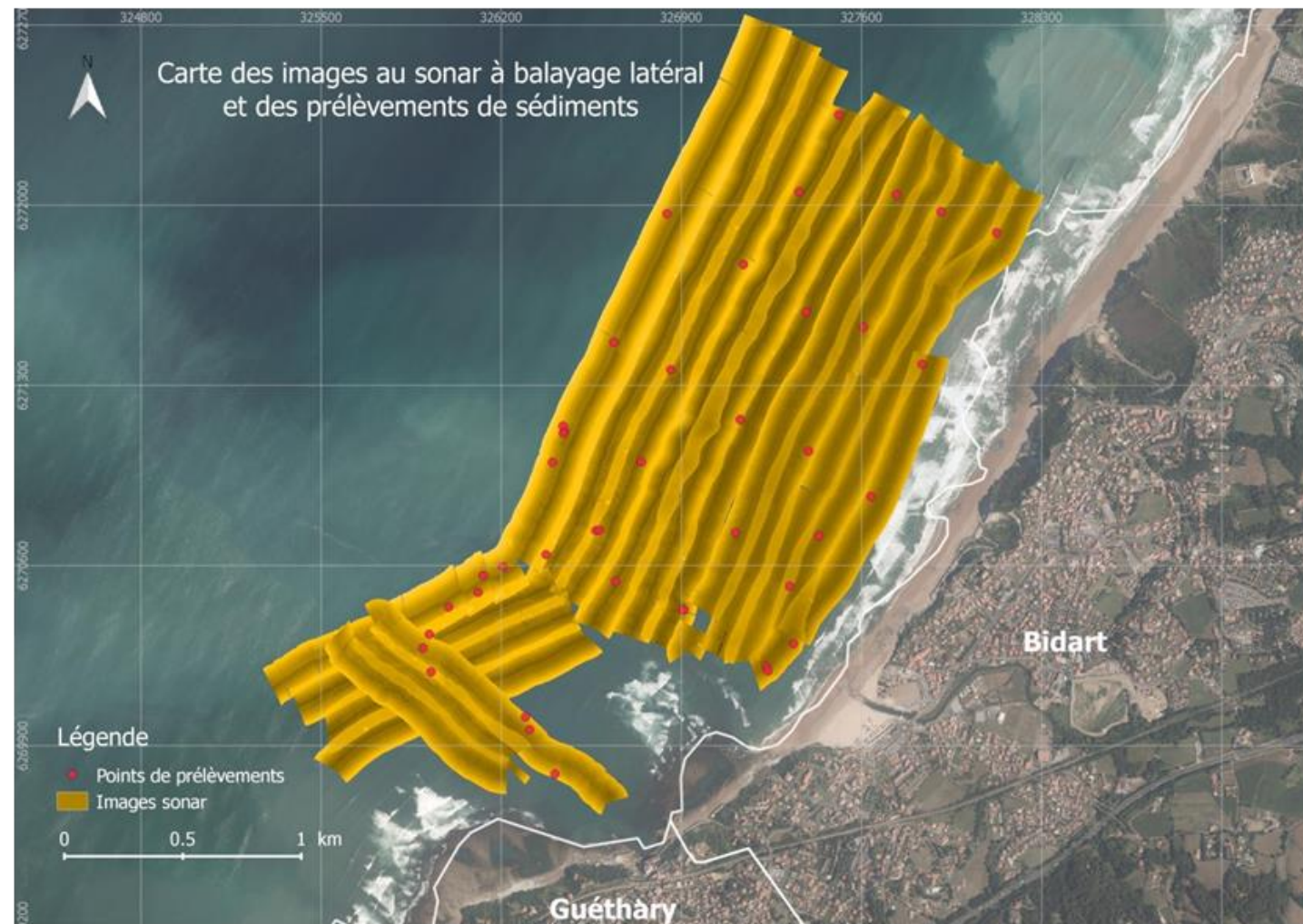
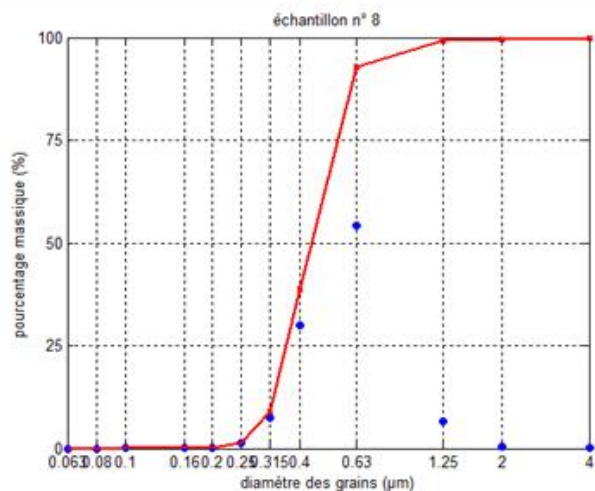
Action 2 : Campagnes de mesures 2017 – 2019

⇒ Campagne géophysique

- ⇒ Objectif : Caractériser fond et nature sédiments
- ⇒ Sonar Latéral à Balayage (Juillet 2017) / Sondeur à sédiment (Juillet 2018)
- ⇒ Prélèvement de 24 échantillons (sables, gravier) => Analyses granulométriques (Juillet)



Timing = 10s



Action 2 : Campagnes de mesures 2017 – 2019

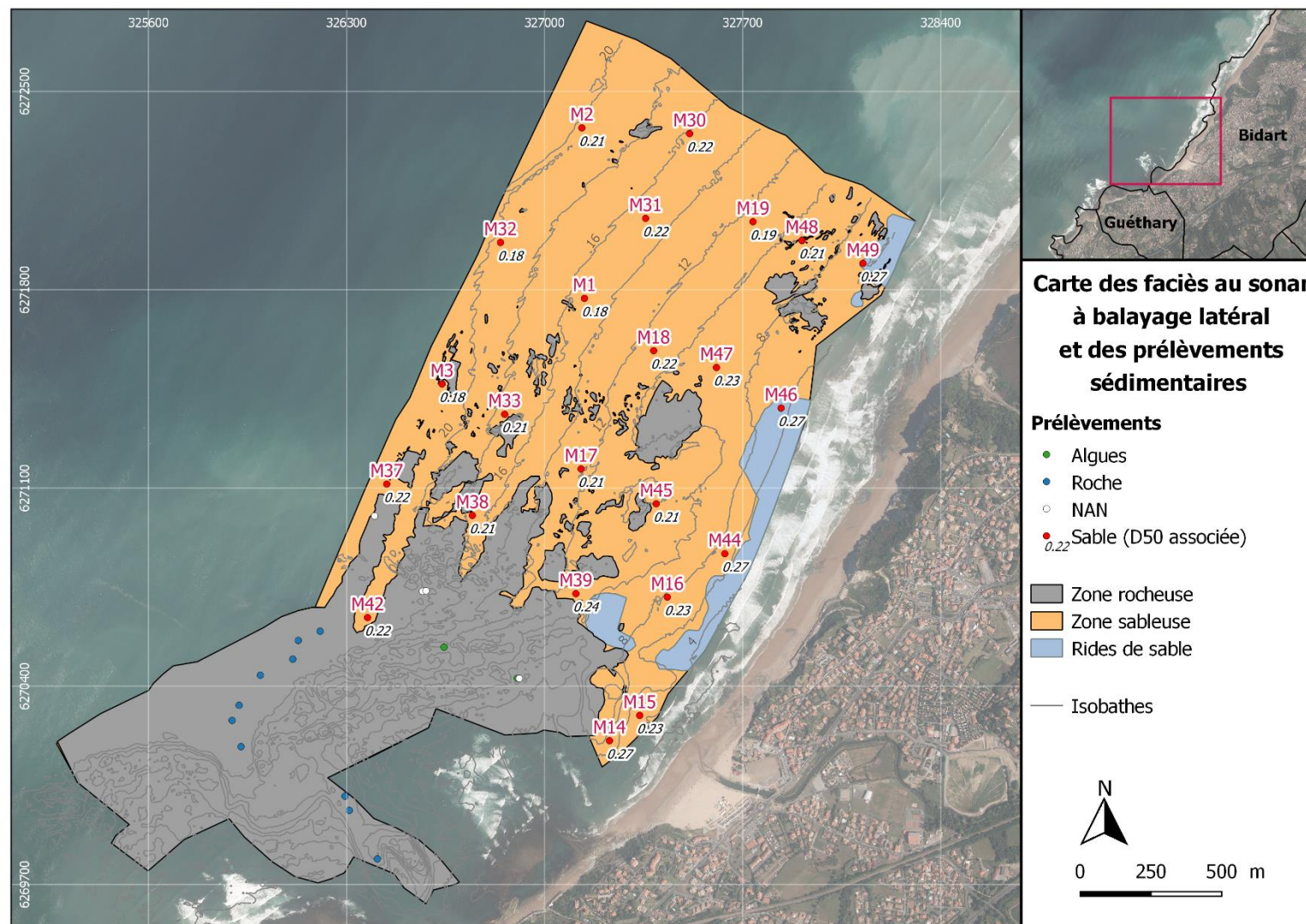
⇒ Campagne géophysique

⇒ Objectif : Caractériser fond et nature sédiments

⇒ Sonar Latéral à Balayage (Juillet 2017) / Sondeur à sédiment (Juillet 2018)

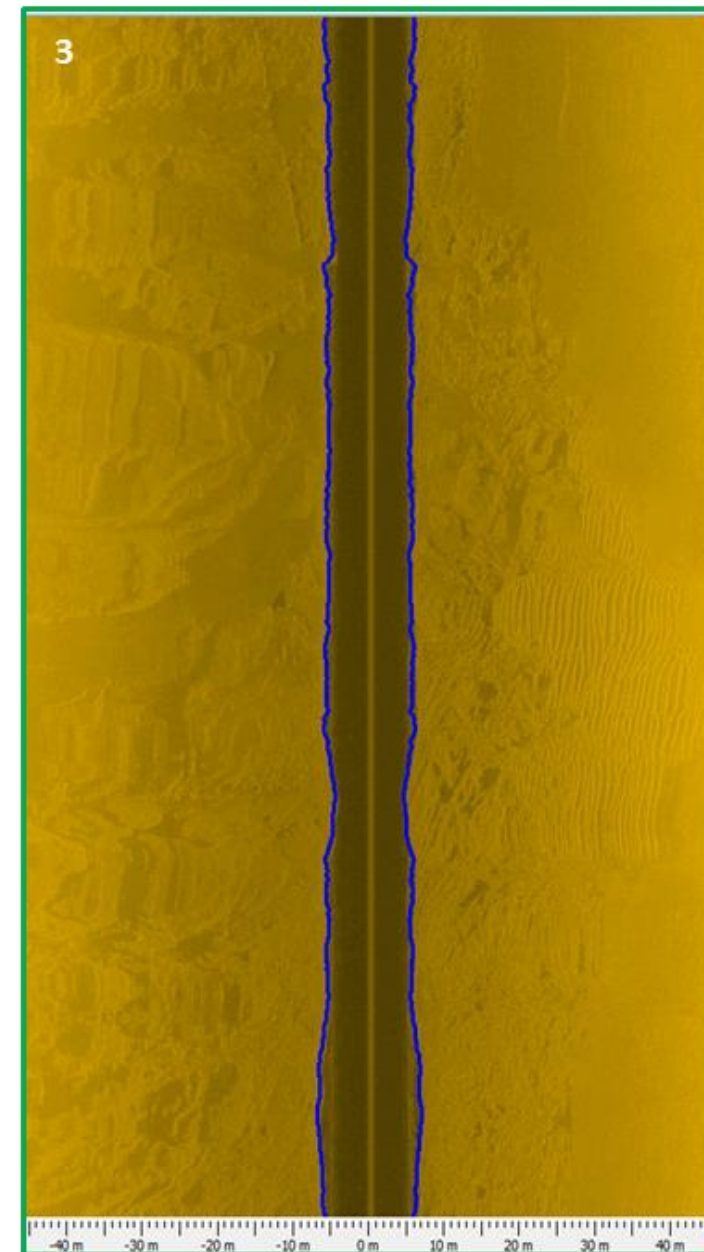
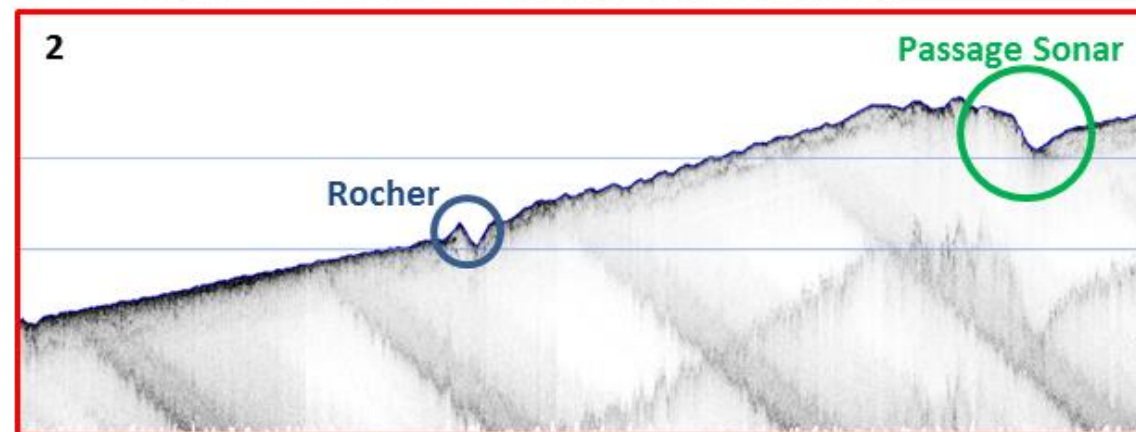
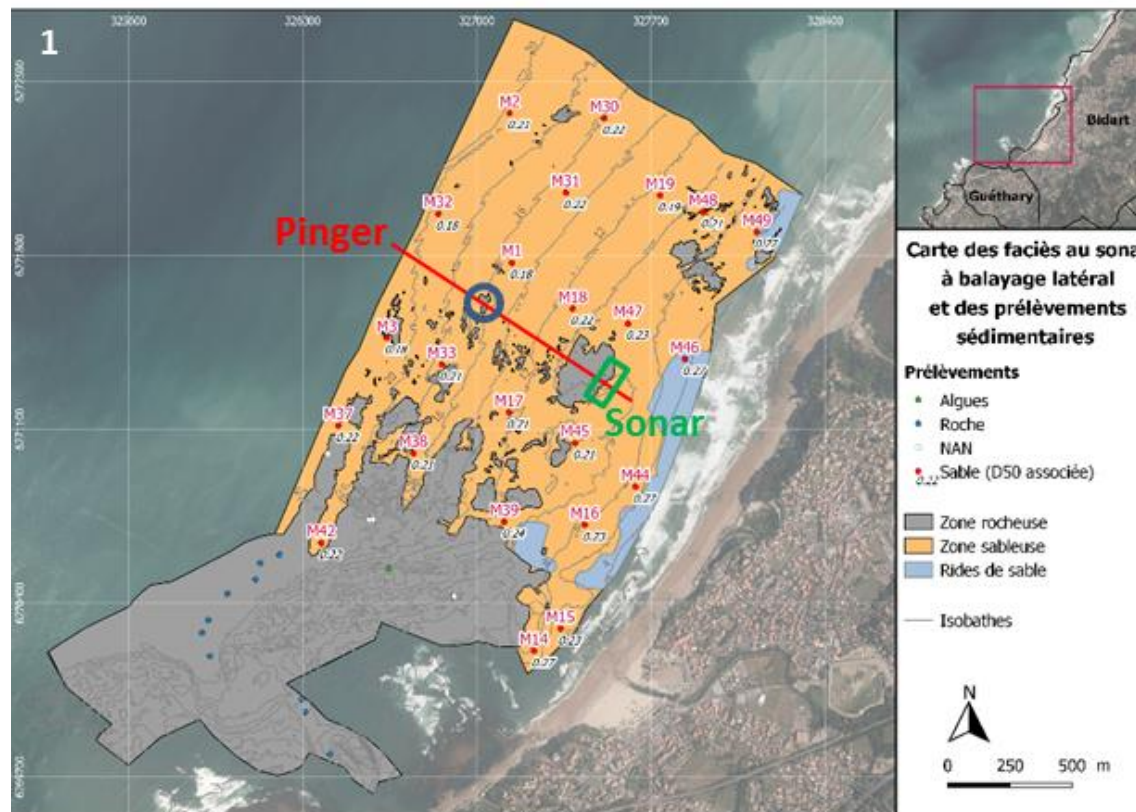
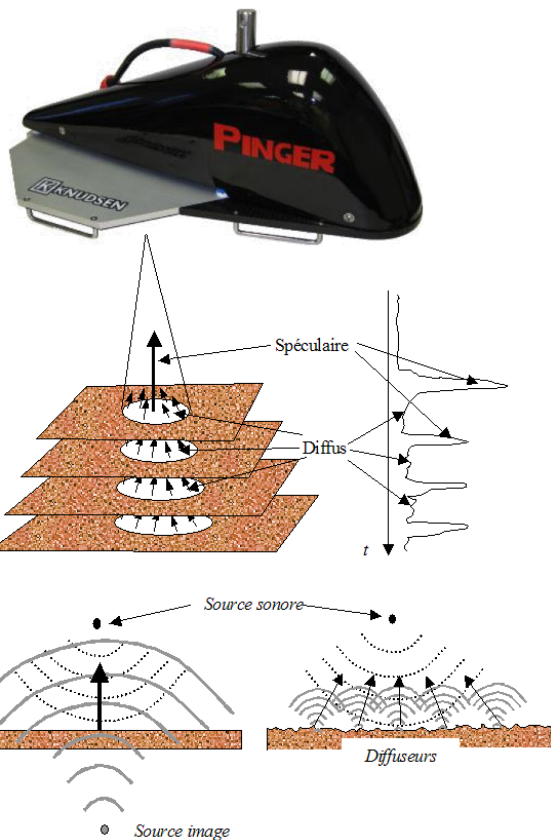
⇒ Prélèvement de 24 échantillons (sables, gravier) => Analyses granulométriques (Juillet)

	vases (<0.063mm)	sables très fins (0.063-0.2mm)	sables fins (0.2-0.315mm)	sables moyens (0.315-0.62mm)	sables grossiers (0.63-2mm)
m1	0,25	70,31	25,92	3,34	0,15
m2	0,30	30,03	68,91	0,49	0,18
m3	0,54	65,96	31,68	0,92	0,71
m14	0,01	12,21	58,67	27,81	1,24
m15	0,04	22,09	72,04	5,51	0,23
m16	0,03	19,07	72,90	7,55	0,37
m17	0,19	41,32	48,67	7,15	2,36
m18	0,07	23,00	69,71	6,75	0,45
m19	0,16	60,49	38,11	1,03	0,20
m30	0,03	28,67	70,58	0,47	0,16
m31	0,20	27,56	71,40	0,74	0,09
m32	0,46	70,34	28,37	0,50	0,23
m33	0,08	29,57	69,56	0,55	0,19
m37	0,15	24,87	73,74	0,96	0,15
m38	0,16	33,55	65,39	0,66	0,15
m39	0,06	17,29	75,12	7,20	0,32
m42	0,22	30,98	54,24	11,48	3,00
m43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
m44	0,00	7,51	68,82	22,53	1,10
m45	0,05	35,33	62,50	2,04	0,08
m46	0,03	7,00	77,17	15,18	0,57
m47	0,03	21,15	76,45	2,07	0,24
m48	0,02	32,44	66,06	1,31	0,16
m49	0,06	4,85	81,80	12,72	0,45



Timing = 10s

Interprétation et exploitation des données Sondeur à sédiment (Juillet 2018)



1 – Carte des faciès sédimentaires

2 – Sondeur à sédiment

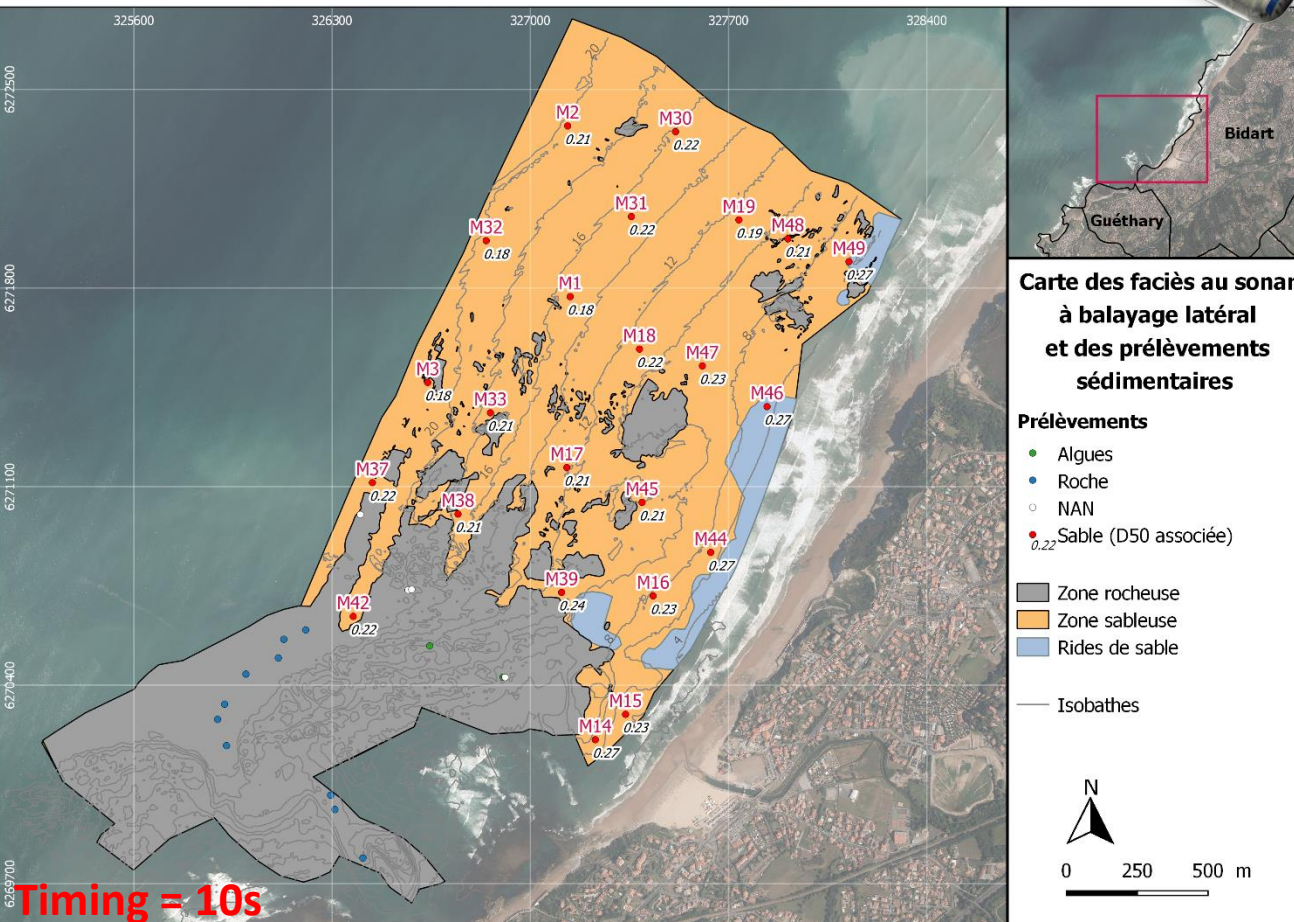
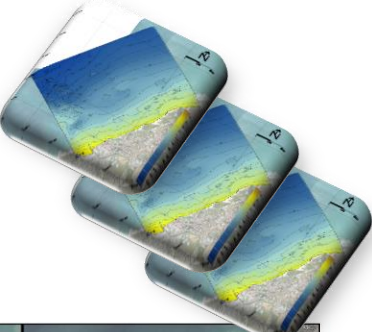
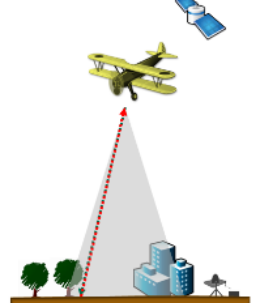
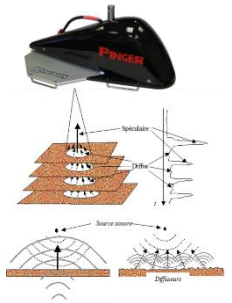
3 – Sonar latéral à balayage

Timing = 15s

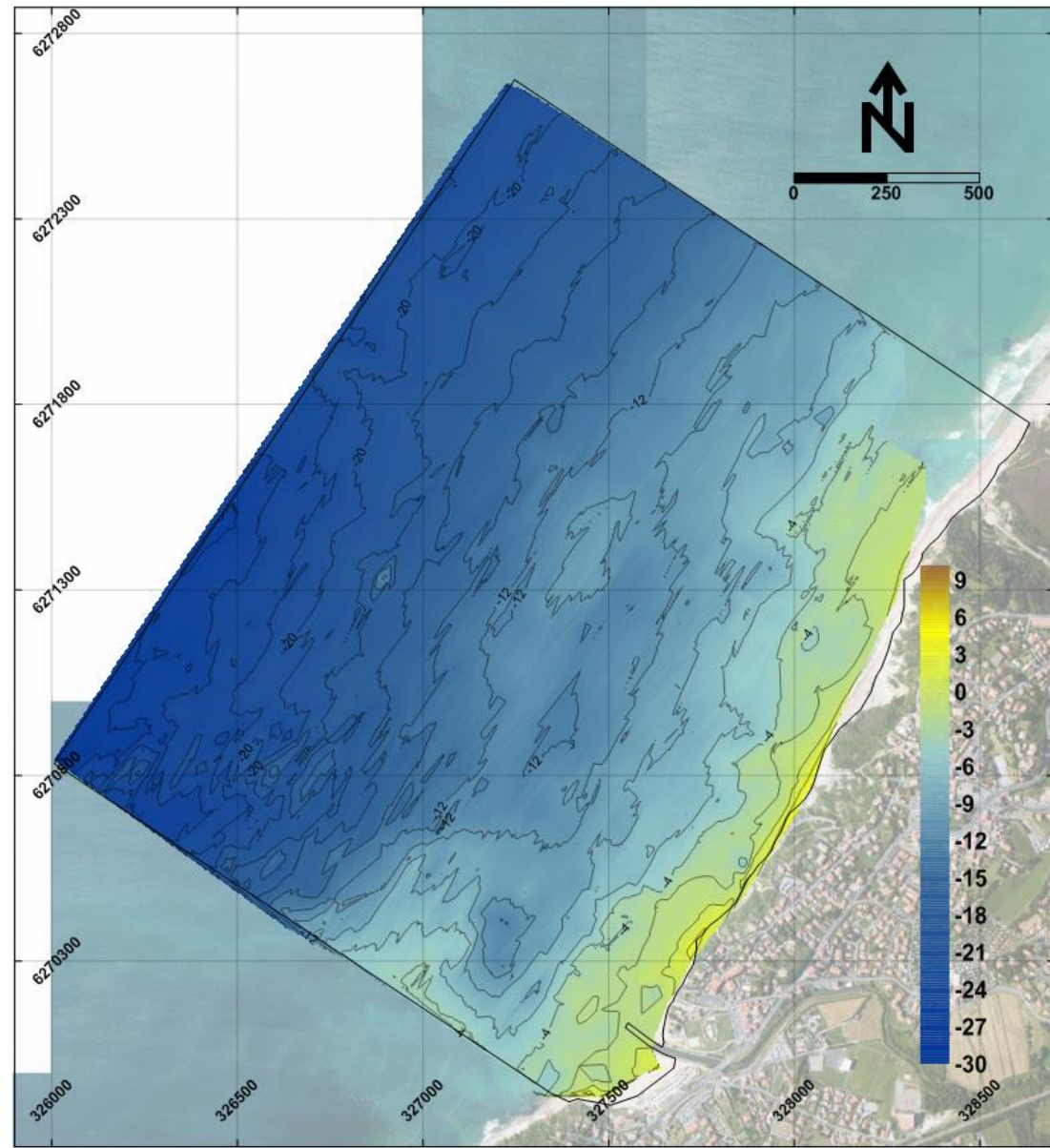
Action 2 : Campagnes de mesures 2017 – 2018



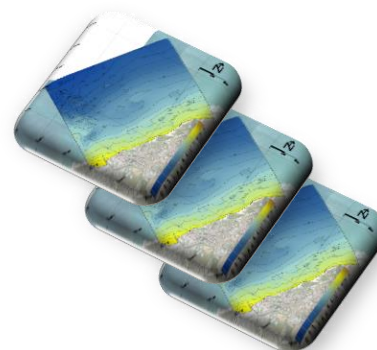
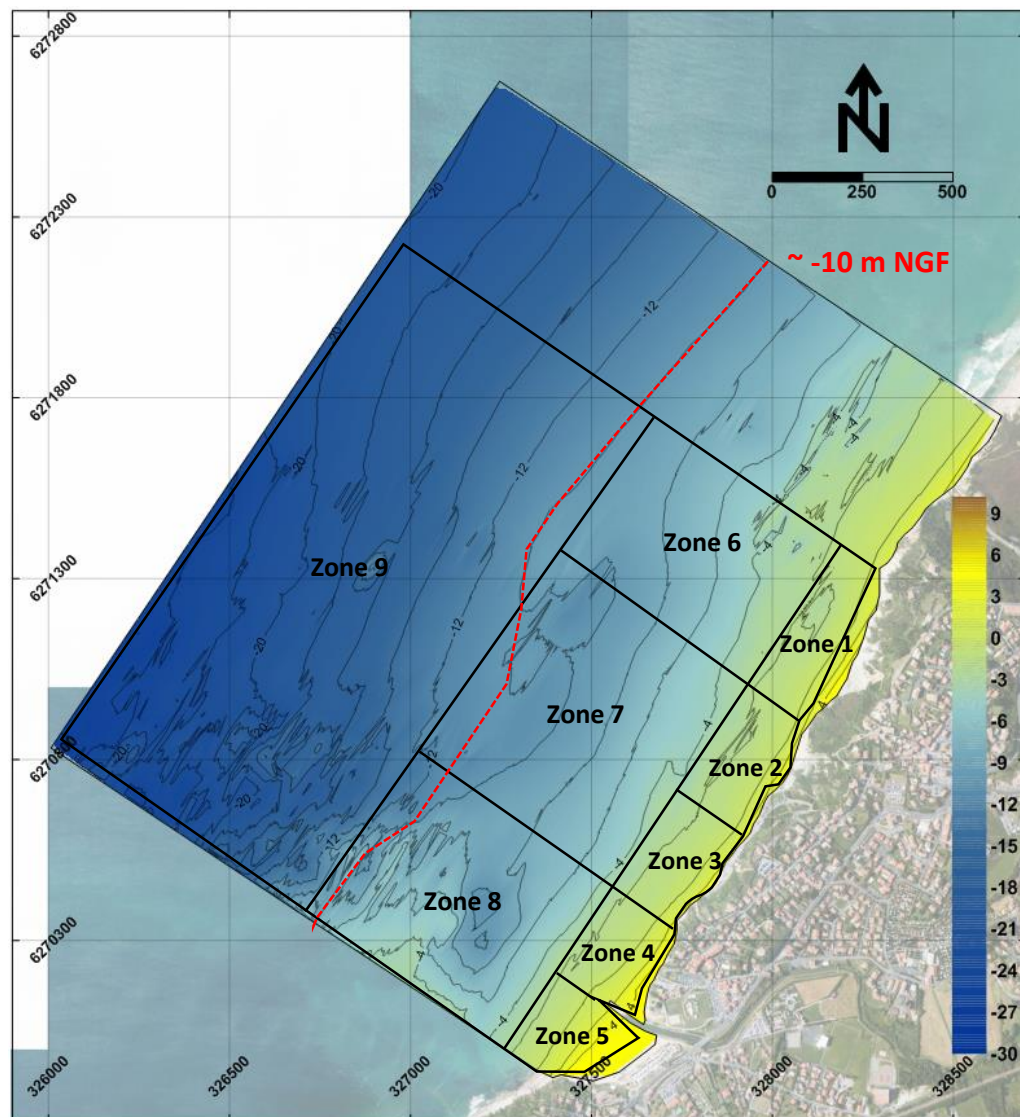
Interprétation et exploitation des données Sondeur à sédiment (Juillet 2018)



Carte d'altimétrie du toi rocheux



Interprétation et exploitation des données topo-bathymétriques



Zone 1 : Madeleine
Zone 2 : Centre Nord
Zone 3 : Centre Sud
Zone 4 : Embruns
Zone 5 : Uhabia

Zone côtière

Zone 6
Zone 7
Zone 8

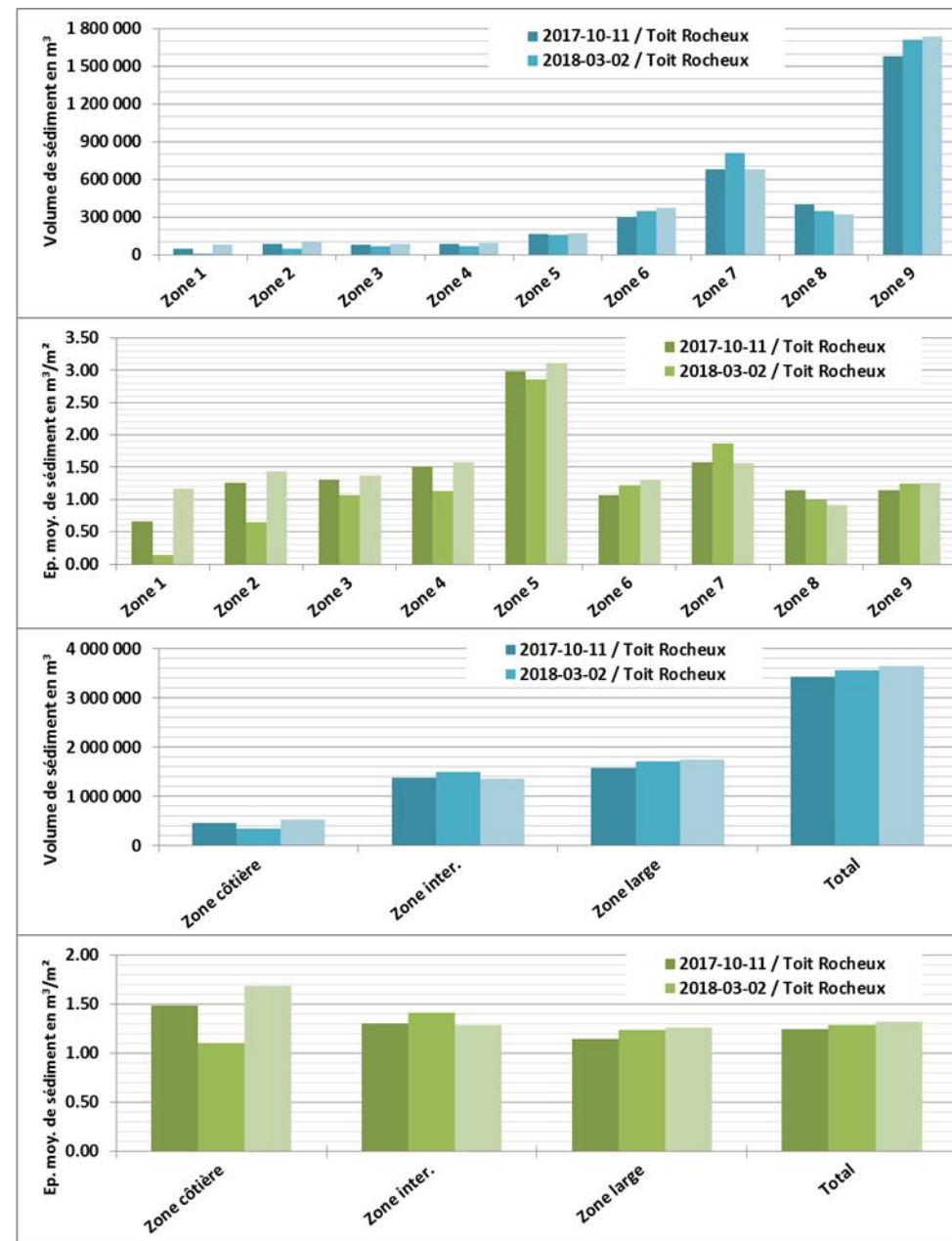
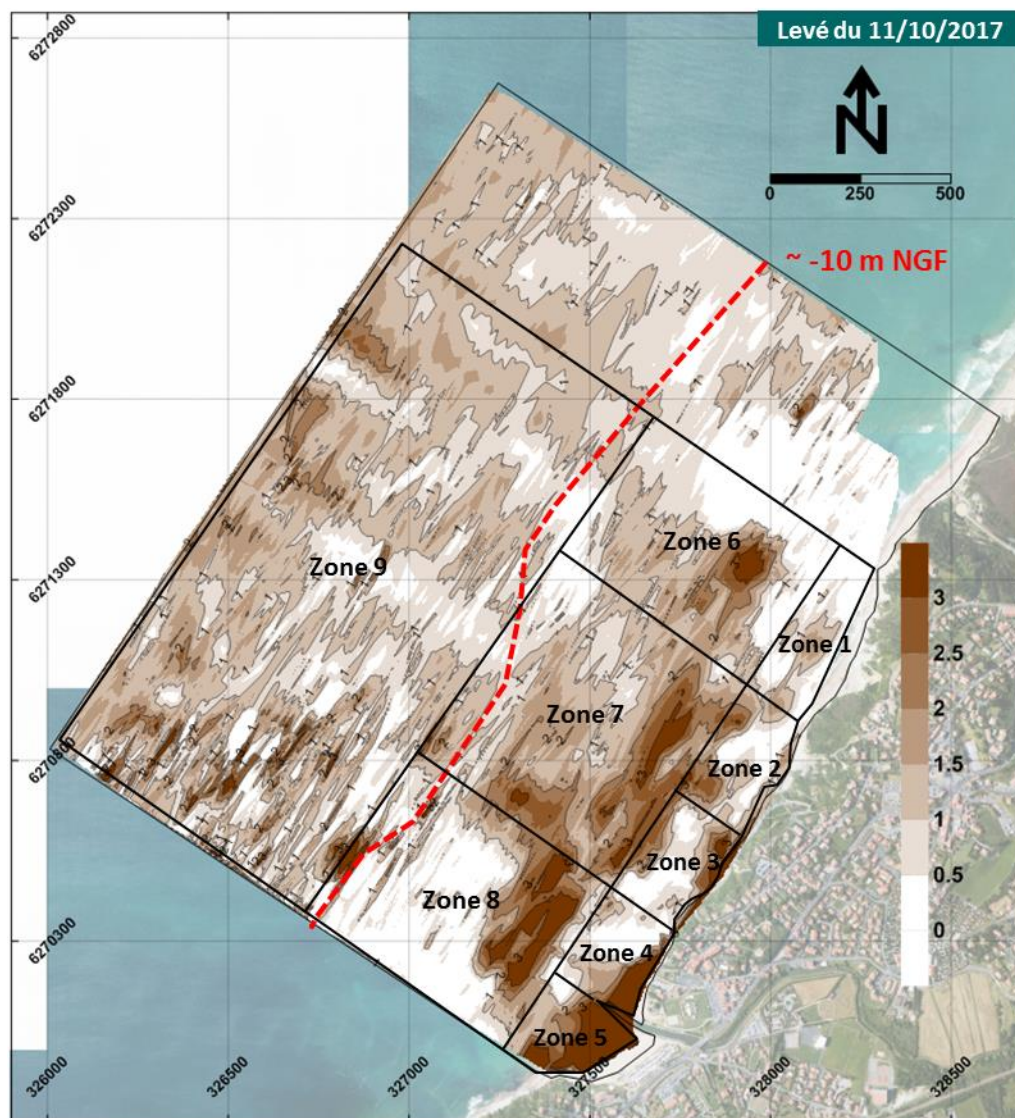
Zone intermédiaire

Zone 9

Zone large

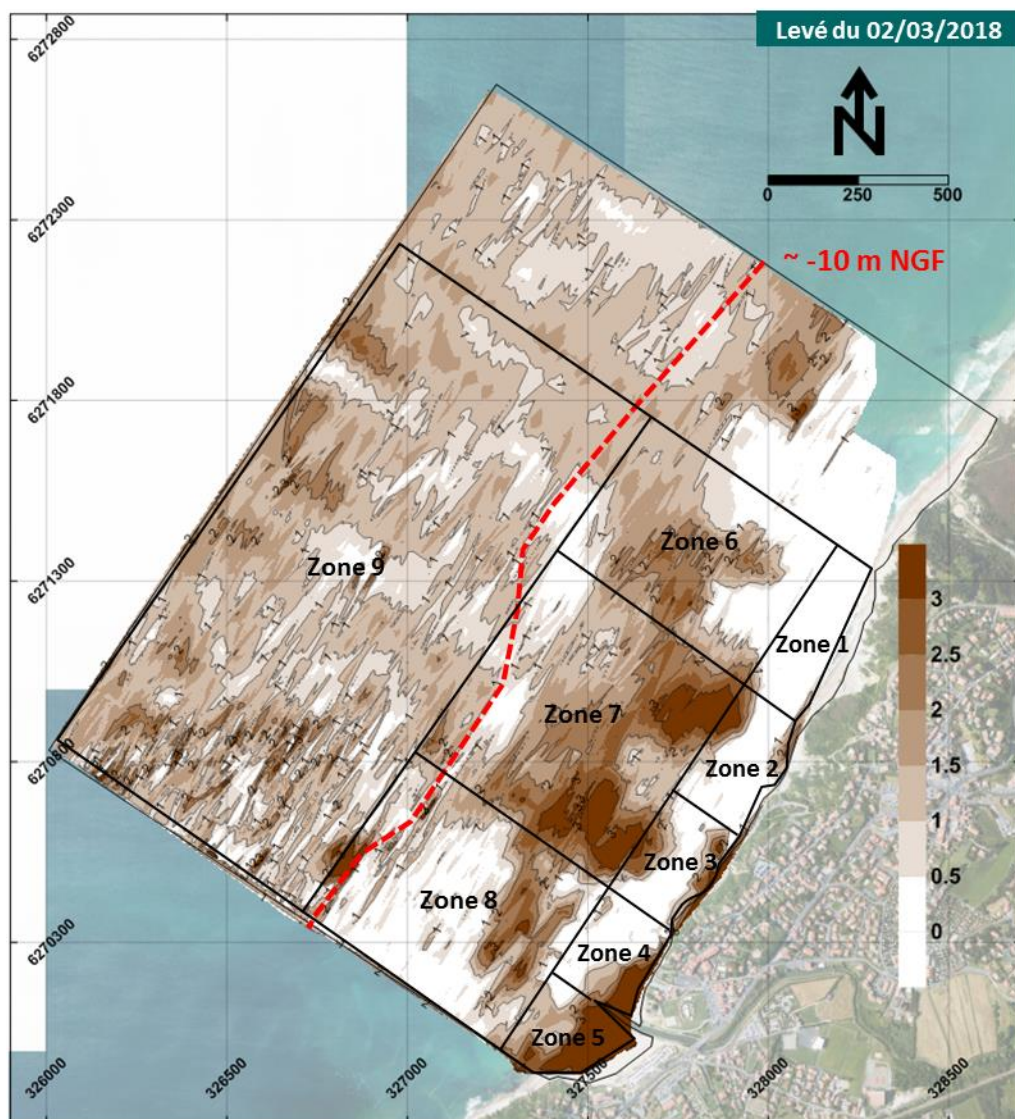
Timing = 15s

Interprétation et exploitation des données topo-bathymétriques

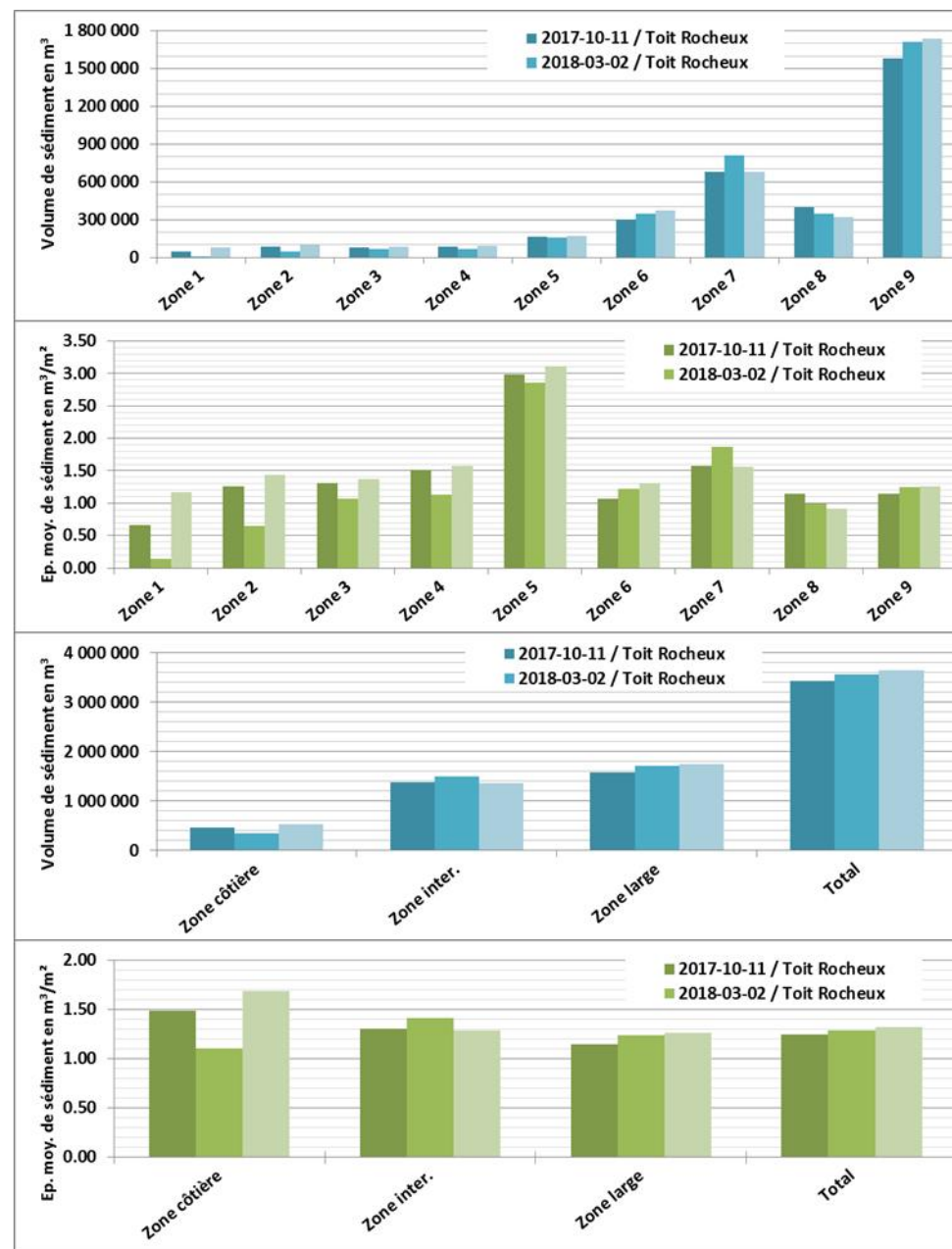


Timing = 30s

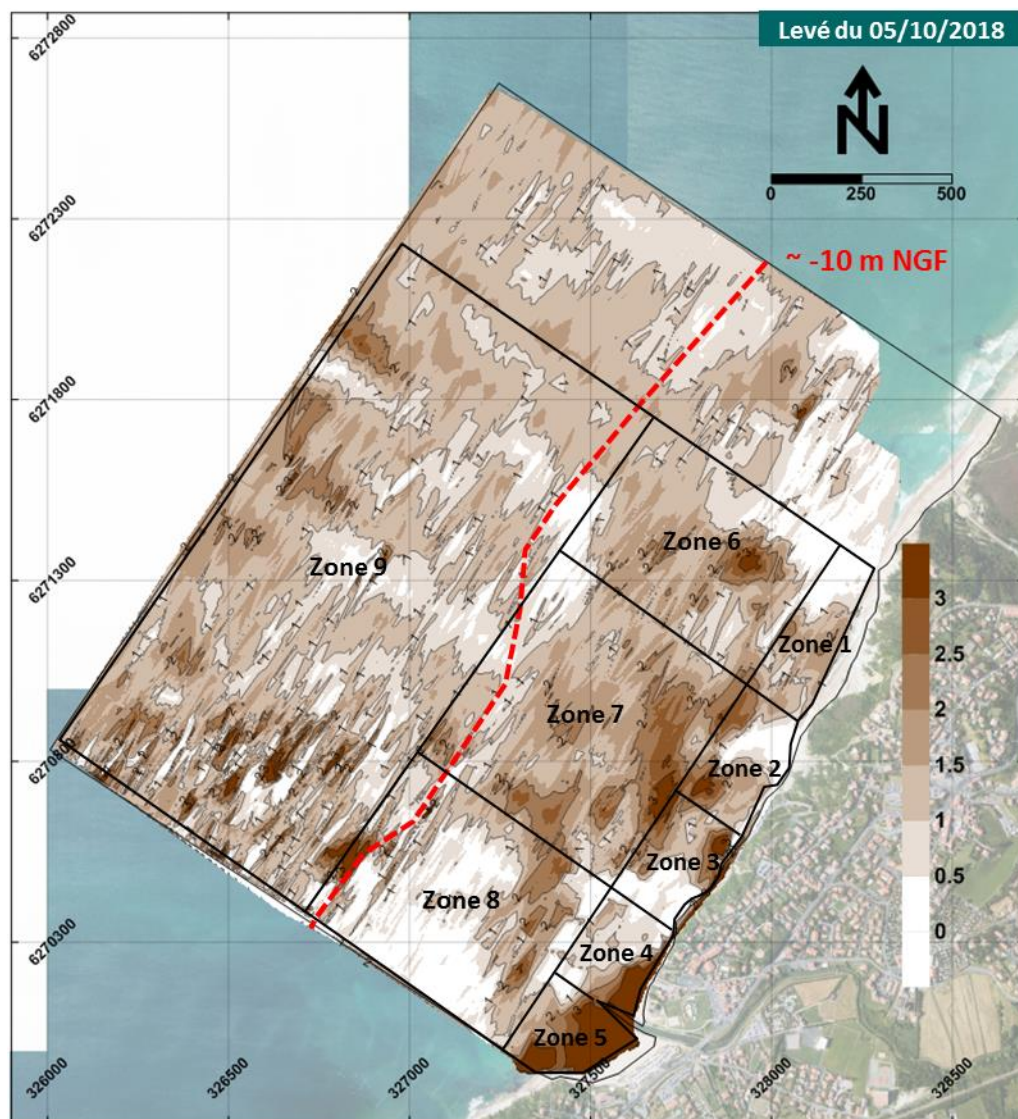
Interprétation et exploitation des données topo-bathymétriques



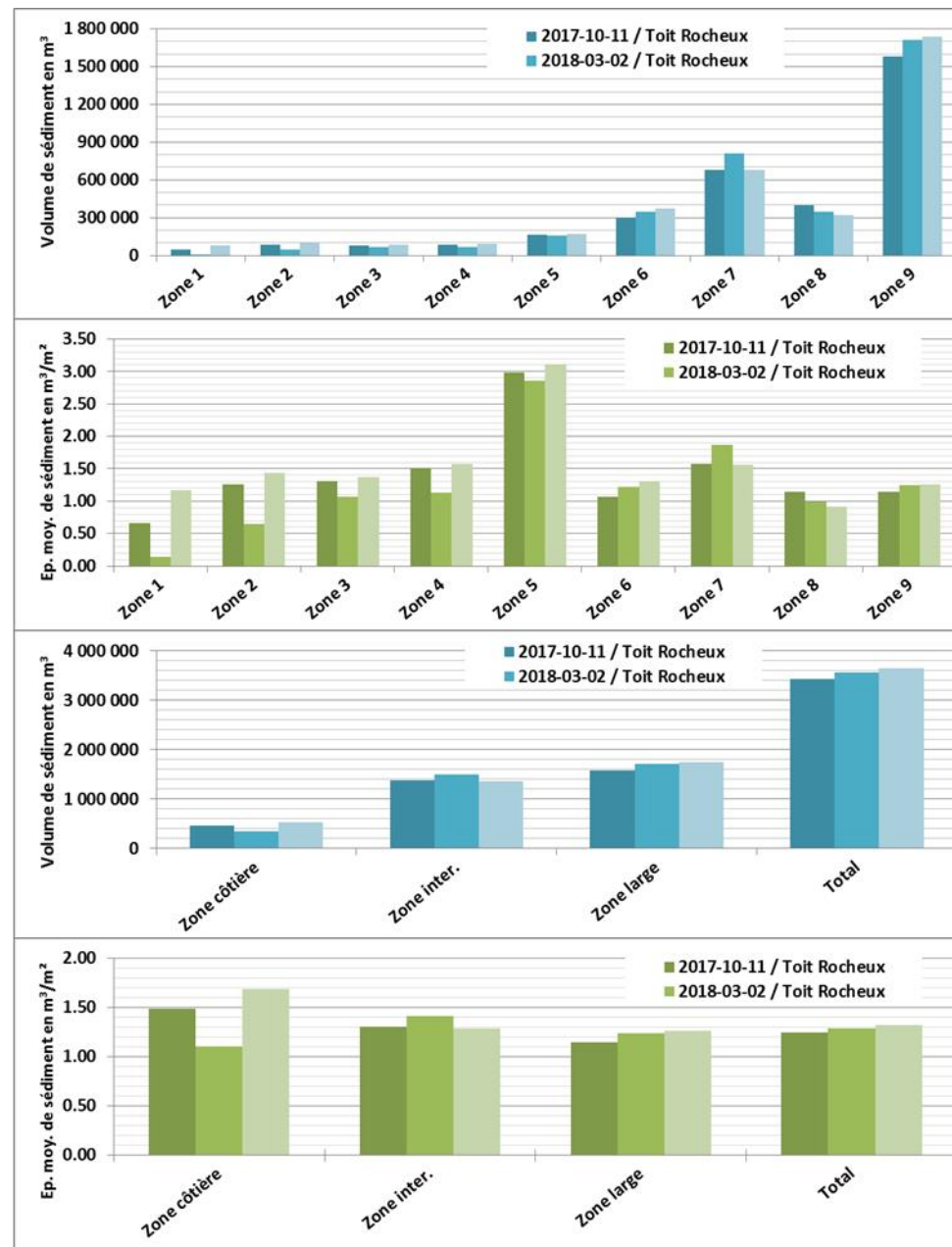
Timing = 30s



Interprétation et exploitation des données topo-bathymétriques



Timing = 30s



Action 2 : Campagnes de mesures 2017 – 2019

⇒ Campagne sondages géologiques Bidart 6 au 9 novembre 2017

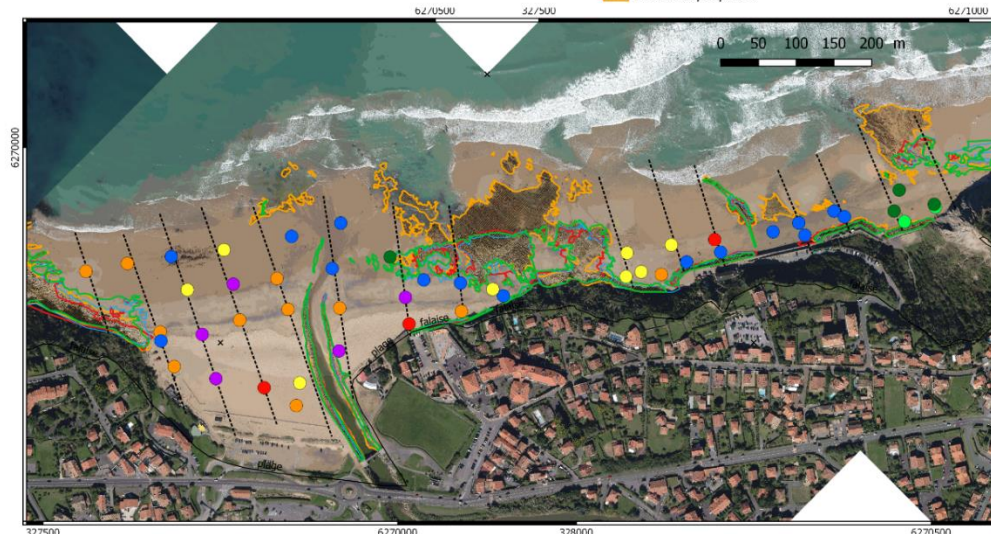
- ⇒ Objectif : Caractérisation du fond et de la nature des sédiments (plages)
- ⇒ 56 sondages et log géologique
- ⇒ 43 échantillons (sables, argiles) => Analyses granulométriques
- ⇒ Caractérisation des sédiments de surface
- ⇒ Caractérisation des couches géologiques traversées



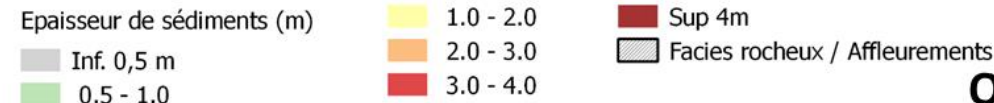
⇒ Campagne topo-plage n°1

- ⇒ Profils topographiques
- ⇒ Levés des affleurements rocheux

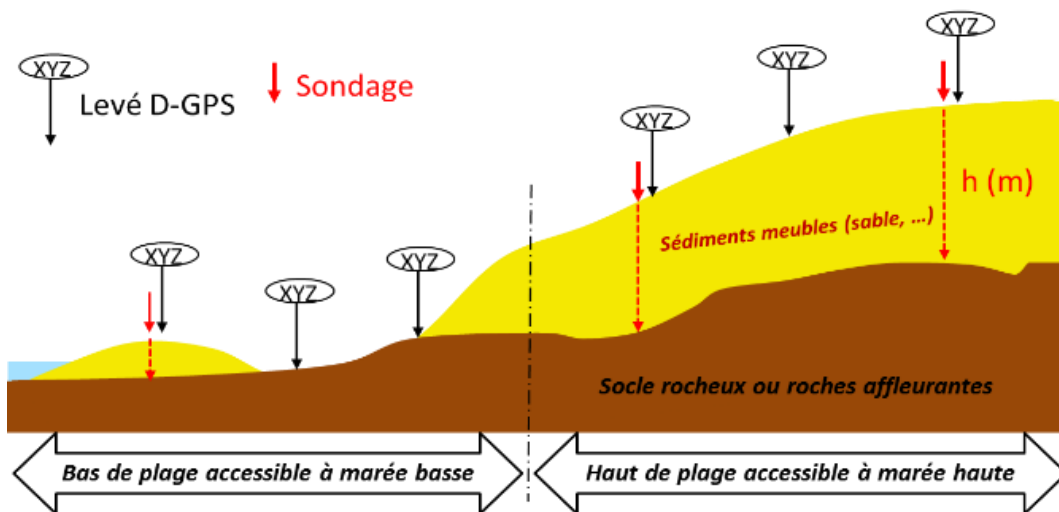
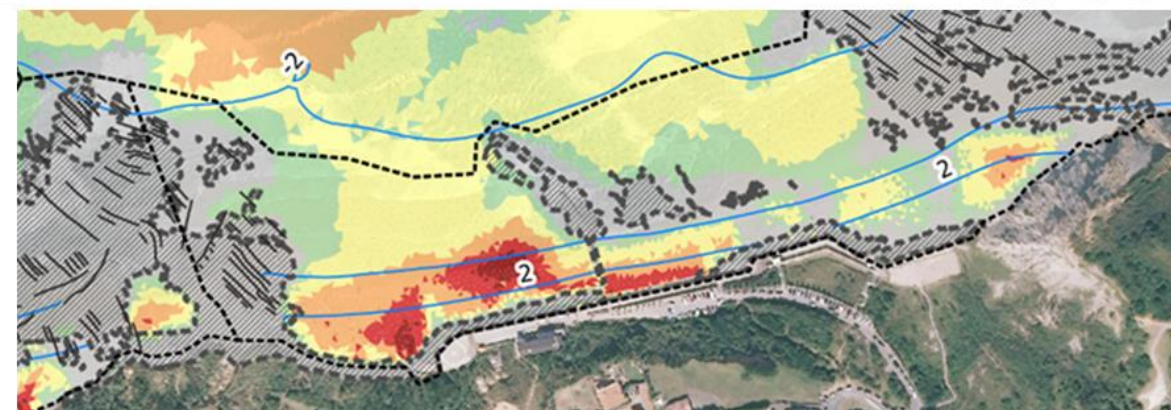
Campagne de sondages géologiques - 06 au 09/11/2017



Epaisseur sédimentaire (différentiel bathy-topo entre la surface et le toit rocheux)

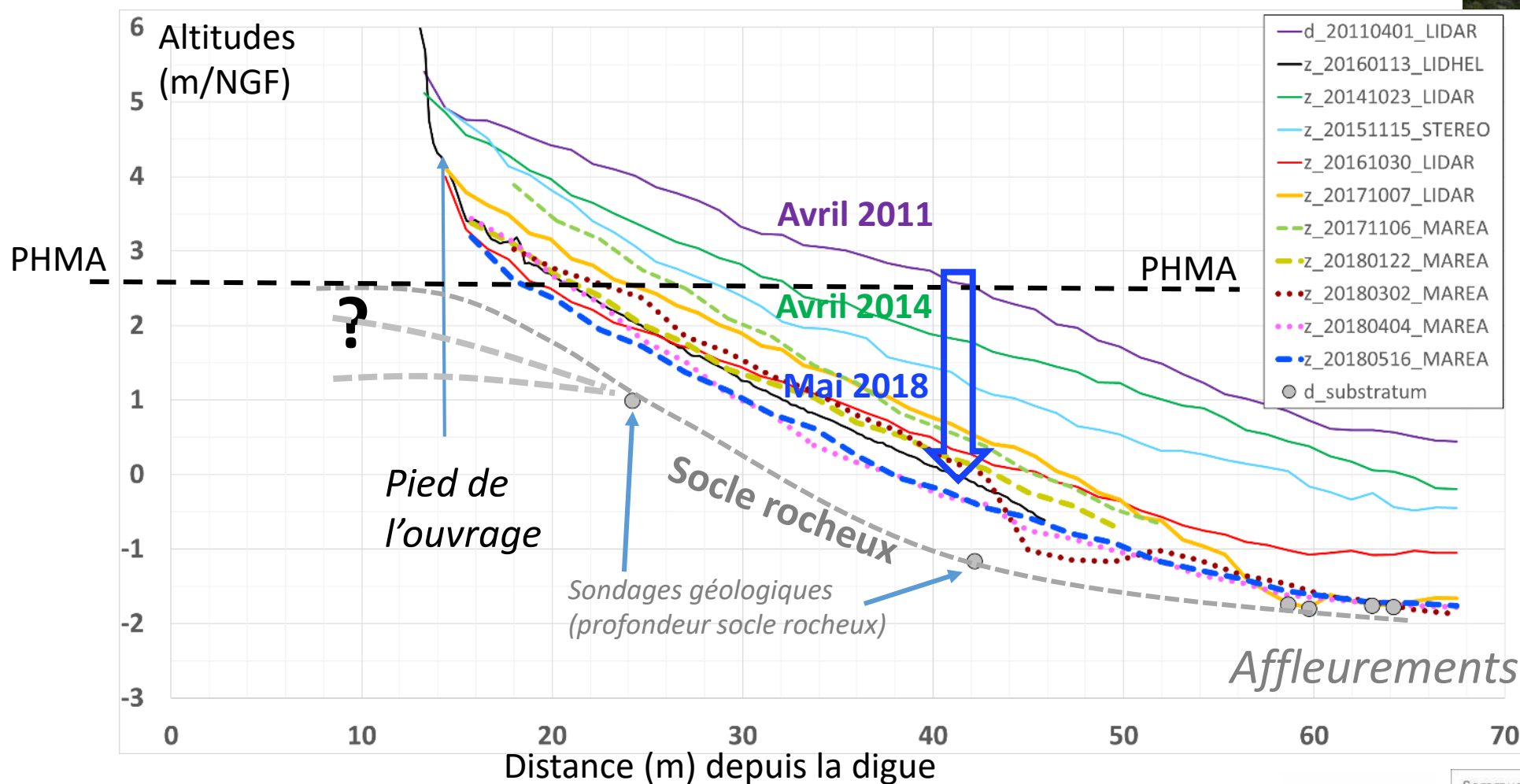


Oct 2017

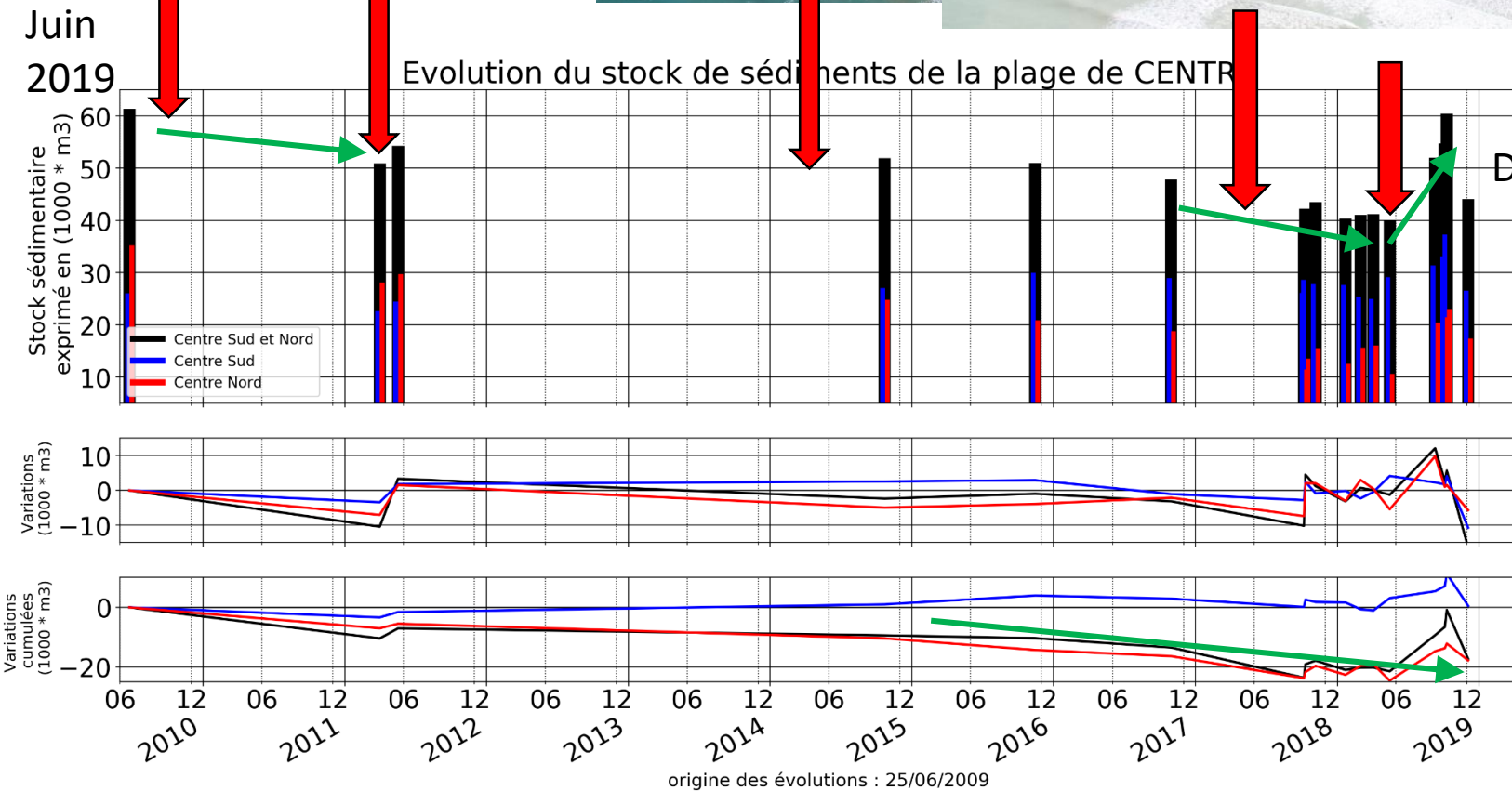
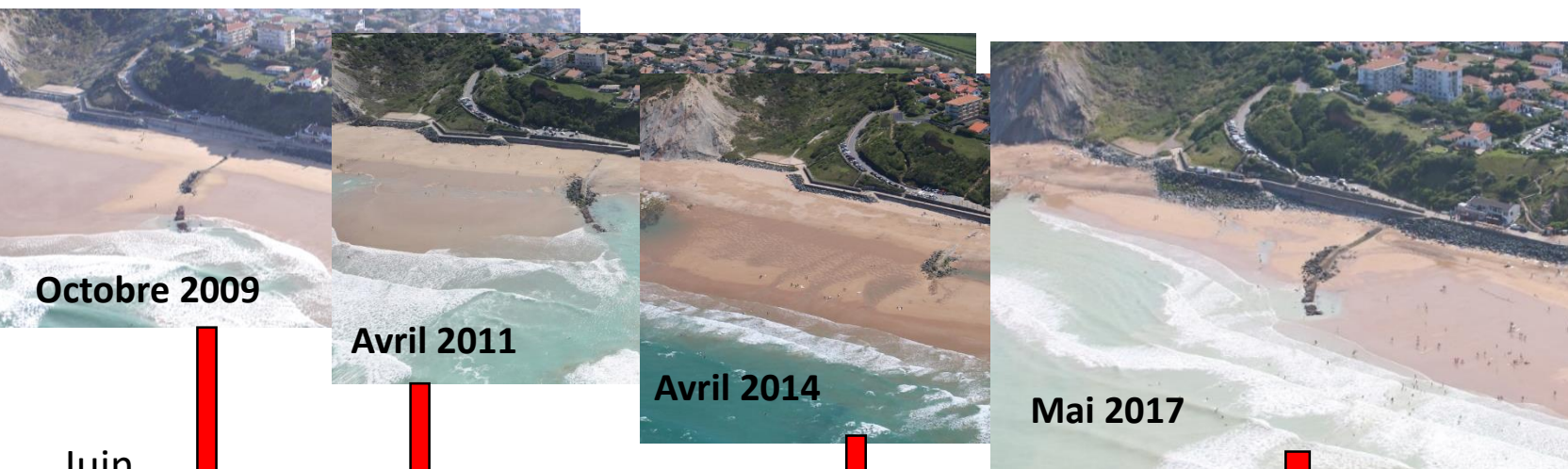


Action 3 : Campagnes de mesures 2017 – 2019 / Evolution morphologique des plages

Baisse généralisée de ~ 2 m du profil de la plage du Centre depuis avril 2011
L'épaisseur de sable est de **moins d'1 m** en mai 2018 sur le haut de plage.
Les **affleurements** du bas de plage sont visibles en octobre 2017 ==> mai 2018



Action 3 : Evaluation dynamique sédimentaire ⇒ Evolution des stocks sédimentaires des plages



Centre (compartiments Nord/Sud selon l'épi maçonné)

Stock sédimentaire en juin 2009 : 61 000 m³

Nord = 35 000 m³

Sud = 26 000 m³

Stock sédimentaire en mai 2018 : 40 000 m³

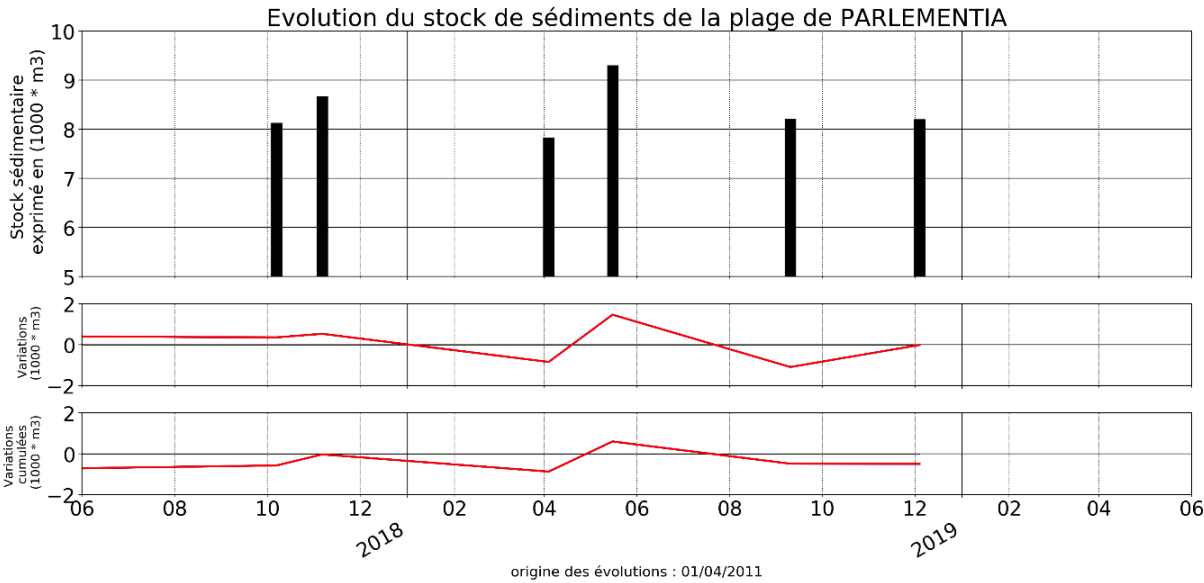
Nord = 10 000 m³

Sud = 30 000 m³

⇒ Plage Centre Sud à l'équilibre

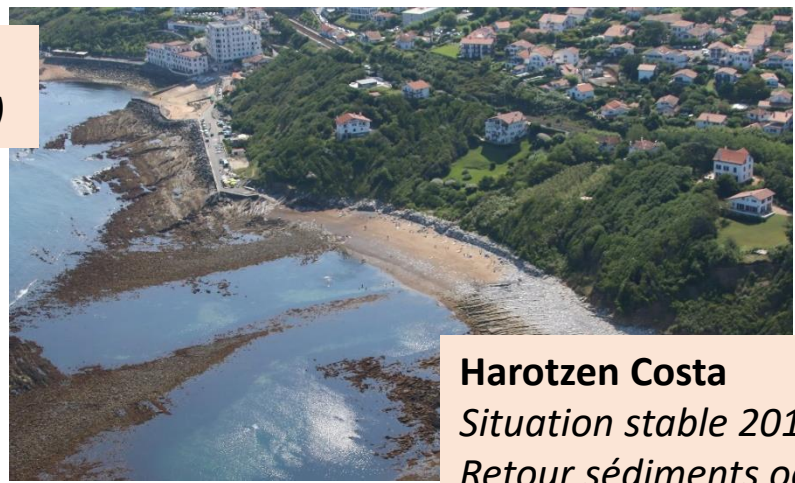
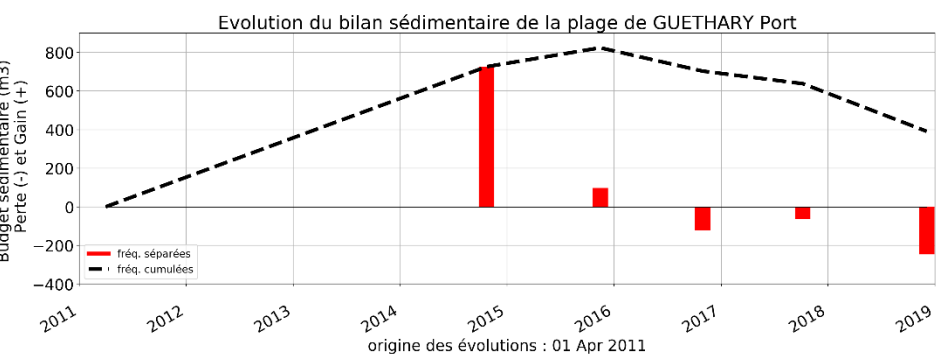
⇒ Plage Centre Nord en déficit sédimentaire chronique depuis plusieurs années

Action 3 : Evaluation dynamique sédimentaire / Evolution des stocks sédimentaires des plages

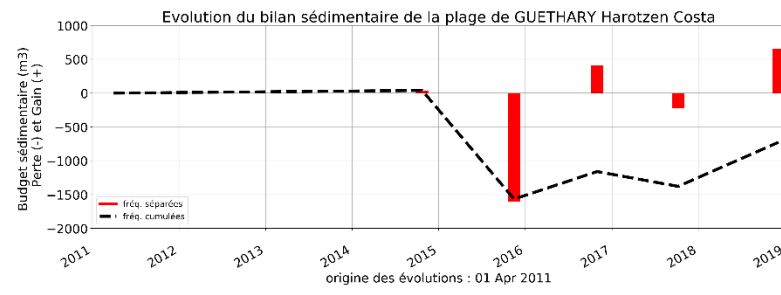


Parlementia
 Stock sédimentaire ~ 8000 m³
 Épaisseur sédiments (prisme) 0 à 2m
 Plage à l'équilibre

Port guéthary
 Variations annuelles ~500 m³ (rechargements)



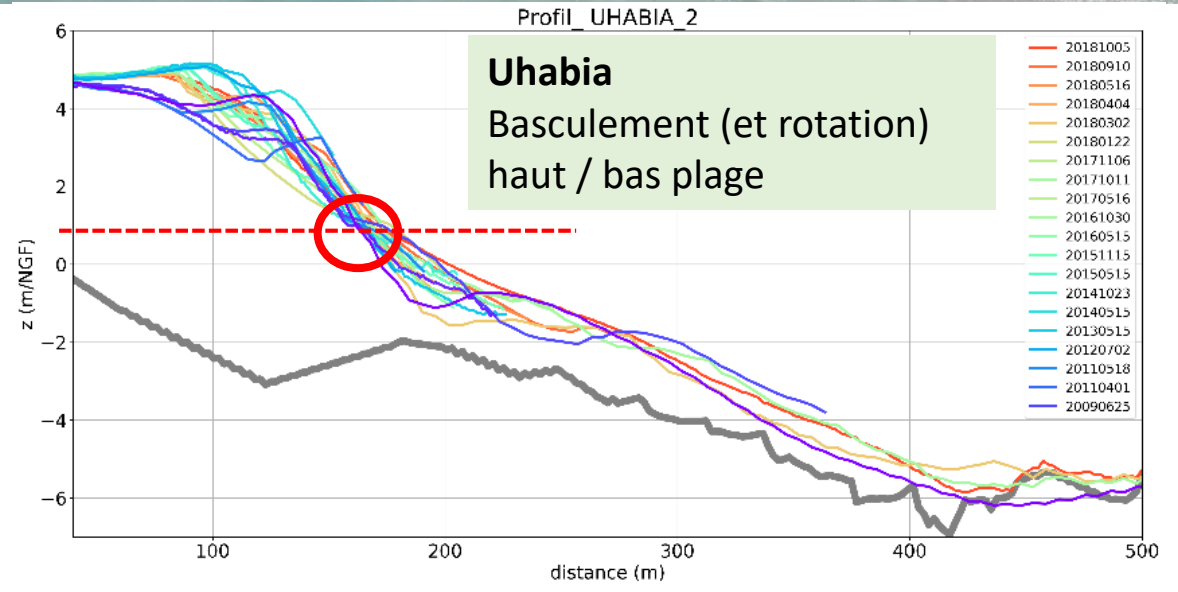
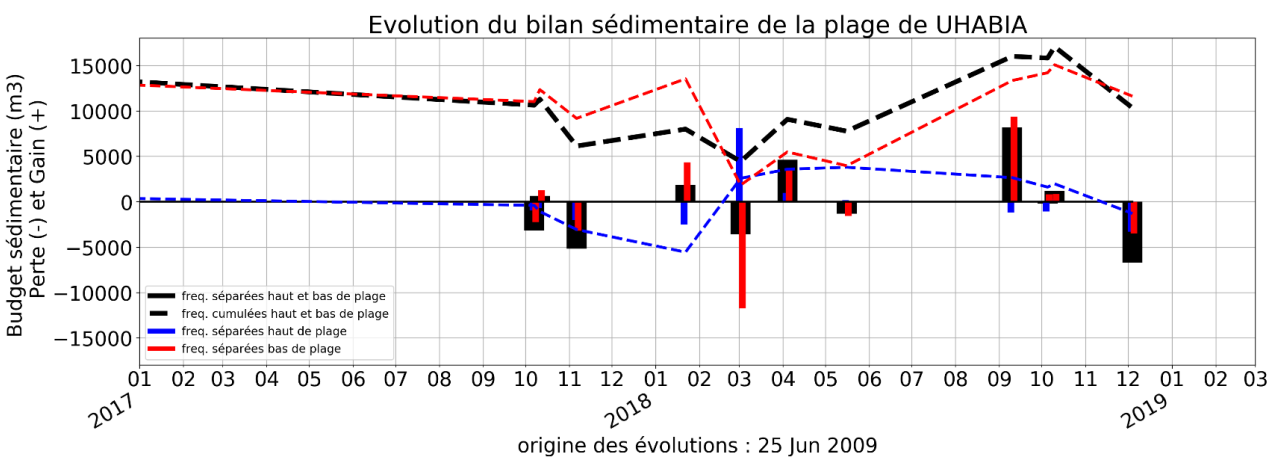
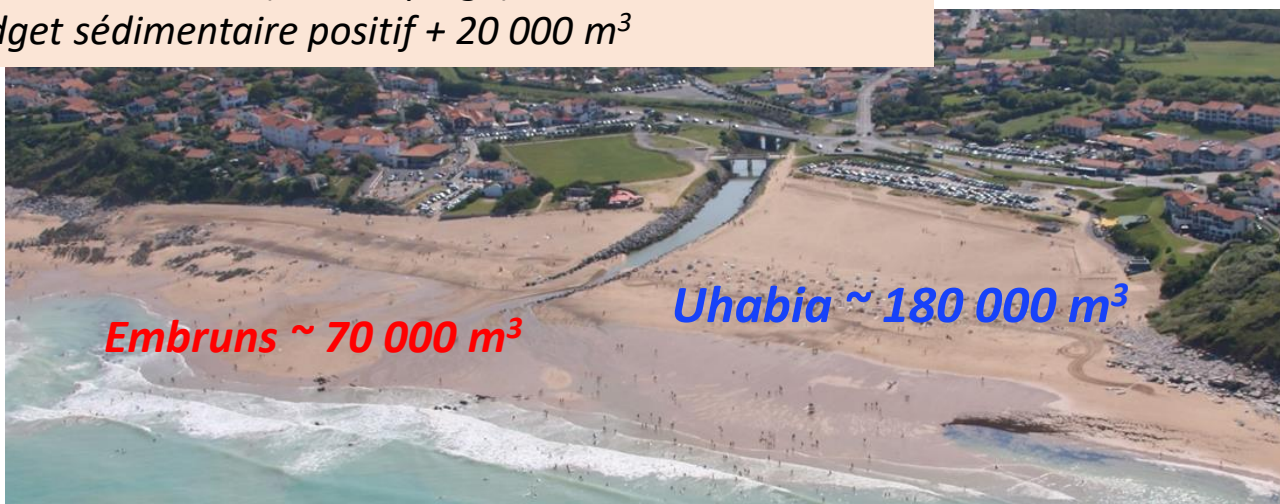
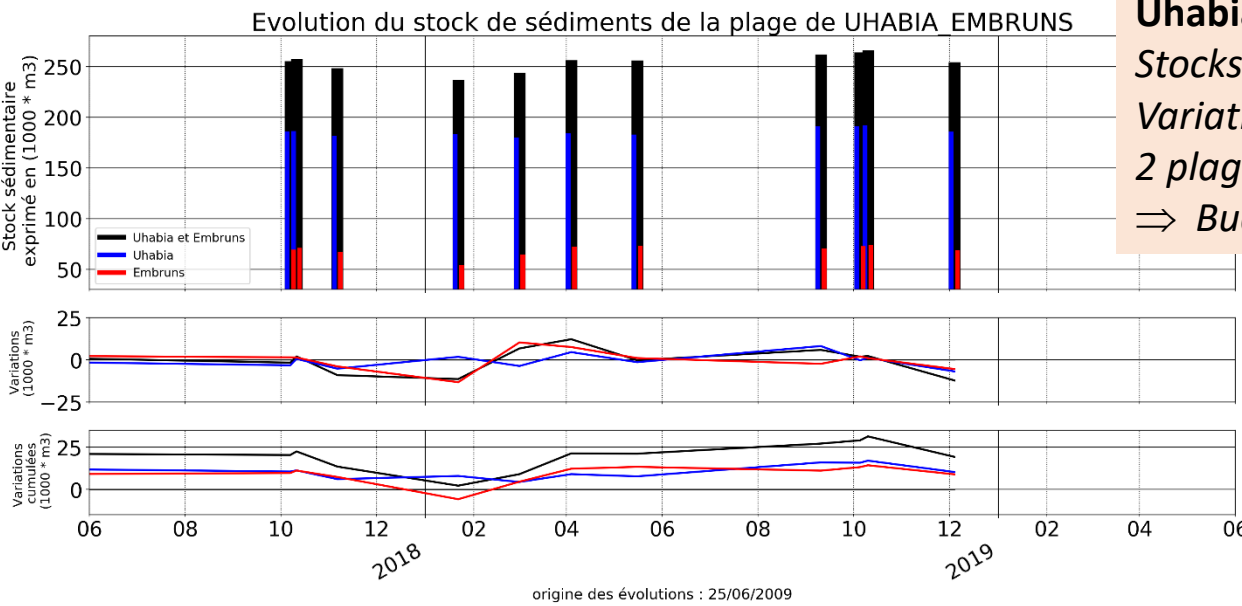
Harotzen Costa
 Situation stable 2011,2014,2015 puis déficit 1500 m³ fin 2016
 Retour sédiments oct. 2017 et déc. 2018
 Plage équilibrée sédimentaire



Action 3 : Evaluation dynamique sédimentaire / Evolution des stocks sédimentaires des plages

Uhabia & Embruns

Stocks sédimentaires $\sim 250\ 000\ m^3$
 Variations saisonnières $\pm 10\ 000\ m^3$
 2 plages en accrétion (1 seule plage)
 \Rightarrow Budget sédimentaire positif $+ 20\ 000\ m^3$



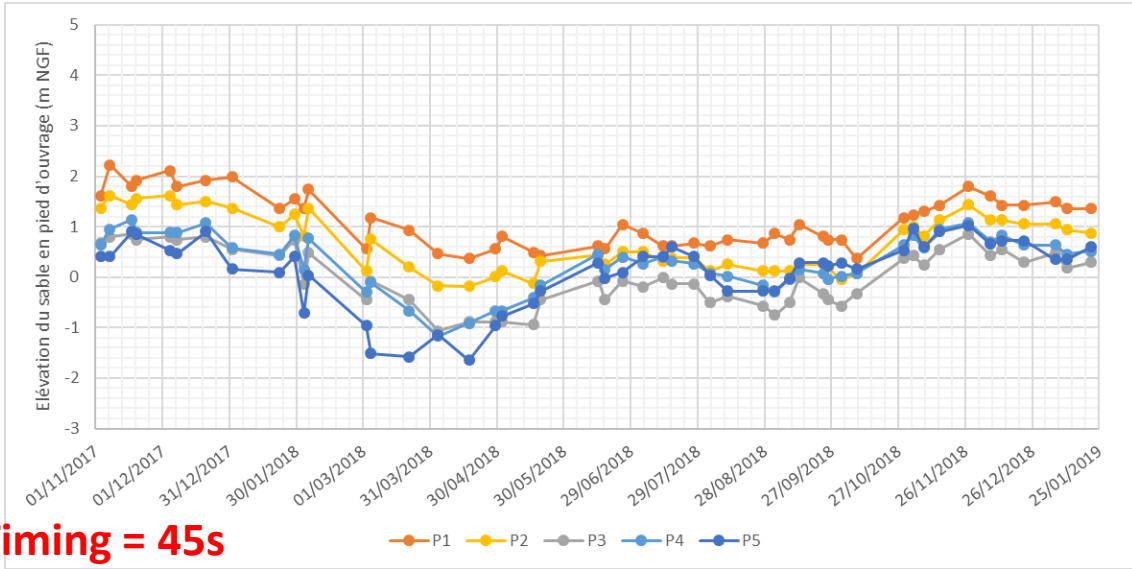
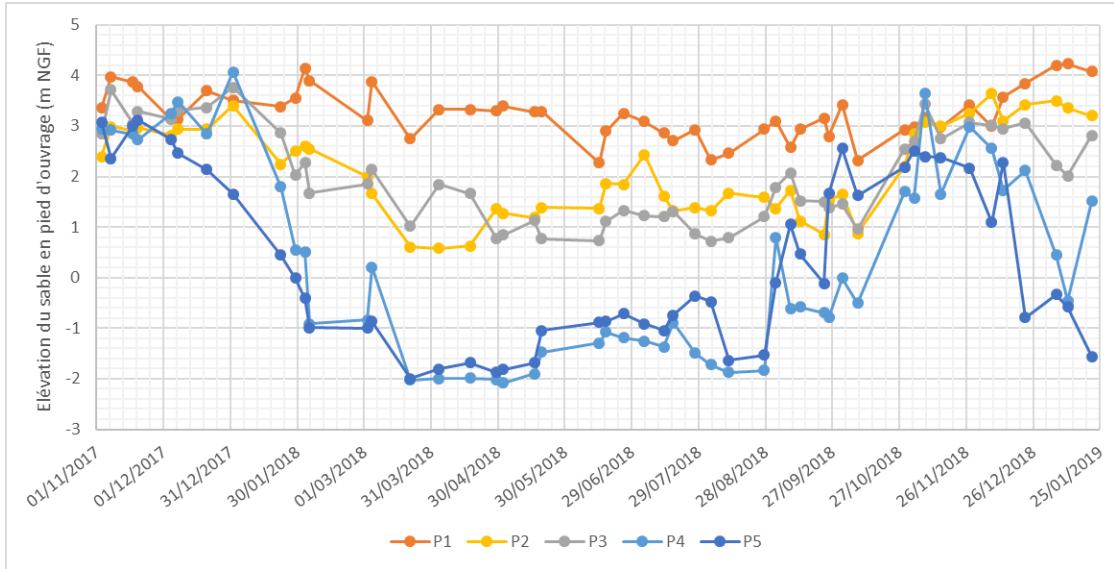
Action 3 : Evaluation dynamique sédimentaire



Suivi vidéo haute fréquence de l'évolution des plages



Bidart Centre 03-Nov-2017 09h00



Timing = 45s



Action 3 : Evaluation dynamique sédimentaire

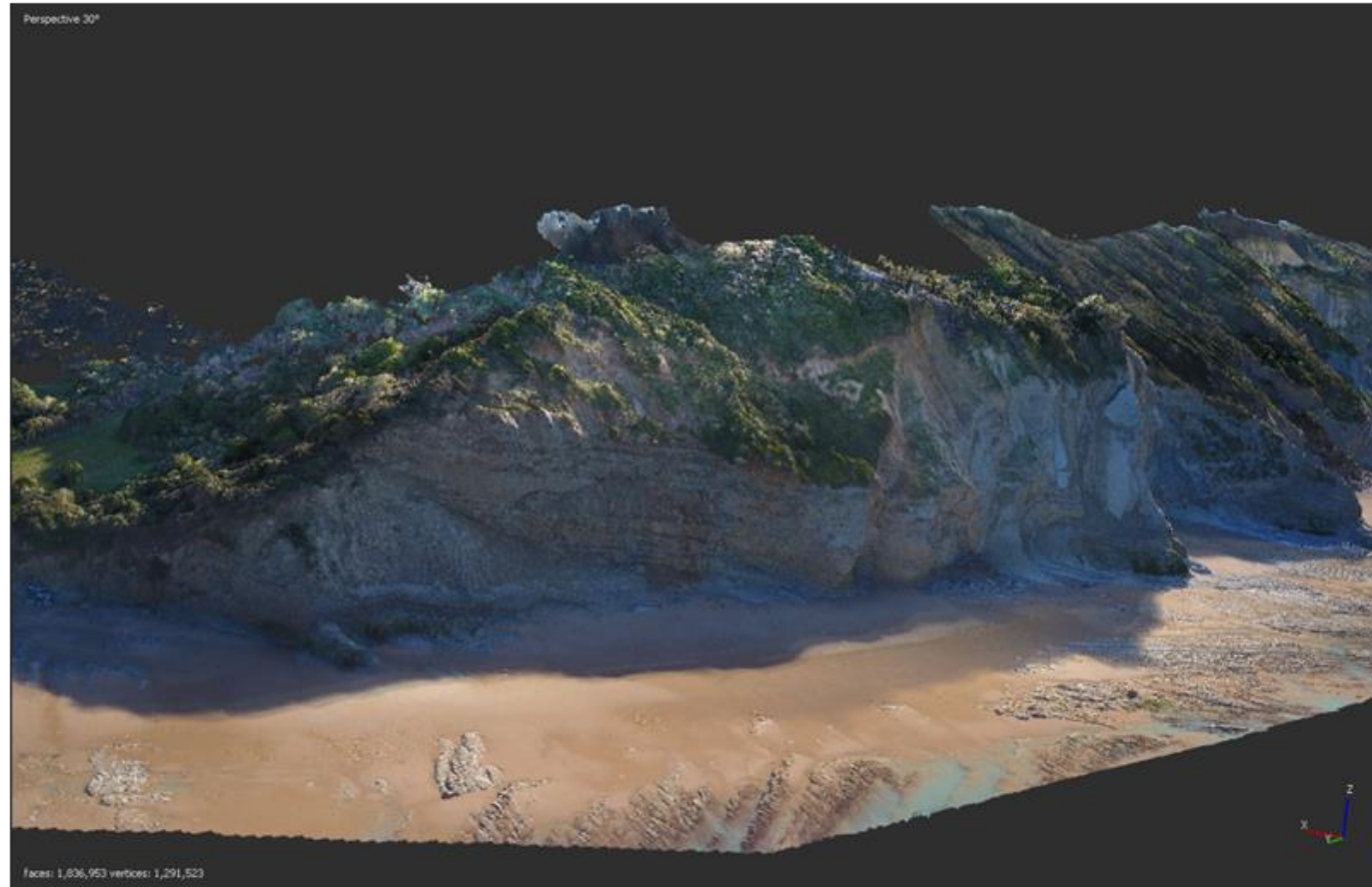


Suivi photogrammétrique 3D par drone

Exemple : Eboulement de la falaise d'Erretegia

- LEVÉ N°1 : 22 NOVEMBRE 2017

Image vidéo 30 Nov.



Timing = 15s

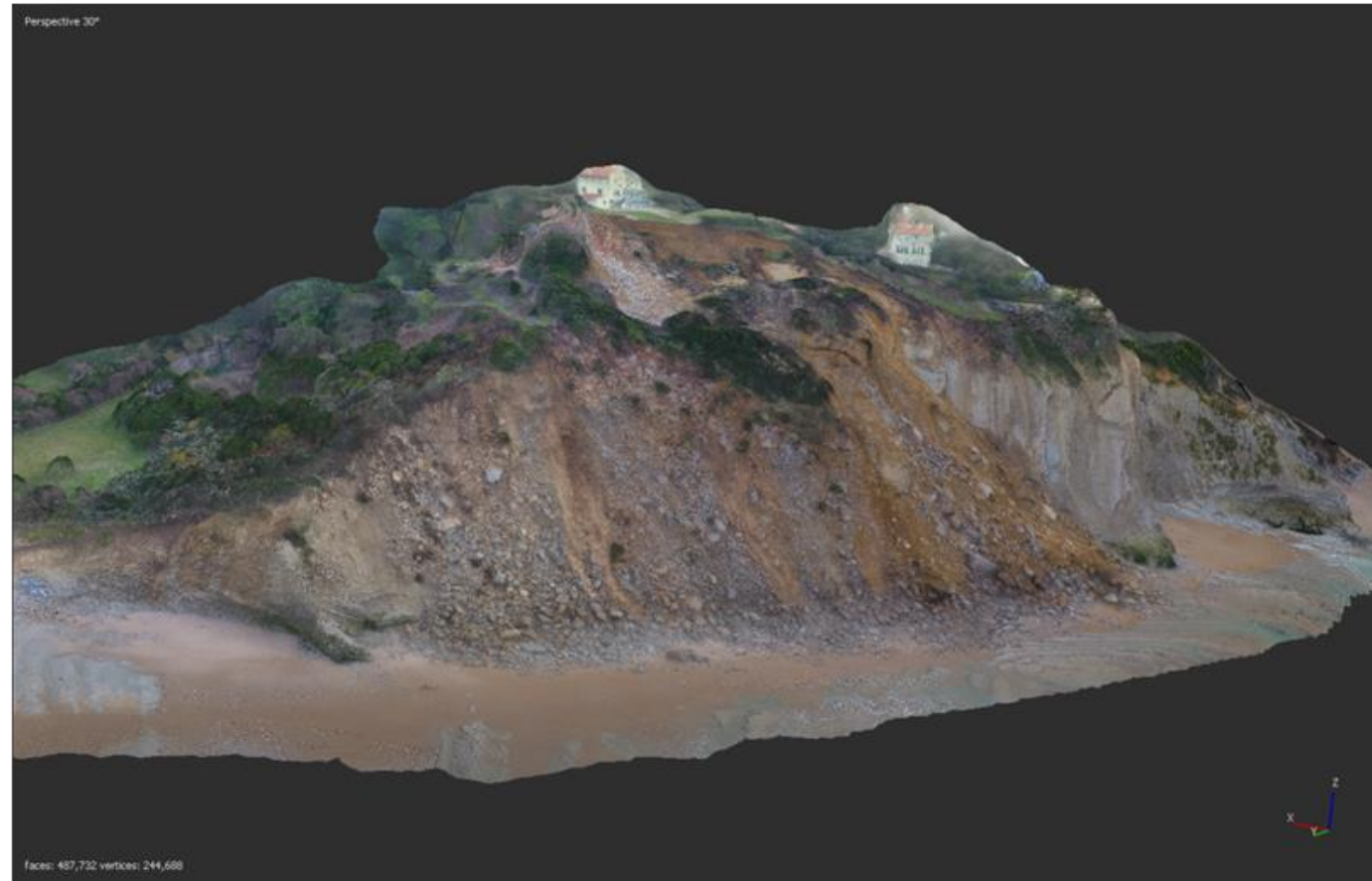


Suivi photogrammétrique 3D par drone

Exemple : Eboulement de la falaise d'Erretegia

- LEVÉ N°1 : 22 NOVEMBRE 2017
- LEVÉ N°2 : 22 DÉCEMBRE 2017

Image vidéo 3 Dec.

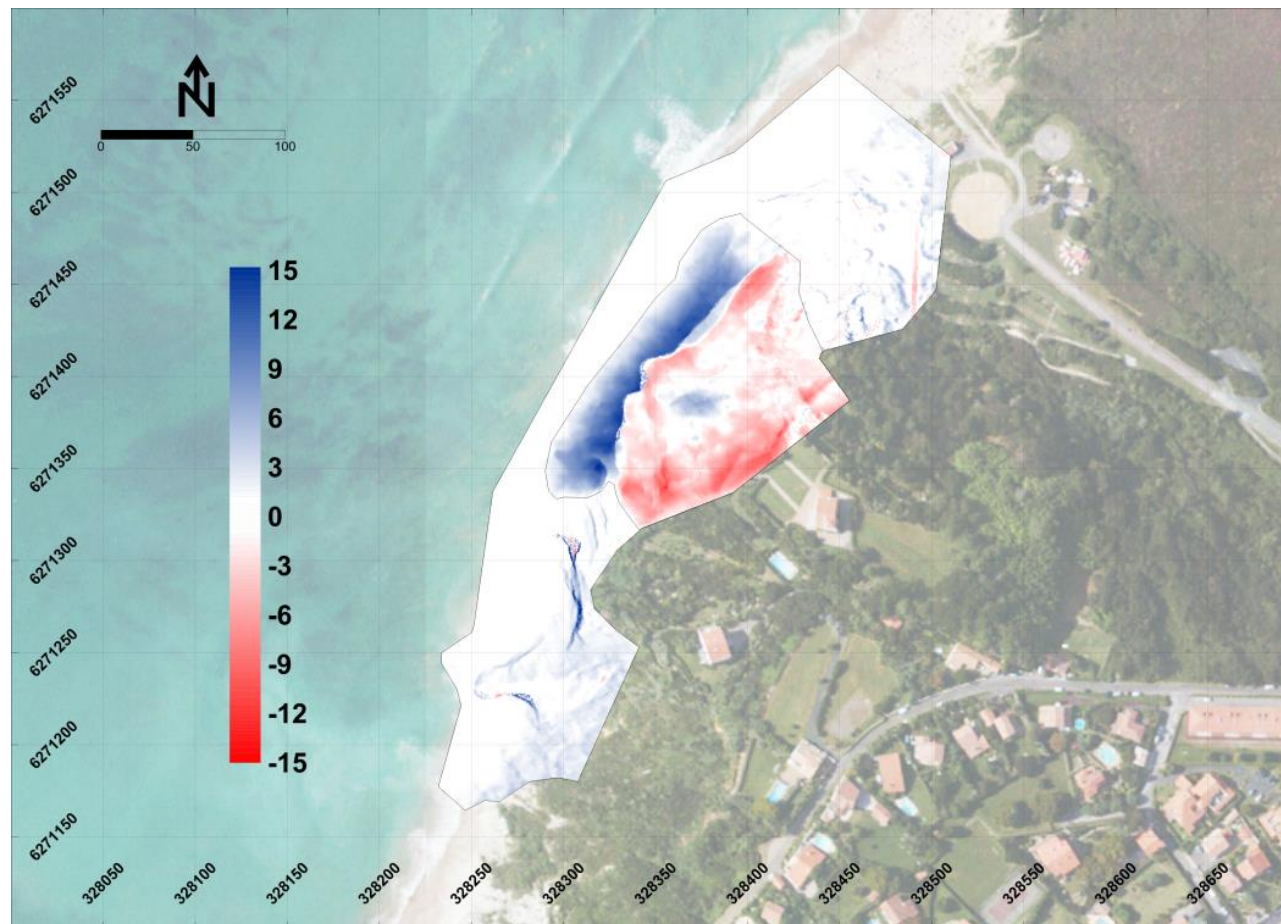


Suivi photogrammétrique 3D par drone

Exemple : Eboulement de la falaise d'Erretegia

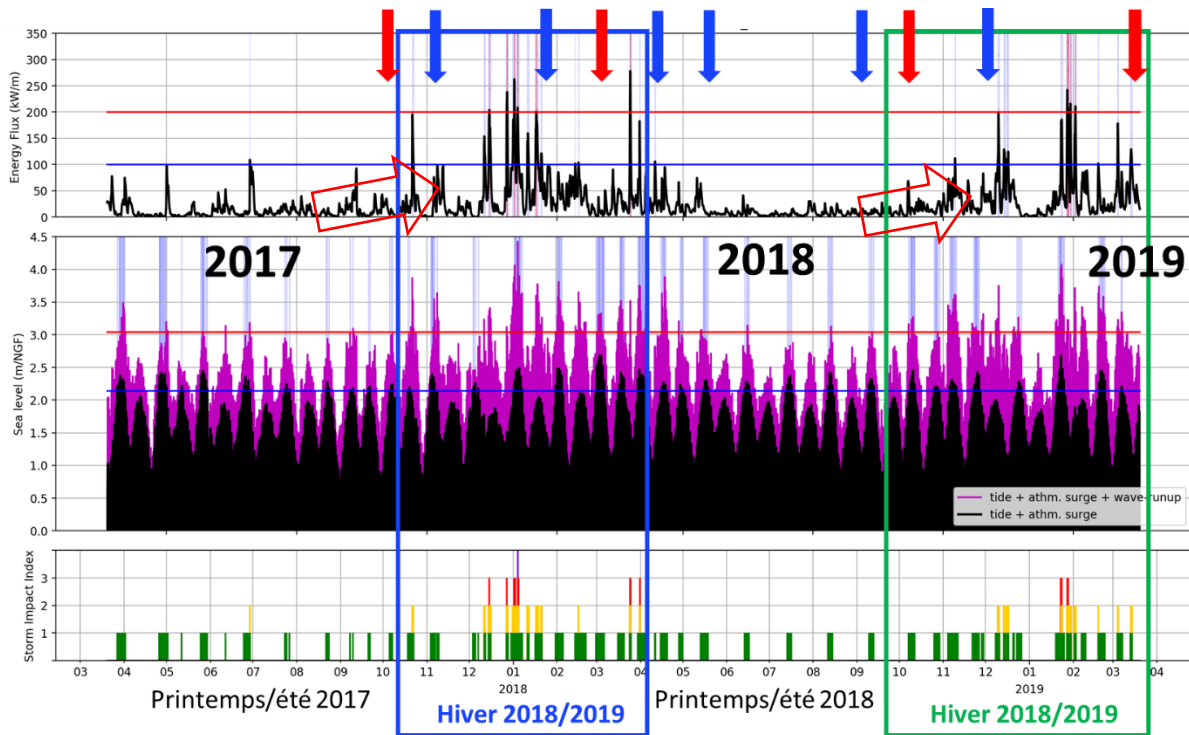
CARTE DES DIFFÉRENCES ALTIMÉTRIQUE +/- 15M :

- DÉBLAIS : 28 000 M³
- REMBLAIS : 34 500 M³

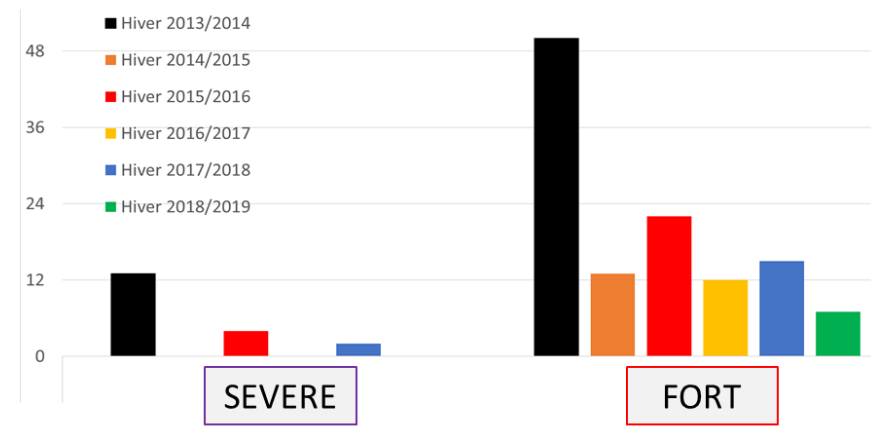


⇒ Eléments d'explication sur la répartition des stocks de sédiments sur la période 2017-2019 (suivi de 2 hivers)

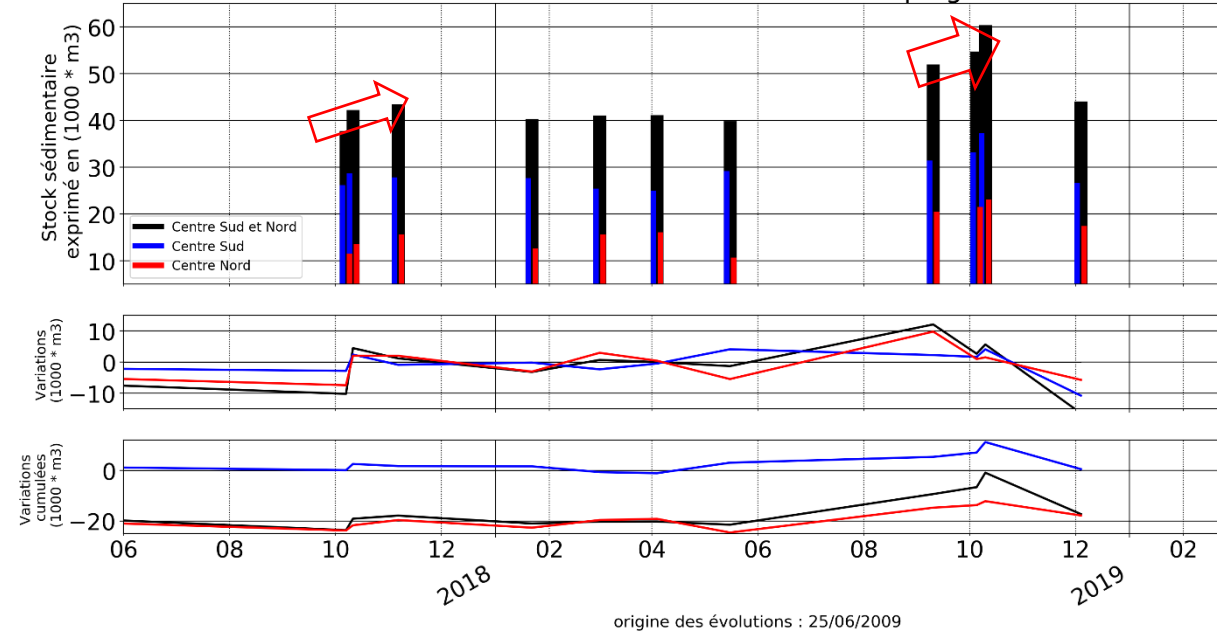
- ⇒ Eté 2017 agité => situation défavorable en octobre 2017
- ⇒ Retour des sédiments novembre 2017 avant-plage
- ⇒ Eté 2018 « clément » en termes de conditions marines
- ⇒ Automne 2018 : conditions favorables au retour des sédiments sur la plage



Nombre d'heures par classe de l'indicateur d'impact érosif



Evolution du stock de sédiments de la plage de CENTRE



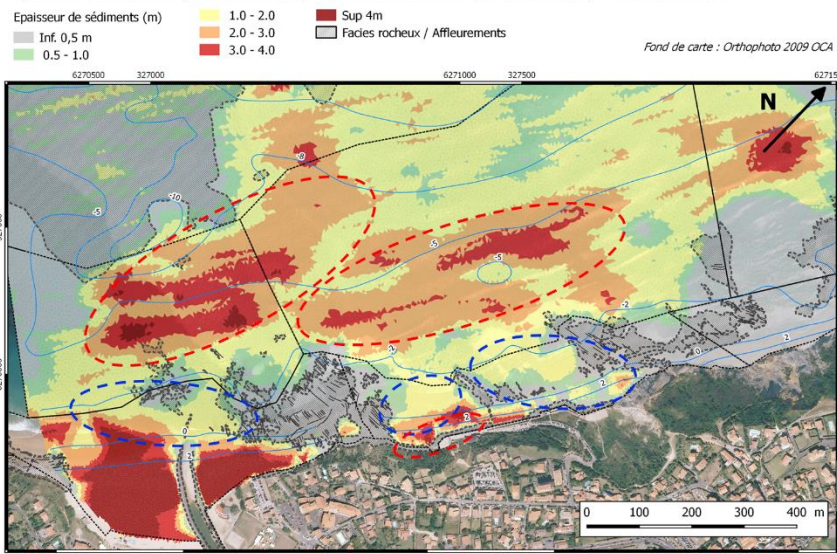
origine des évolutions : 25/06/2009

↓ Acquisitions bathy (rouge) ou topo plages (bleu)

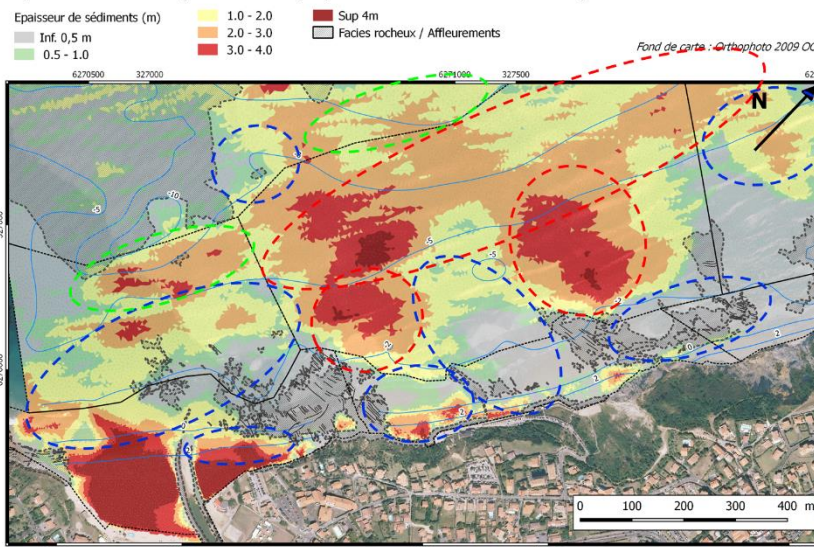
Action 3 : Evaluation dynamique sédimentaire

⇒ Exploitation des cartes d'épaisseur sédimentaire)

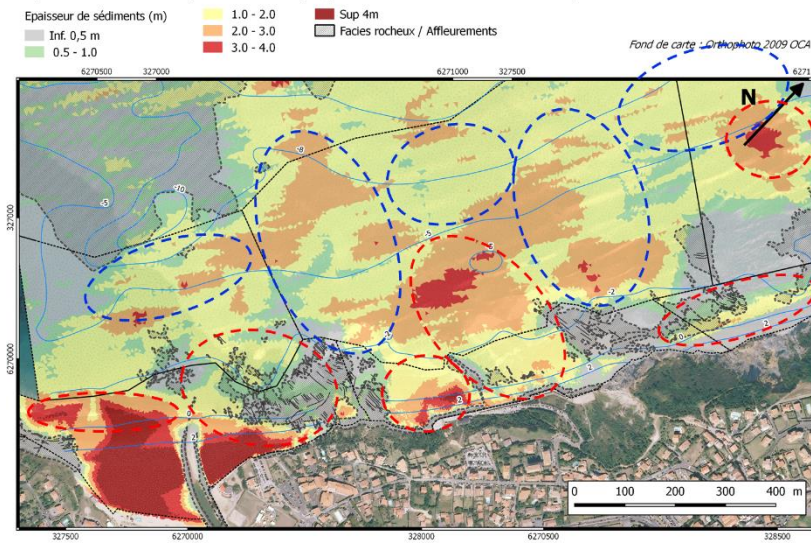
Epaisseur sédimentaire (différentiel bathy-topo entre la surface et le toit rocheux) - 11 octobre 2017



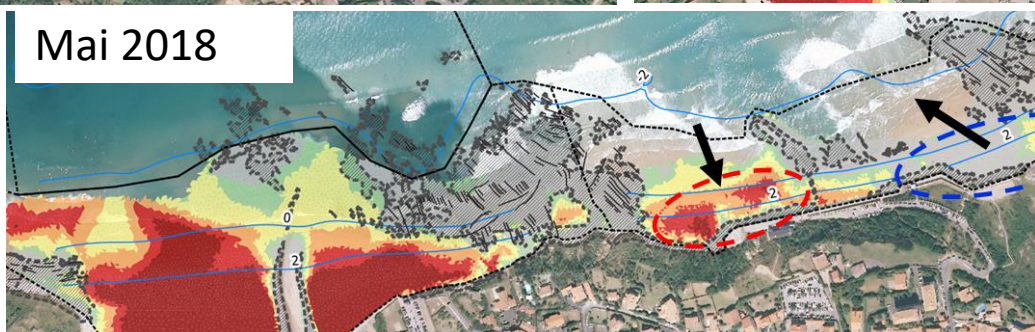
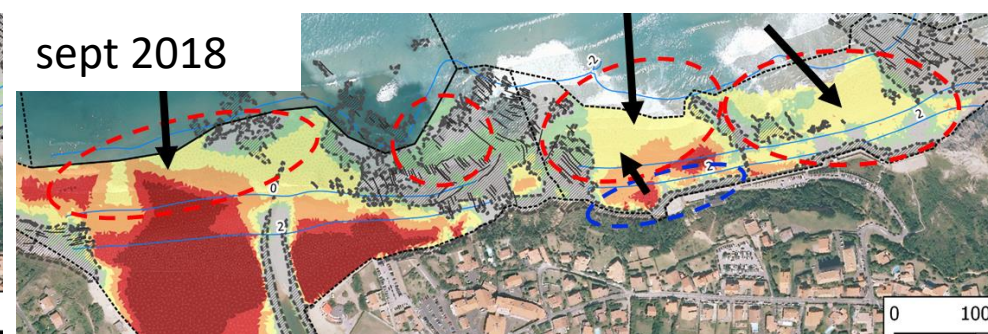
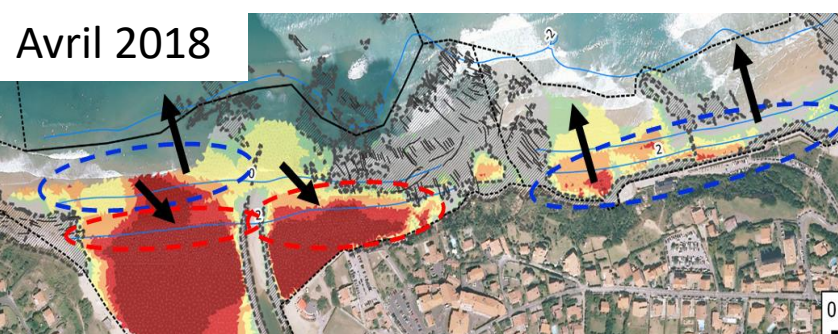
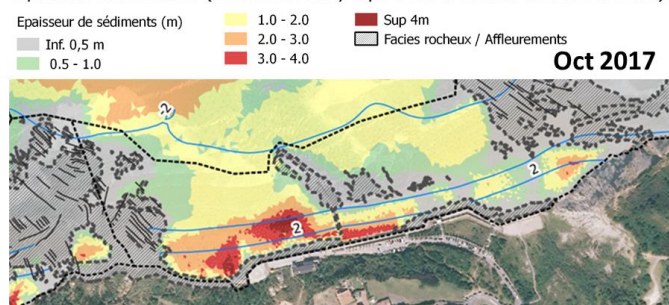
Epaisseur sédimentaire (différentiel bathy-topo entre la surface et le toit rocheux) - 2 mars 2018



Epaisseur sédimentaire (différentiel bathy-topo entre la surface et le toit rocheux) - 5 octobre 2018



Epaisseur sédimentaire (différentiel bathy-topo entre la surface et le toit rocheux)

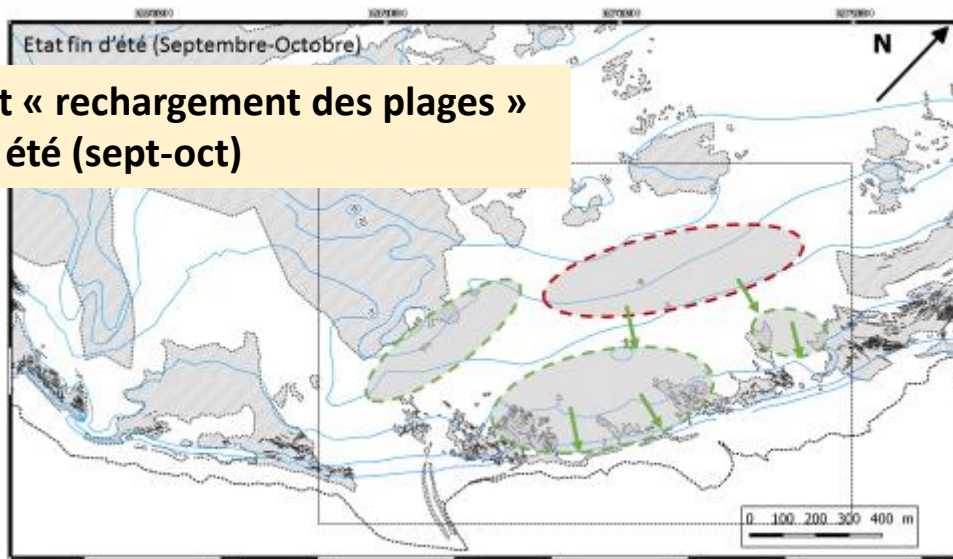


Centre :

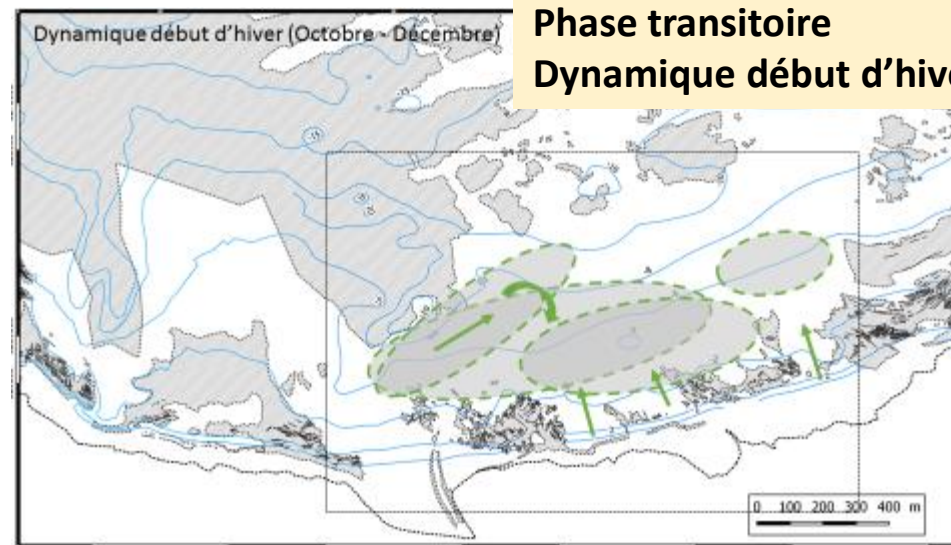
- ⇒ Déficit automne 2017 puis perte sédiments jusque l'été 2018
- ⇒ Retour sédiments avant plage au cours de l'automne 2018
- ⇒ Reconstruction progressive avant-plage du printemps à l'automne 2018

⇒ Proposition d'un schéma conceptuel des déplacement des stocks

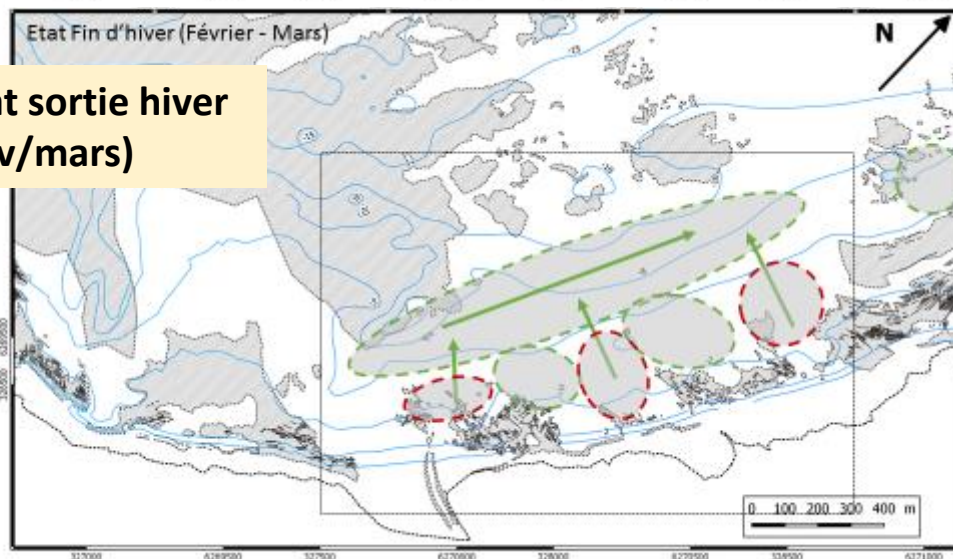
Etat « rechargement des plages »
Fin été (sept-oct)



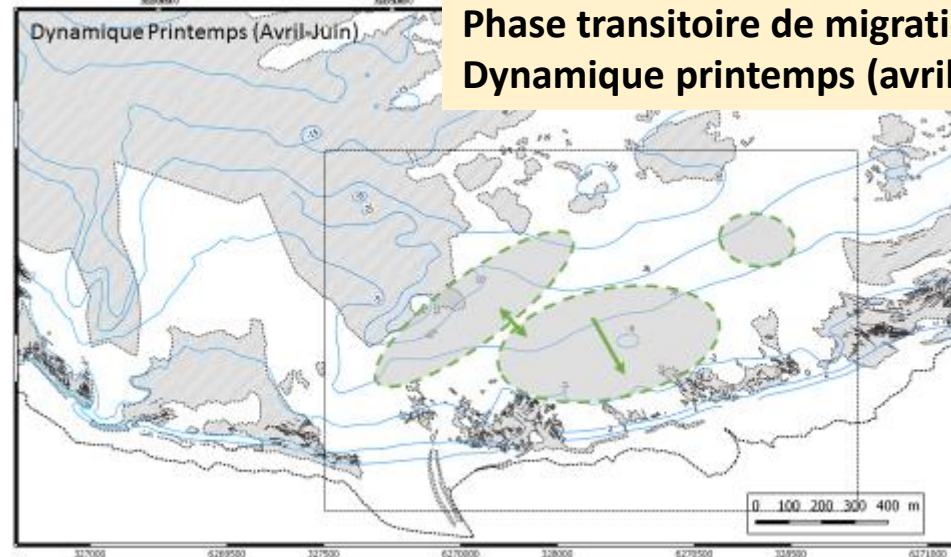
Phase transitoire
Dynamique début d'hiver (oct-déc)



Etat sortie hiver
(fév/mars)



Phase transitoire de migration lente
Dynamique printemps (avril-juin)



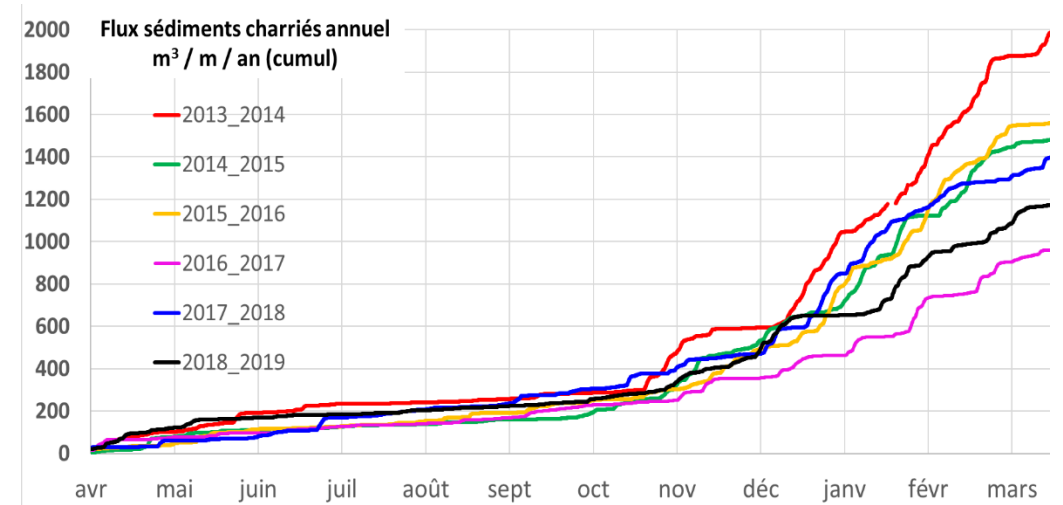
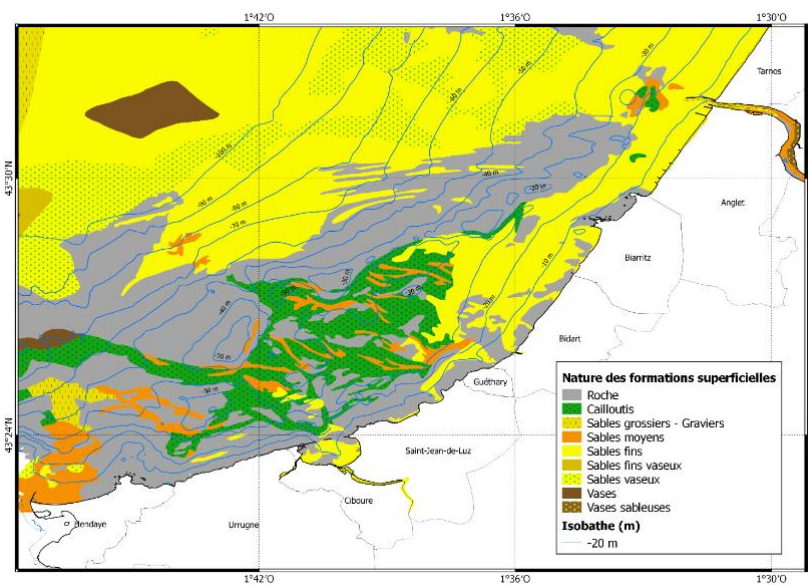
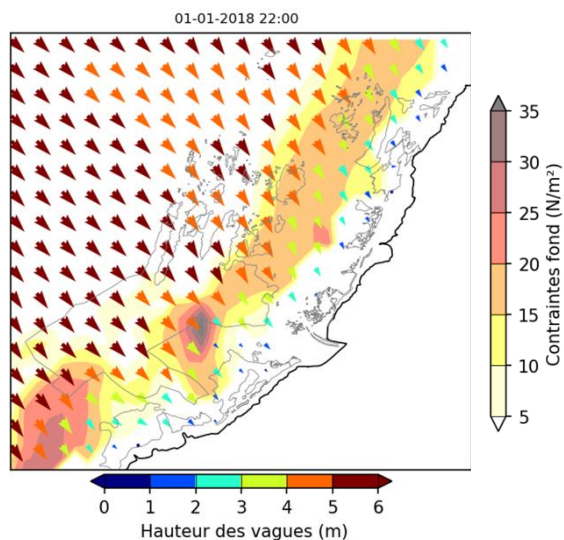
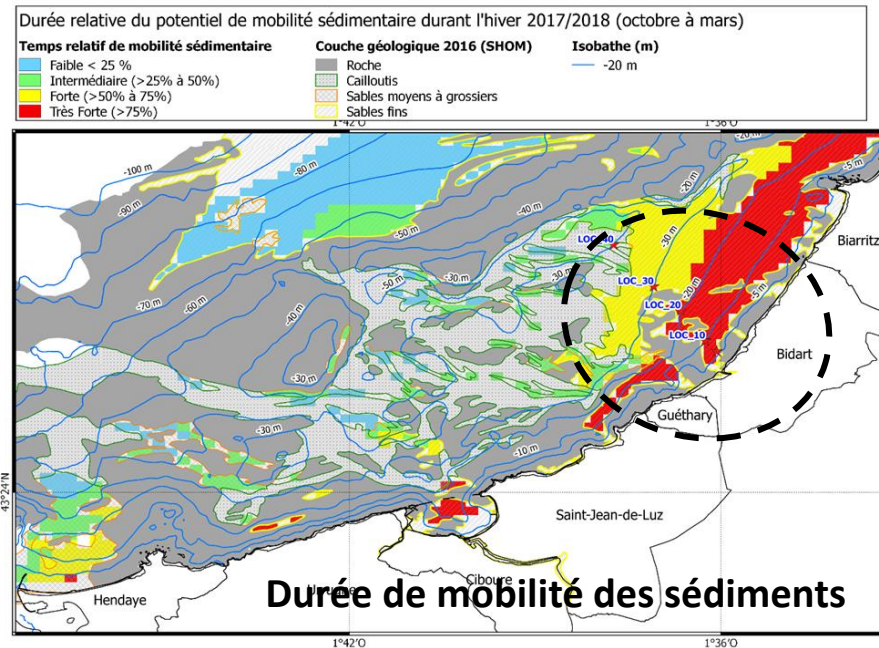
Action 4 : Analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire

⇒ Estimation d'indicateurs de la mobilité sédimentaire selon les saisons (hiver/été/année)

- ⇒ Evaluation des contraintes de fond (vagues, courants, marée, surcote)
- ⇒ Taille de grain maximale mise en mouvement par les courants et les vagues
- ⇒ Durée de mobilité des sédiments (sables fins à moyens, cailloutis)
- ⇒ Flux moyen des sédiments charriés (capacité de transport)

⇒ Rejeu des 6 saisons été/hiver depuis 2013

- ⇒ création BDD mobilité sédimentaire côte basque

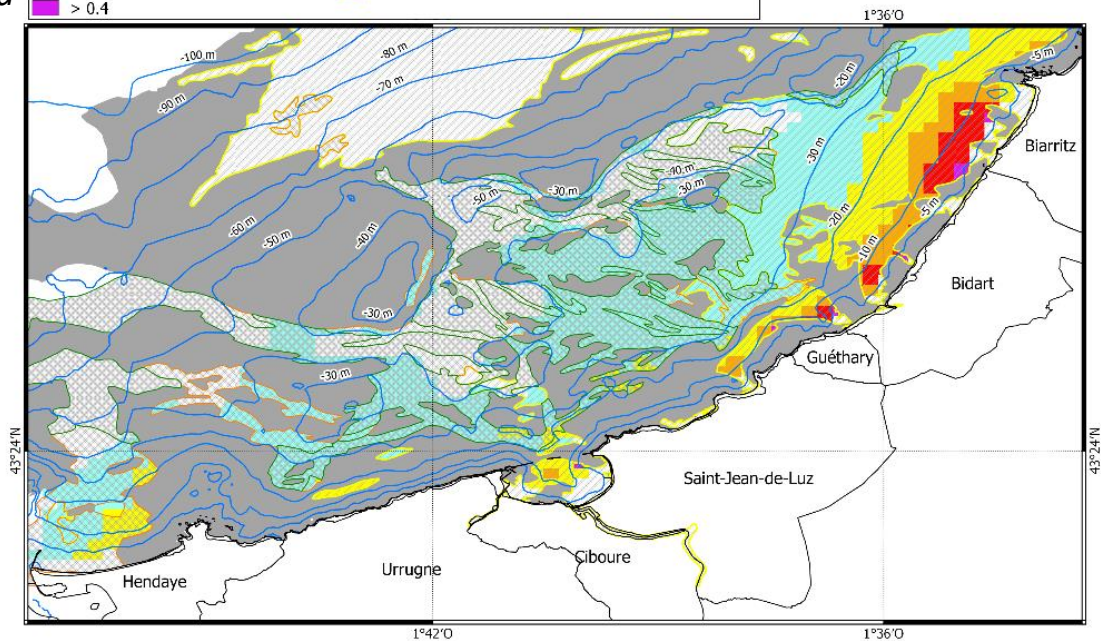
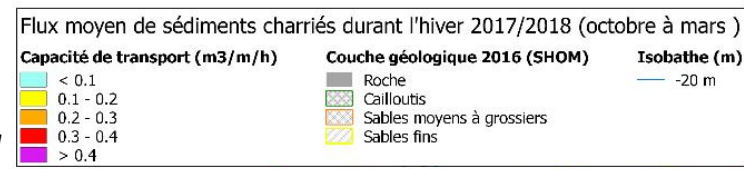
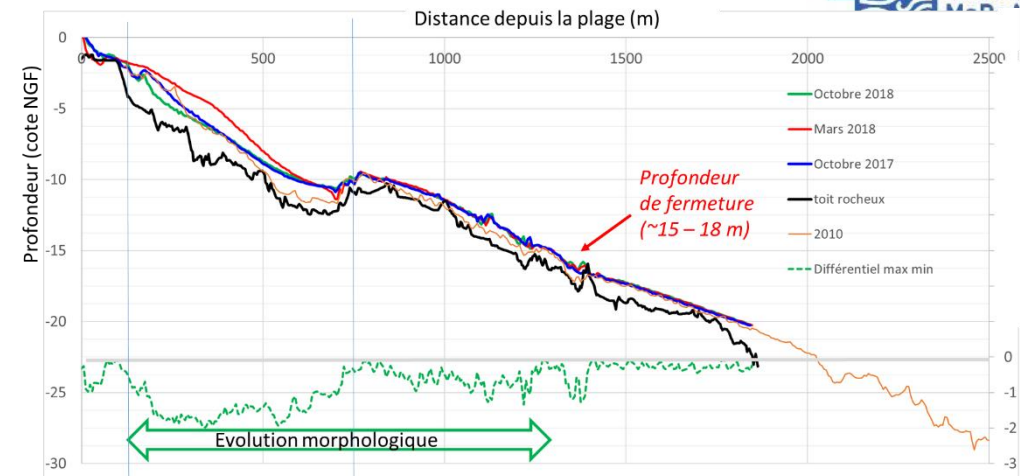
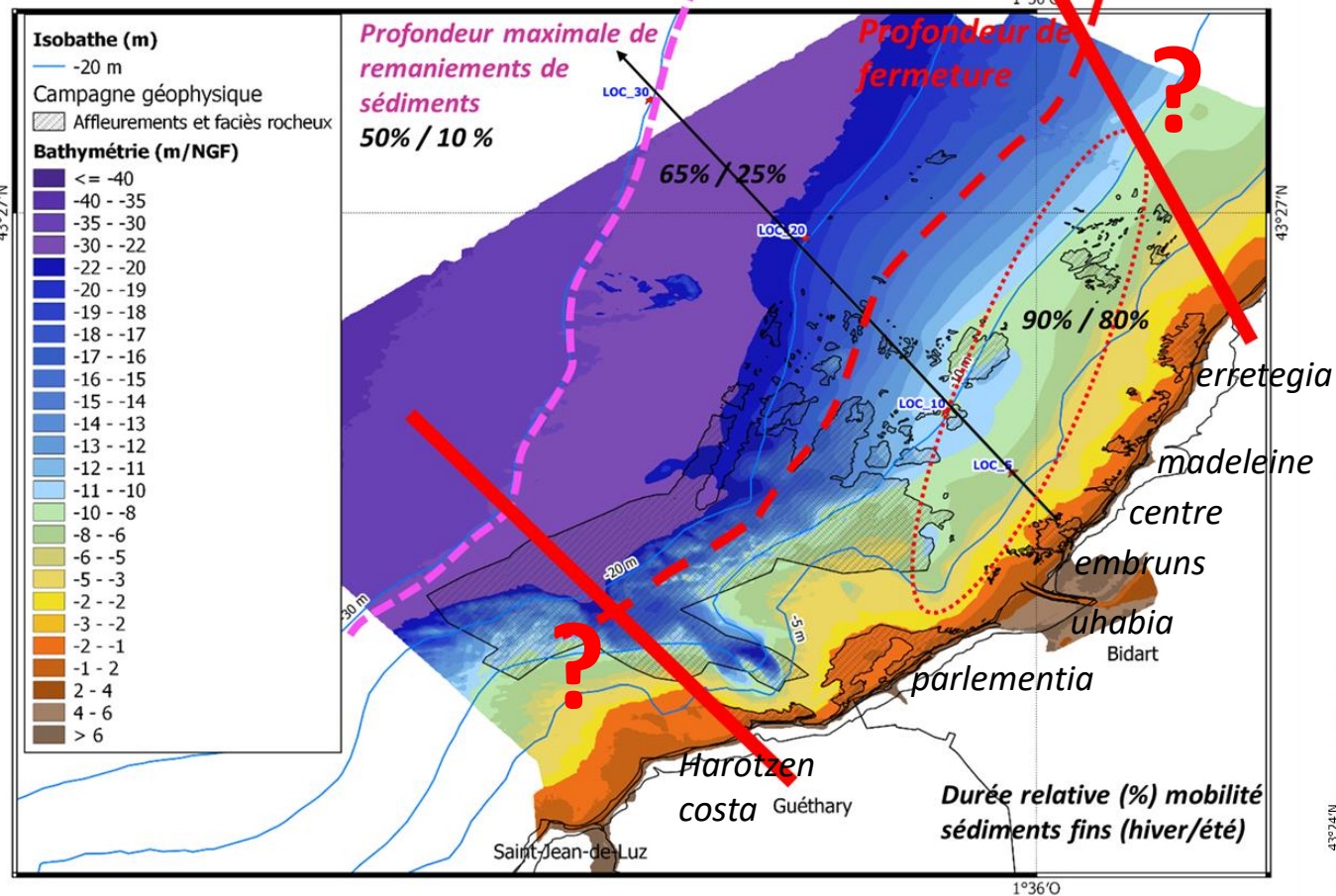


Rejeu vagues et hydrodynamique
MARC LOPS Ifremer &
Rejeu vagues Rivages Pro Tech

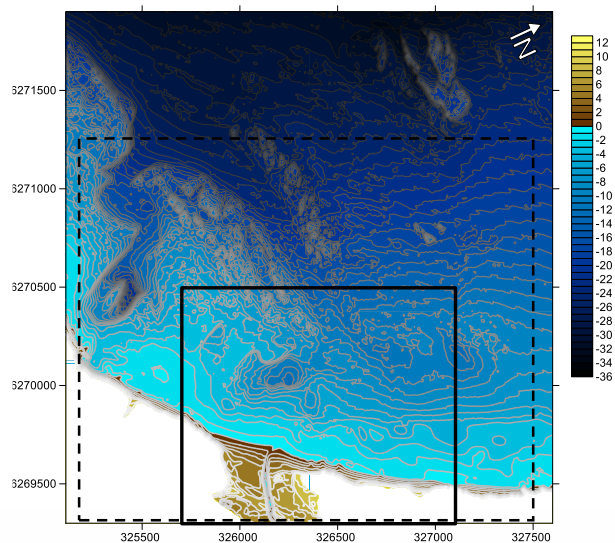
Carte G natures des fonds - SHOM

Action 4 : Analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire

- ⇒ Définition de la cellule hydro-sédimentaire
 - ⇒ zone de mobilité sédimentaire et zone de changement morphologique significatif.
 - ⇒ Indicateurs globaux de la dynamique sédimentaire

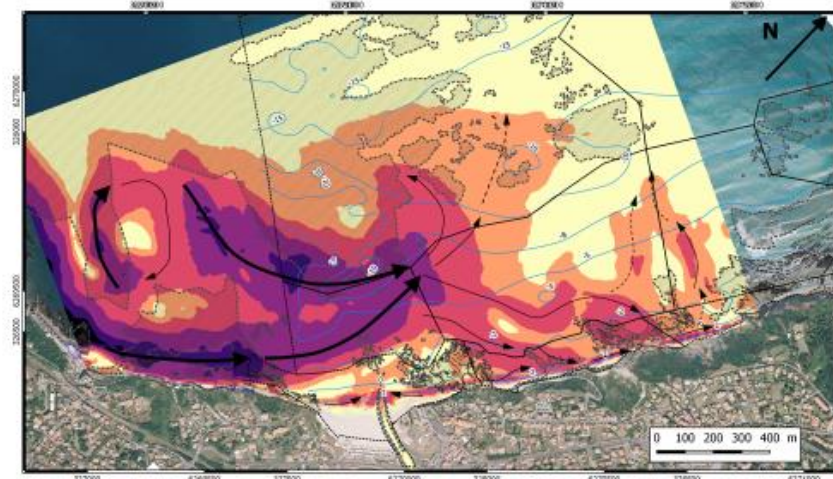
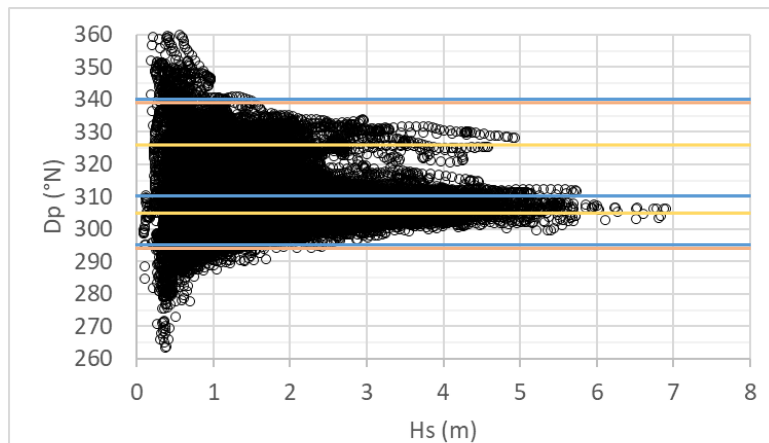
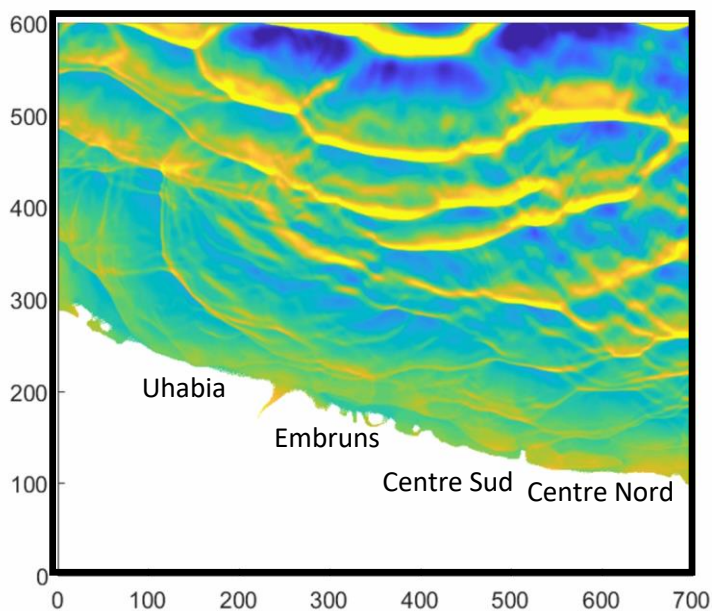
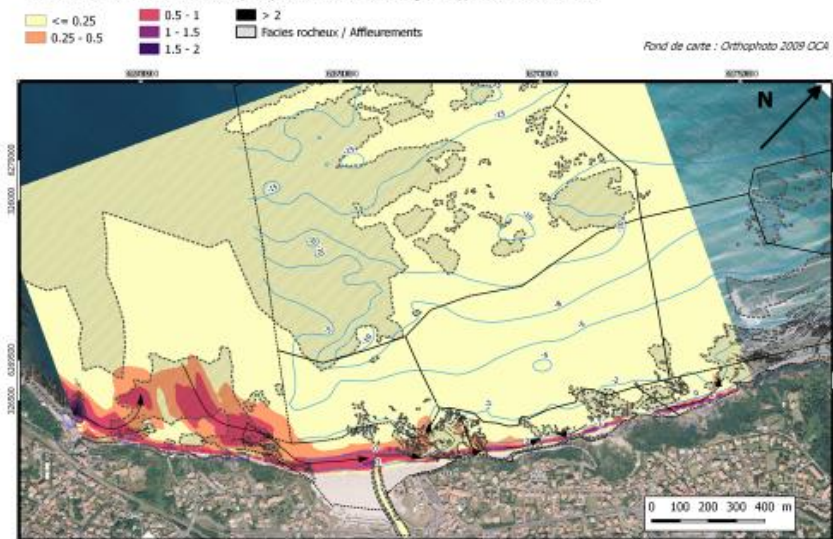


Analyse de la courantologie « locale » associée aux vagues



Ref cas	Nom des cas	Niveau (m/NGF)	Hs (m)	Tp (s)	Dp (*N)
<hr/>					
1	Moyenne Estivale 2017-2018	-1.56	1.5	11.0	310
2	Moyenne Estivale 2017-2018	2.14	1.5	11.0	310
<hr/>					
3	Moyenne annuelle ONO	-1.56	1.8	11.5	295
4	Moyenne annuelle ONO	2.14	1.8	11.5	295
<hr/>					
5	Moyenne annuelle NNO	-1.56	1.8	11.5	335
6	Moyenne annuelle NNO	2.14	1.8	11.5	335
<hr/>					
7	Tempête type 1 LT	-1.56	5.6	15.0	305
8	Tempête type 1 HT	-2.44	5.6	15.0	305
9	Tempête type 2 LT	-1.56	4.6	16.0	325
10	Tempête type 2 HT	2.14	4.6	16.0	325
<hr/>					
11	Tempête Intense (Felix) ONO	-0.64	5.3	14.5	295
12	Tempête Intense (Felix) ONO	1.41	4.9	15.0	295
<hr/>					
13	Tempête Intense (Felix) NNO	-0.64	5.3	14.5	335
14	Tempête Intense (Felix) NNO	1.41	4.9	15.0	335
<hr/>					
15	Tempête extreme (Christine) ONO	-1.35	7.7	17.5	295
16	Tempête extreme (Christine) ONO	2.20	6.8	17.0	295
<hr/>					
17	Tempête extreme (Christine) NNO	-1.35	7.7	17.5	335
18	Tempête extreme (Christine) NNO	2.20	6.8	17.0	335

Vitesses des courants de fond (m/s) - Cas conditions vagues type 3 / Marée Haute



Action 4 : Analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire

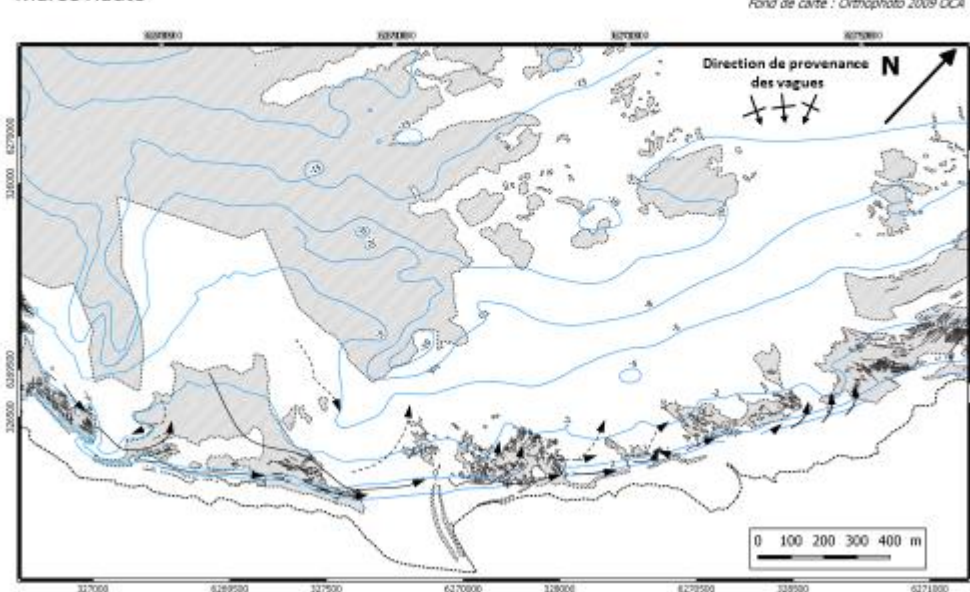
Variabilité des dynamiques de courants gouvernées par :

- 1/ le moment de la marée
- 2/ l'énergie des vagues
- 3/ la direction de provenance des vagues

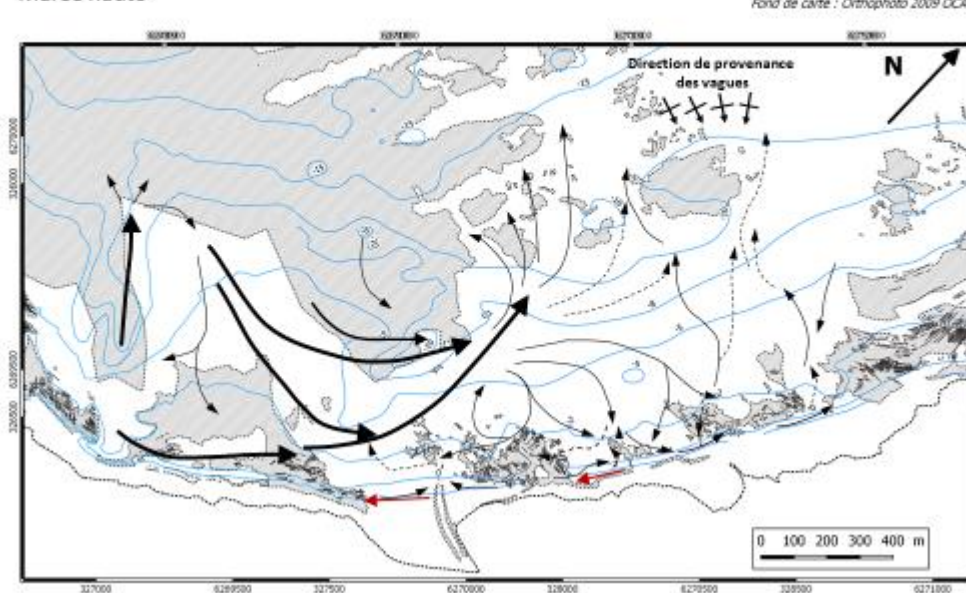


Cartes de synthèse des grandes dynamiques de courants de l'avant côte aux plages
 Identification des dérives littorales dominantes par plage selon les types conditions

Fonctionnement conditions moyennes
 Synthèse des conditions moyennes estivales et moyennes annuelles de ONO et NNO
 Marée Haute



Fonctionnement conditions tempête
 Synthèse toutes directions et toutes intensités
 Marée haute



Fond de carte : Orthophoto 2009 OCA

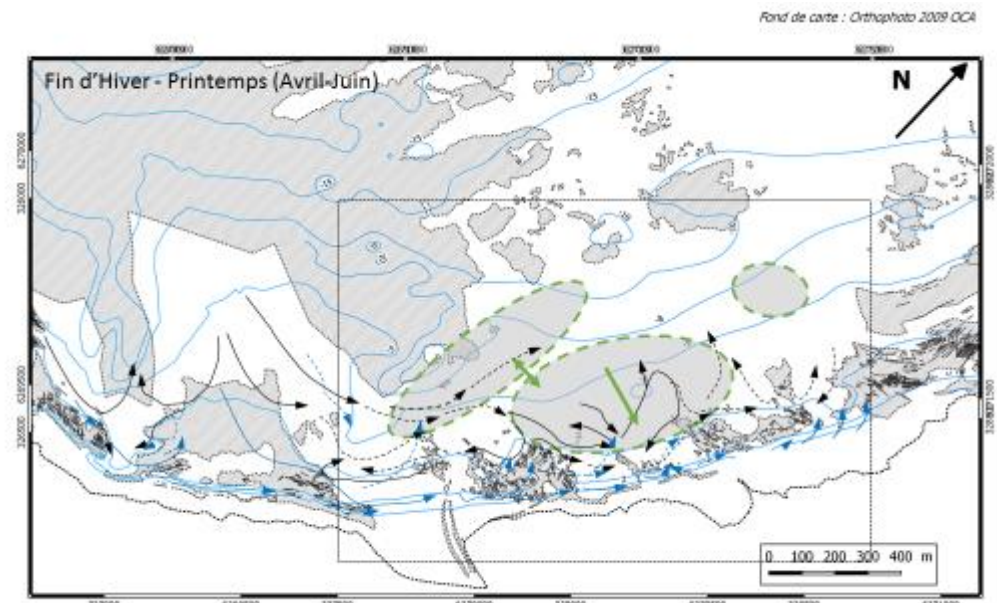
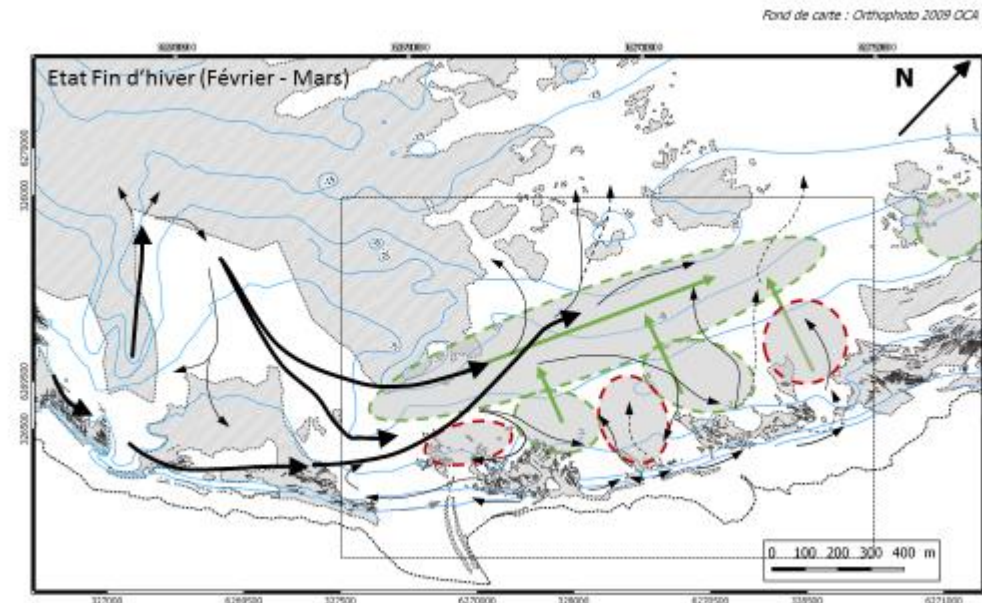
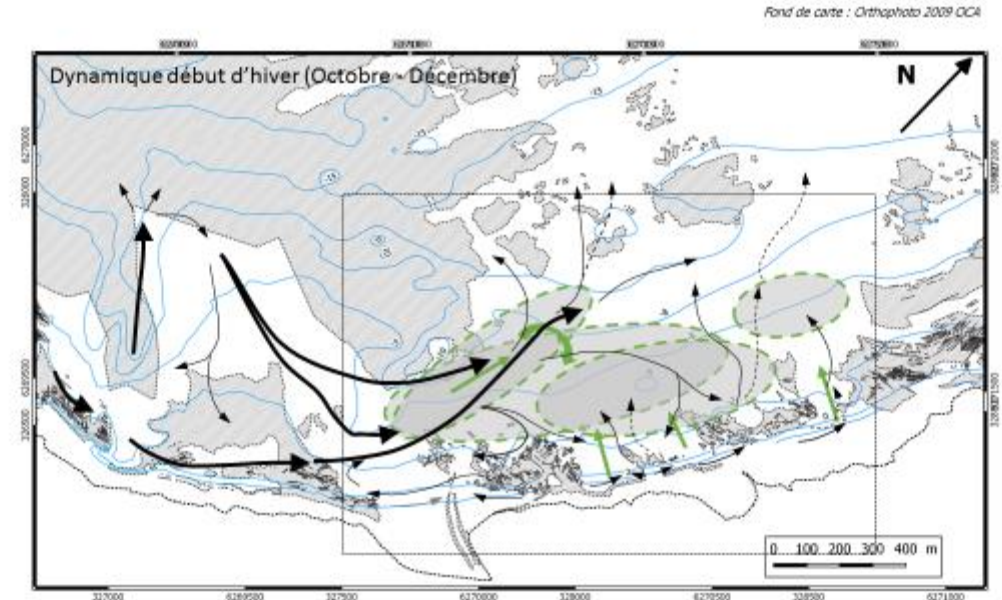
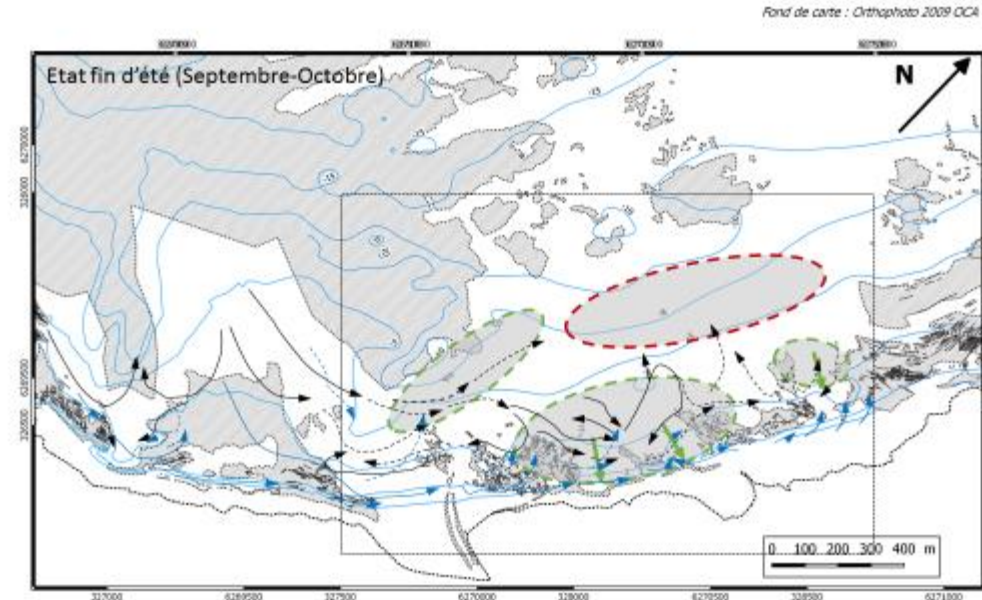
Marée basse	Cas	Parlamentia	Uhabia	Embruns	Centre Sud	Centre Nord	Centre Nord
moyenne estivale NO	1	→	←	←	→	←	→
moyenne annuelle ONO	3	→	←	←	→	←	→
moyenne annuelle NNO	5	→	←	←	→	↑	→
Marée haute	Cas	Parlamentia	Uhabia	Embruns	Centre Sud	Centre Nord	Madeleine
moyenne estivale NO	2	→	→	→	→	→	→
moyenne annuelle ONO	4	→	→	→	→	→	→
moyenne annuelle NNO	6	→	→	→	→	↑	↑

0-0.5 m/s
 0.5-1 m/s
 1-1.5 m/s

Marée basse	Cas	Parlamentia	Uhabia	Embruns	Centre Sud	Centre Nord	Centre Nord
Tempête 1 NO	7	→	←	↑	→	←	→
Tempête 2 NO	9	→	←	←	→	←	→
Tempête intense ONO	11	→	←	↑	←	←	←
Tempête intense NNO	13	→	↑	→	→	→	→
Tempête extreme ONO	15	→	↑	↑	→	↑	→
Tempête extreme NNO	17	→	↑	→	→	←	→

Marée haute	Cas	Parlamentia	Uhabia	Embruns	Centre Sud	Centre Nord	Madeleine
Tempête 1 NO	8	→	→	←	→	→	→
Tempête 2 NO	10	→	→	←	→	→	→
Tempête intense ONO	12	→	↑	↑	←	↑	→
Tempête intense NNO	14	→	↑	↑	→	→	→
Tempête extreme ONO	16	→	↑	↑	←	↑	→
Tempête extreme NNO	18	→	↑	←	→	→	→

Action 4 : Analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire



Recueil des pratiques / opérations de gestion des sédiments sur les communes de Bidart et Guéthary

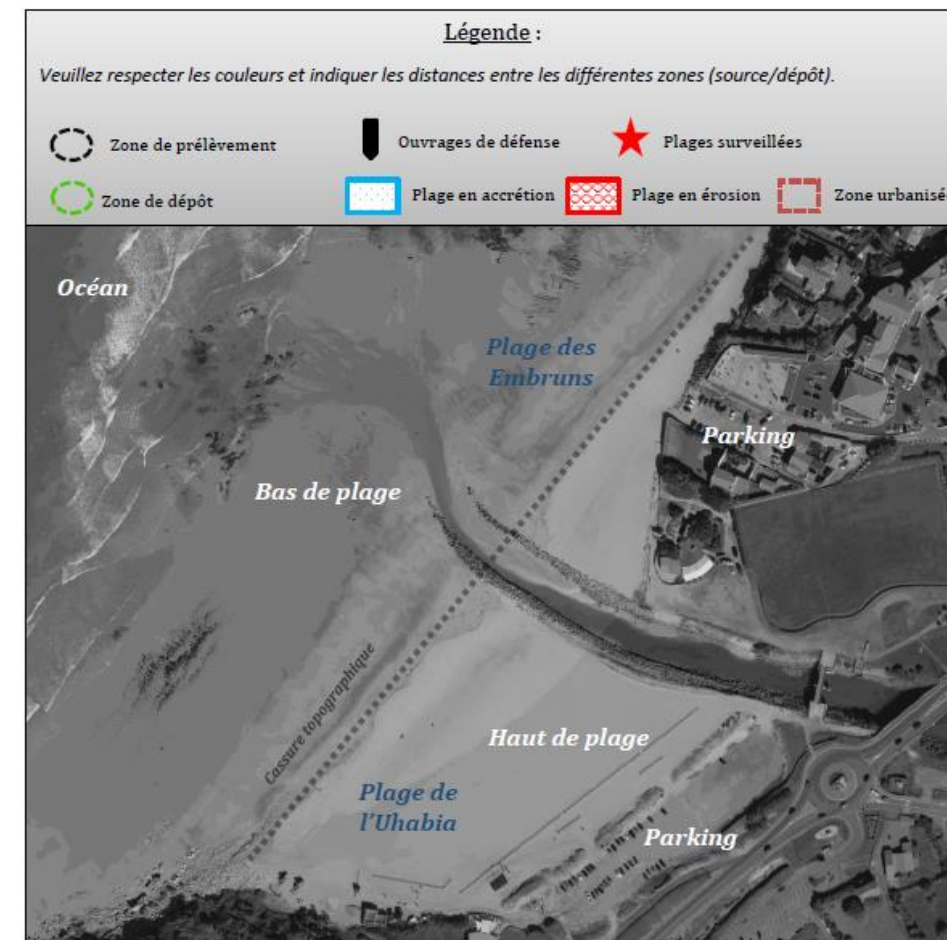
⇒ Atelier 12 septembre 2018

- ⇒ Présentation avancement travaux MAREA
- ⇒ Questionnaire sur les pratiques de gestion des sédiments
 - ⇒ Origine et objectifs des opérations (confort balnéaire, maintenance des enrochements, mise en sécurité, ...)
 - ⇒ Distinction entre les opérations d'entretien et d'urgence
 - ⇒ Opérations, travaux et techniques utilisés (reprofilage, rechargement, ...)
 - ⇒ Difficultés lors de la réalisation des opérations (*ex : demandes annuelles pour simplifier les démarches accès DPM*)
- ⇒ proposition d'outils (tableaux, cartographies) de suivi des travaux de gestion des sédiments (traçabilité)

Secteur géographique	Technique	Année(s)	Zone de prélèvement	Zone de dépôt	Volume de sédiments (m ³)	Moyens techniques	Fréquence
Bidart	Transfert sédimentaire	2008 à 2018	Plage d'Uhabia, haut de plage à l'arrière des ganivelles	Plage d'Uhabia, bas de plage	500 à 600 m ³	Engins de terrassement (bulldozers, pelles mécaniques, etc.)	Printemps et automne
Guéthary	Rechargement sédimentaire	2010 à 2018	Plage de l'Uhabia (Bidart) haut de plage à l'arrière des ganivelles	Plage du Port (Guéthary)	500 m ³	Engins de terrassement (bulldozers, pelles mécaniques, etc.)	Présaison estivale

SCHEMA DES OPERATIONS D'ENTRETIEN

LE LONG DE VOTRE LITTORAL



Action 5 : Analyse des pratiques de gestion des sédiments

Recueil des pratiques / opérations de gestion des plages sur les communes de Bidart et Guéthary

mise en sécurité de la
plage du Centre

Entretien annuel des
enrochements (réalisé mai)

Transfert stock sable (transport éolien) en
en arrière des ganivelles ~500 m3/an
Uhabia → port Guéthary (printemps – mai)

Mutualisation
des moyens
Bidart/Guéthary

Expérimentation (juin 2018)
remontée sédiments en haut plage

Génie écologique Embruns et
Uhabia : brise-vent, ganivelles

Parlementia
Entretien des enrochements (2000) - mai

Entretien des enrochements
embouchure Uhabia (post-
hiver 2014)

Retroussage et reprofilage
octobre et/ou mai

Action 5 : Analyse des pratiques de gestion des sédiments

Construction d'un guide (fiches) pour la mise en œuvre d'opérations de gestion des sédiments

⇒ Synthèse des nouvelles connaissances sous forme de fiches
« outils/méthodes » pour les gestionnaires (CAPB, communes)

⇒ Fiche « plage » (actualisable)

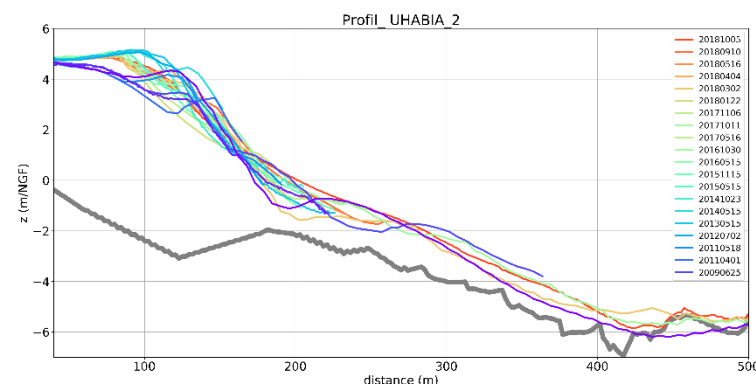
- ⇒ Description générale (type plage, limites)
- ⇒ Description physique et sédimentaire
- ⇒ Evolutions saisonnières et pluriannuelles récentes
- ⇒ Budget sédimentaire
- ⇒ Recensement des pratiques existantes
- ⇒ Préconisations de gestion

⇒ Fiche techniques de suivi

- ⇒ Protocole de suivi des plages-estran, bathy
- ⇒ Suivi photos
- ⇒ Suivi caméra haute-fréquence

⇒ Fiche état des lieux et suivi des pratiques de gestion

- ⇒ Questionnaire et des outils de suivi



Construction d'un guide (fiches outils) pour la gestion des sédiments

⇒ Fiche « schéma de construction » pour la mise en œuvre d'opérations de gestion des sédiments

- ⇒ Suivi d'un arbre décisionnel pour la conduite d'opération de gestion des sédiments (questionnement)
- ⇒ Définition du besoin (opérateur, problématique) et des objectifs de l'opération
- ⇒ Identification des pratiques (état des lieux)
- ⇒ Diagnostic précis : connaissances des stocks et de leurs évolutions, des dynamiques hydro-sédimentaires
- ⇒ Définition des situations (urgence, entretien) pour la mobilisation de sédiments (objectifs, volumes, moyens, méthode, impacts) au regard des connaissances sur les stocks et leurs évolutions

Enseignements et connaissances nouvelles

- ⇒ Nature et répartition des stocks sédimentaires (épaisseur des sédiments)
- ⇒ Éléments de fonctionnement de la cellule sédimentaire (hydrodynamique et évolutions)
- ⇒ Forte variabilité saisonnière des stocks sur les compartiments plage/avant-plage/petits-fonds
- ⇒ Éléments de compréhension des dynamiques aux échelles événementielles, saisonnières (annuelles)
- ⇒ Fonctionnement des dérives littorales à l'échelle des plages

Perspectives d'application pour la gestion opérationnelle des sédiments de la côte basque

- ⇒ Outils méthodologiques extrapolables à d'autres sites pour répondre à des problématiques opérationnelles :
 - ⇒ Les protocoles de mesures et de suivis adaptés pour l'identification des stocks sédimentaires disponibles et mobilisables sur les plages et l'avant côte sur la côte basque.
 - ⇒ Des outils et pour identifier les dynamiques d'évolutions et réaliser des schémas de synthèse des fonctionnements hydro-sédimentaires
 - ⇒ Une méthodologie d'enquête et des supports pour l'identification des mesures de gestion existantes.
 - ⇒ Une approche adaptable en fonction des particularités des sites

