



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

Characterization and impacts of the 2013-2014 winter storm events on the Aquitaine coast (SW France)

T. Bulteau, C. Mallet
Rencontres COAST - 7 novembre 2017





Overview



- The Aquitaine coast
- A very rare winter
 - What happened during 2013-2014 winter ?
 - Characterisation of the storms
 - Analysis of erosion
- Has the sand come back since 2014 ?
- Building on experience to improve understanding of coastal processes
- Conclusion



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts sur la côte de l'atlantique

The Aquitaine coast





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral



- Increasing anthropogenic pressure (demography, tourism, etc...)
- 370 km
 - 230 km sandy coast
 - 80 km Bassin d'Arcachon
 - 40 km rocky coast
- 50 % of the coastline exposed to erosion :
 - between 1 and 3 m/yr in average on sandy coastline
 - 25 cm/yr on rocky coast
 - may locally reach more than 20m/yr
 - But not systematic on every part and not every year (resting periods)





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

The Aquitaine coast, a great morphological diversity

- Sandy coast : dune ridges and streams (Landes)
=> 10 % of the coastline is urbanized

Vieux-Boucau



Courant d'Huchet



Lacanau



©Observatoire de la Côte Aquitaine / Com'by AVM

Mimizan





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

The Aquitaine coast, a great morphological diversity

- Rocky coast : rocky cliffs and half-closed bays
=> 70% of the coastline is urbanized



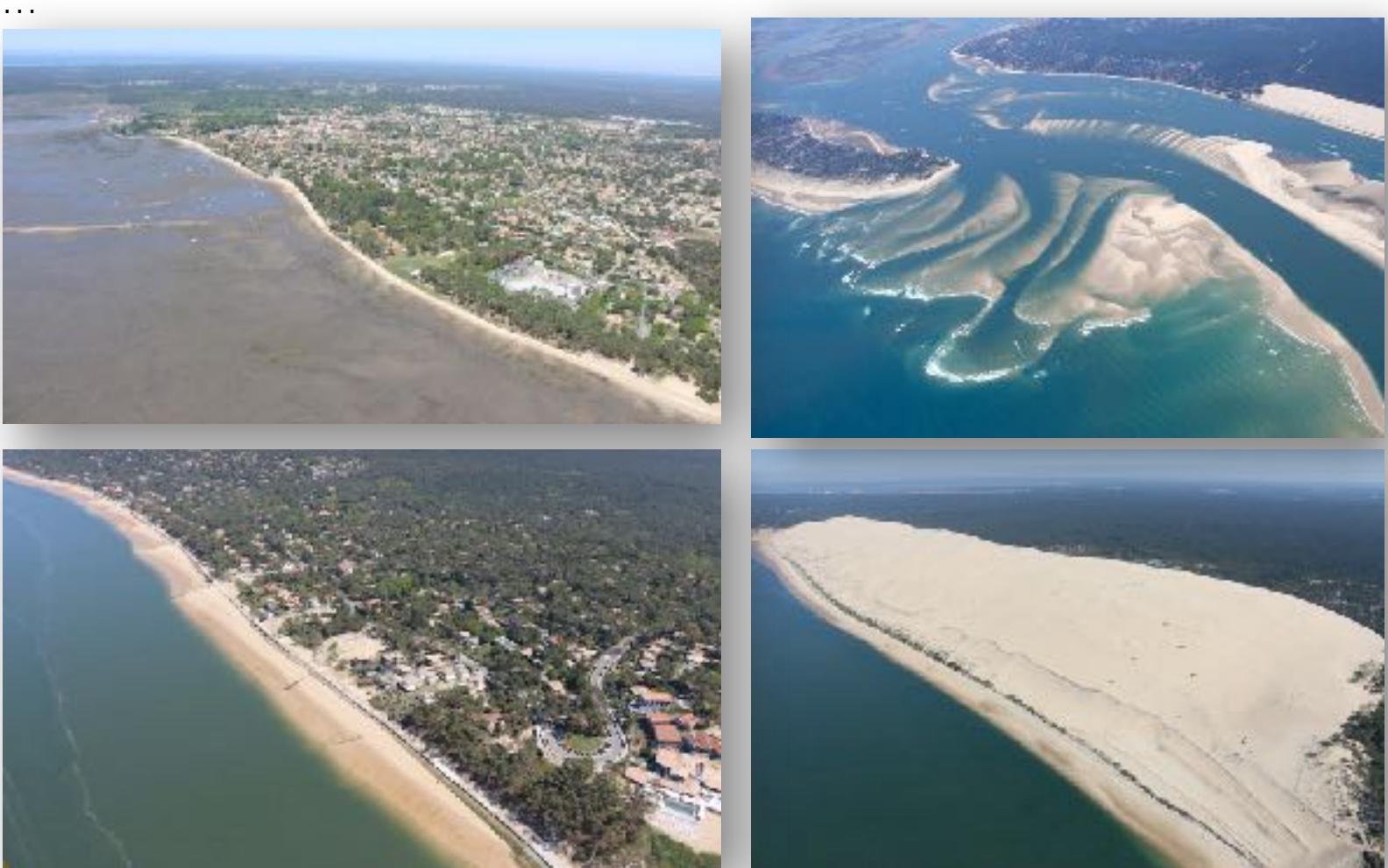


OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

The Aquitaine coast, a great morphological diversity

- Bassin d'Arcachon, a lagoon environment : channels, sand banks, sandy beaches,





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

The Aquitaine coast, a great morphological diversity

- Bassin d'Arcachon, a lagoon environment : marine channels, freshwater streams, polders, ...





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

The Aquitaine coast, a great morphological diversity

- Bassin d'Arcachon, a lagoon environment : humid zones, salt marshes, oyster farming...





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

2013-2014,
a very rare winter



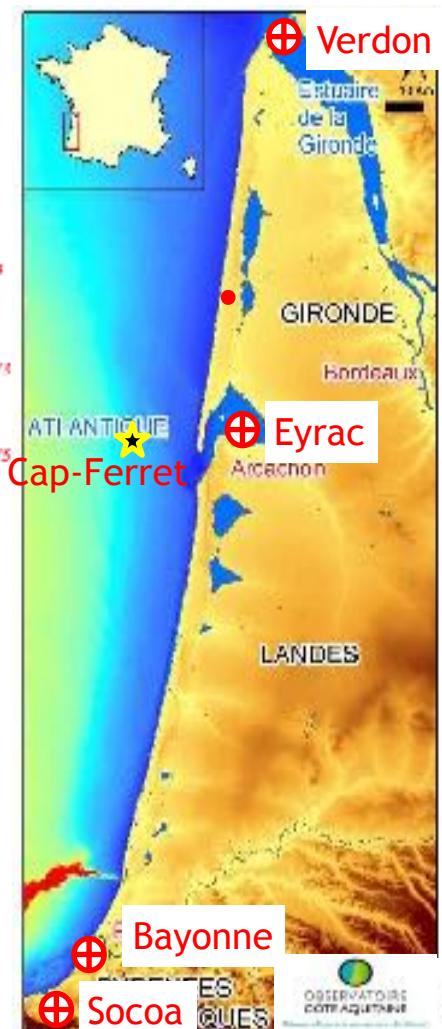
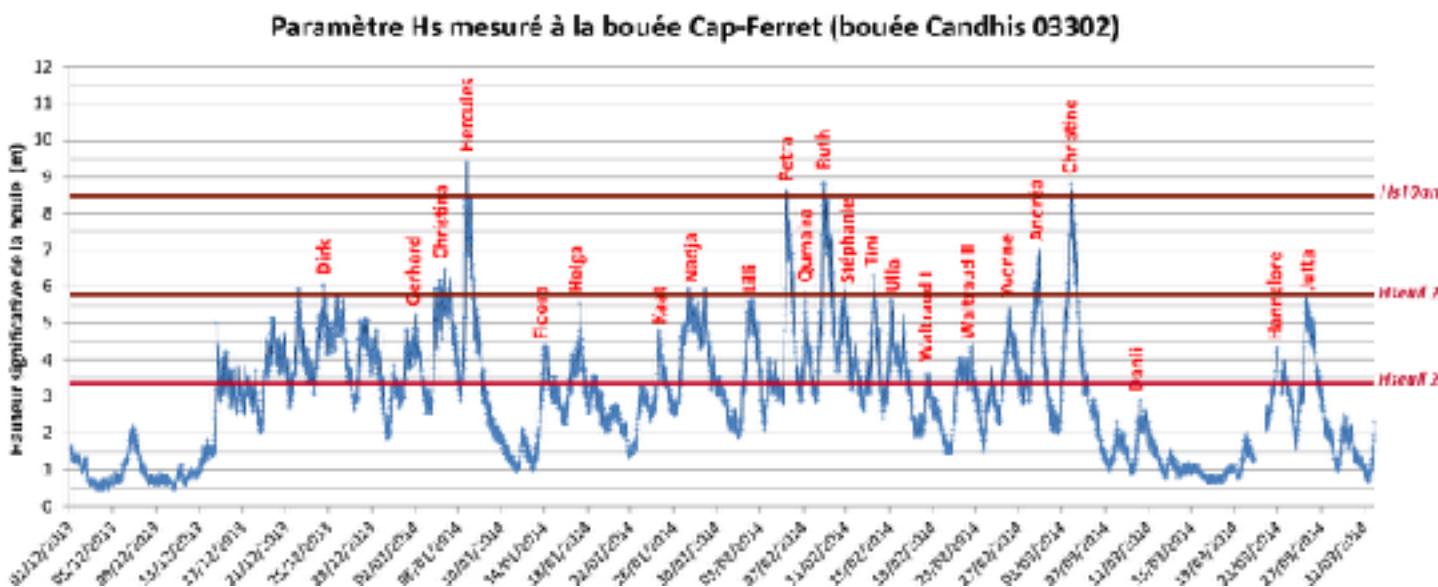


OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

What happened during 2013-2014 winter ?

Significant wave heights (Hs) observed at the Cap-Ferret buoy



- An unusual succession of storms hit the Atlantic French coast
 - 20 storms between December 2013 and April 2014
 - Massive generalized erosion and some submersion events
 - Considerable damages on structures

⊕ Tide Gauges
★ Wave buoy



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Observatoire
Côte Aquitaine



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

What happened during 2013-2014 winter ?





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

What happened during 2013-2014 winter ?





Characterization of the storms: waves

BoBWA-X

- Database of extreme values of Hs
- Based on BoBWA (1958-2002 wave data reanalysis)
- Here point localized at Cap Ferret buoy

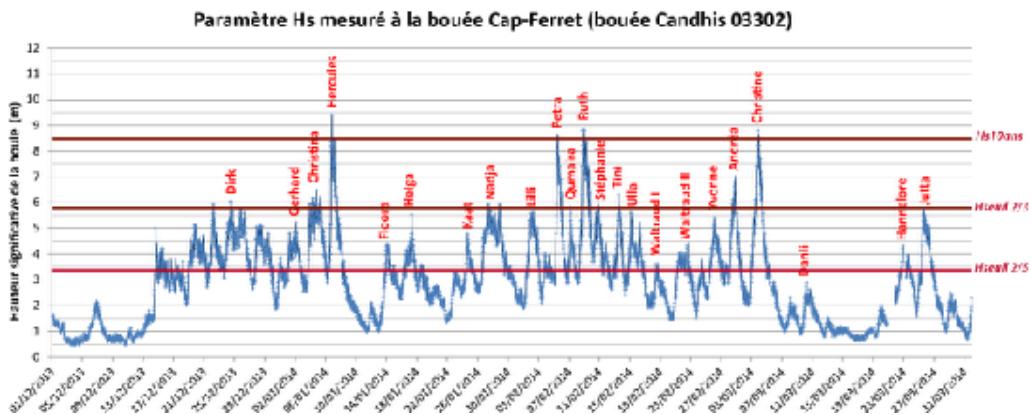
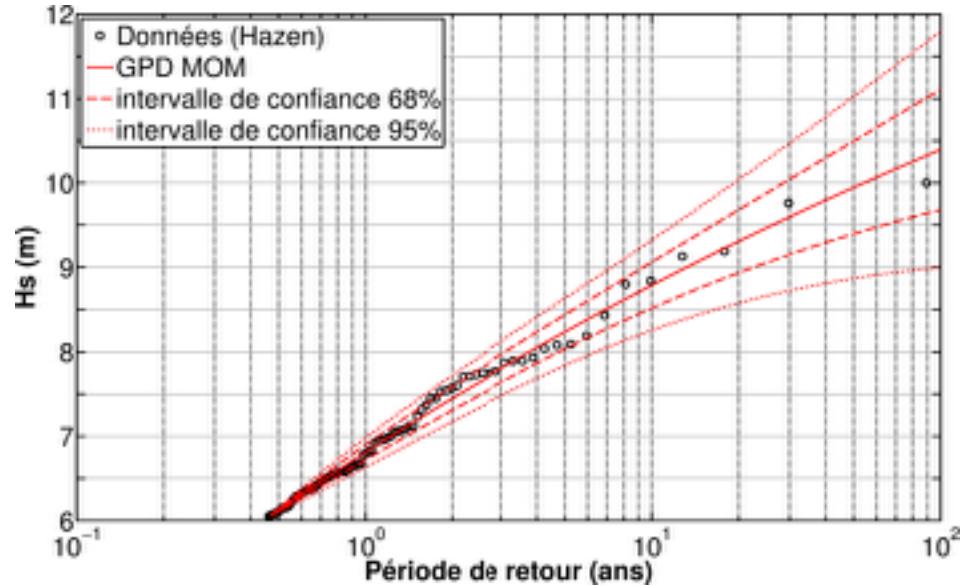
3 storms whose Hs \sim 10-yr return period

- Petra
- Ruth
- Christine

1 storm whose Hs > 20-yr return period

- Hercules

Taken individually, storms are not exceptional in terms of Hs





Characterization of the storms: water levels

- 4 tide gauges available on the Aquitaine coastline
 - Port-Bloc
 - Arcachon Eyrac
 - Boucau-Bayonne
 - Socoa
- Water levels
 - Return periods < 20 yrs
 - Generally, levels < HAT
- Taken individually, storms are not exceptional in terms of water levels

Tempête	Métrelogue	Observation (m/0 hydro)	Jour & Heure TU	Indice selon SHOM	Indice selon BRGM
Dirk	Port-Bloc	5,30	24/12 21:5	H<PHM	H<PHM
	Arcachon Eyrac	4,20	24/12 2:26	H<PHM	H<PHM
	Boucau-Bayonne	3,00	24/12 6:10	H<PHM	
	Socoa	3,00	24/12 7:58	H<PHM	H<PHM
Christina	Port-Bloc	3,20	04/01 6:07	H<H<H10	H - 10
	Arcachon Eyrac	3,22	04/01 6:08	H<H<H10	H - 10
	Boucau-Bayonne	3,00	04/01 5:08	PHM<H<H5	
	Socoa	4,80	04/01 5:08	PHM<H<H5	H - H2
Herculea	Port-Bloc	3,65	06/01 6:03	H<PHM	H<PHM
	Arcachon Eyrac	4,65	06/01 7:55	H<PHM	H<PHM
	Boucau-Bayonne	4,79	06/01 7:22	H<PHM	
	Socoa	3,85	06/01 8:56	H<PHM	H<PHM
Natalia	Port-Bloc	3,98	27/01 17:02	H<PHM	H<PHM
	Arcachon Eyrac	4,03	27/01 13:16	H<PHM	H<PHM
	Boucau-Bayonne	4,18	27/01 12:27	H<PHM	
	Socoa	3,88	27/01 12:46	H<PHM	H<PHM
Petra	Port-Bloc				
	Arcachon Eyrac	4,70	05/02 6:28	H<PHM	H<PHM
	Boucau-Bayonne				
	Socoa	4,42	05/02 7:03	H<PHM	H<PHM
Ruth	Port-Bloc				
	Arcachon Eyrac	4,13	08/02 23:25	H<PHM	H<PHM
	Boucau-Bayonne				
	Socoa	3,67	08/02 22:46	H<PHM	H<PHM
Andrea	Port-Bloc	5,89	28/02 3:23	H<PHM	H<PHM
	Arcachon Eyrac	4,80	28/02 16:07	H<PHM	H<PHM
	Boucau-Bayonne				
	Socoa	4,60	28/02 2:28	H<PHM	H<PHM
Christina	Port-Bloc	3,27	03/03 6:47	H10<H<H20	H - H2
	Arcachon Eyrac	3,23	03/03 5:58	H<H<H10	H - 10
	Boucau-Bayonne	3,12	03/03 17:35	H<H<H10	
	Socoa	3,03	03/03 4:46	PHM<H<H5	H - H5



Characterization of the storms: energy

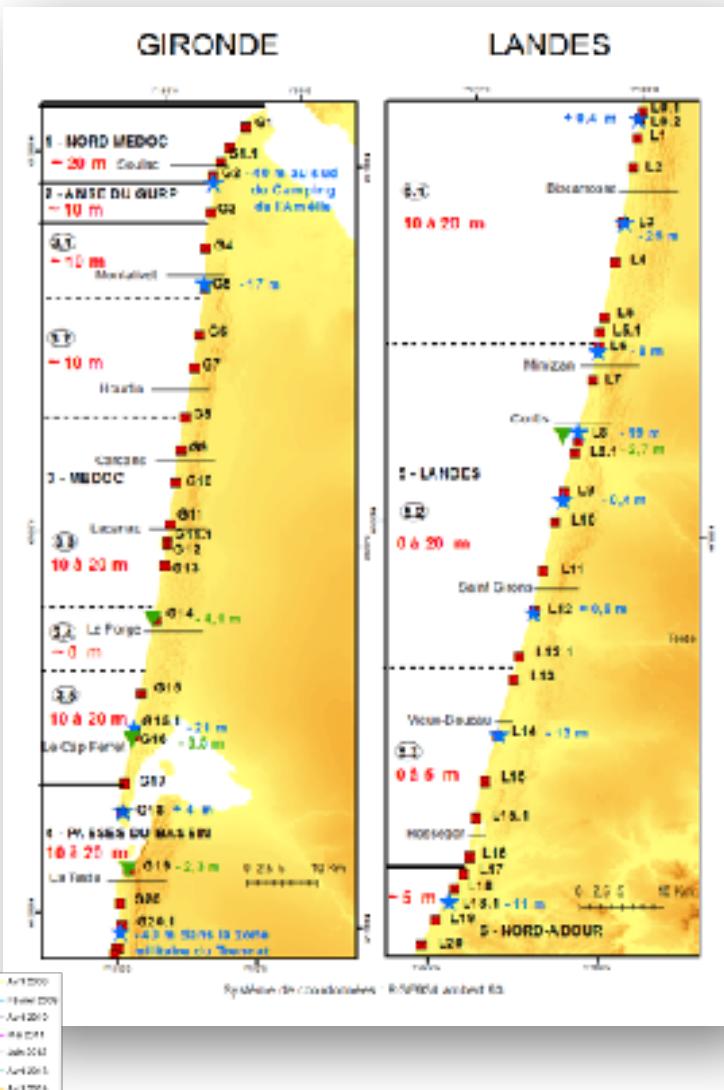
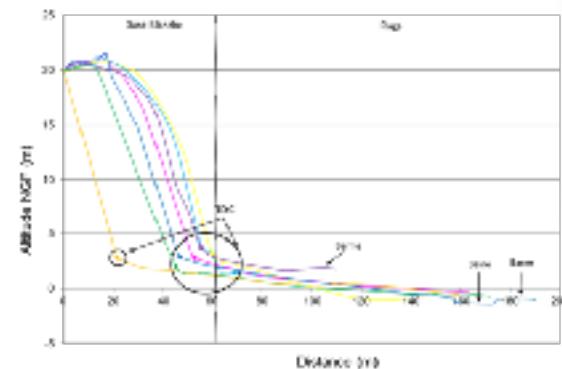
Data	Average power in kW per unit length of wave crest (kW normalized with respect to winter 2013-2014)	Incoming average direction	% of Hs exceeding storm threshold (5,86m)	Available observations
Cap Ferret buoy 2013-2014	200 (1.0)	283°	4.7	97%
Cap Ferret buoy 2012-2013	102 (0.5)	287°	0.7	93%
Cap Ferret buoy 2011-2012	83 (0.4)	291°	2.2	96%
Cap Ferret buoy 2008-2009	96 (0.5)	286°	1.6	99%
BoBWA 1958-2002	71 < . < 173 (0.4 < . < 0.9)	277° < . < 287°	1.4 (std dev 1.19)	44 winters

- The most energetic winter in the last 67 winters (Masselink et al., 2016)
- Storms taken individually are not exceptional but the sequence of 20 storms is.
- Some storms could have been even more damaging if wave peaks had been phased with high water springs



Analysis of erosion

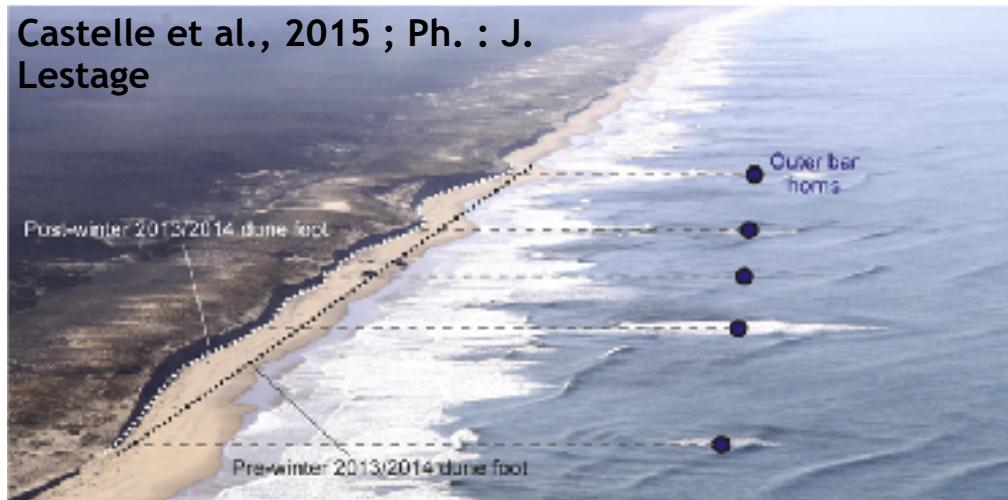
- Coastline retreat > 20 m on a large number of sites
- Lowering of altitudes of beaches (> 2m)
- Weakening of beach-dune system
- Increasing of rocky cliffs erosion speed





Analysis of erosion

- Enhanced erosion on the coastline in front of outer bar horns



2014-2011

CELLULE	SCUS_CELL	bilan volumétrique (m ³)	Longueur du trait de côte (m)	bilan volumétrique / mètre linéaire de TDC
1	1.1	372 716,3	3 691,52	101,0
1	1.2	-81 046,3	1 440,18	-56,3
1	1.3	-145 256,2	2 942,79	49,7
1	1.4	-73 192,0	1 663,89	44,0
1	1.5	-855 966,0	5 073,71	-168,7
2	2	-425 735,3	5 026,37	-70,6
3	3.1	-237 779,9	5 118,54	-38,9
3	3.2	-2 474 303,9	25 130,59	-98,5
3	3.3	-2 701 508,5	20 058,48	-134,7
3	3.4	-895 849,6	15 087,80	-59,4
3	3.5	-153 336,6	15 018,80	-9,6
4	4	-1 114 429,3	25 221,19	-42,5
5	5.1	-285 441,0	24 145,74	-11,8
5	5.2	-571 264,4	37 295,50	-15,3
5	5.3	-796 950,5	27 941,98	-28,5
6	6	-76 442,3	9 159,96	-8,3
7	7	371 953,9	9 819,66	54,8
		-10 143 832,0	234 835,60	-43,2

- 2 LiDAR databases (2011 and 2014)
- 10 Mm³ of sediments lost between 2011 and 2014
- Calculated on a buffer surrounding the coastline of 2014 : 100 m W, 50 m E



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'informations en service du littoral

Has the sand come back since 2014 ?



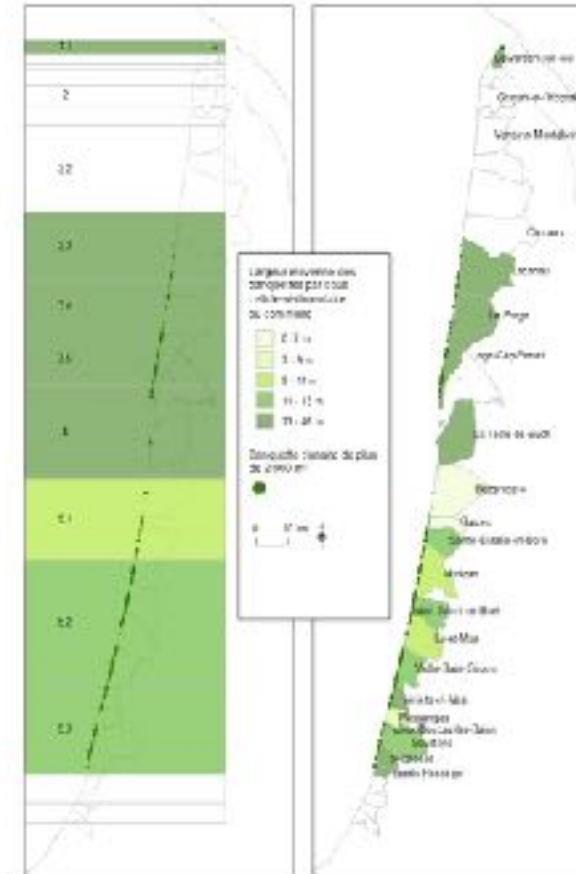


Has the sand come back since 2014 ?

- 2 LiDAR databases (2014 and 2016)
- 6 Mm³ of sediments back on shores
- Detection and characterization of fore-dunes



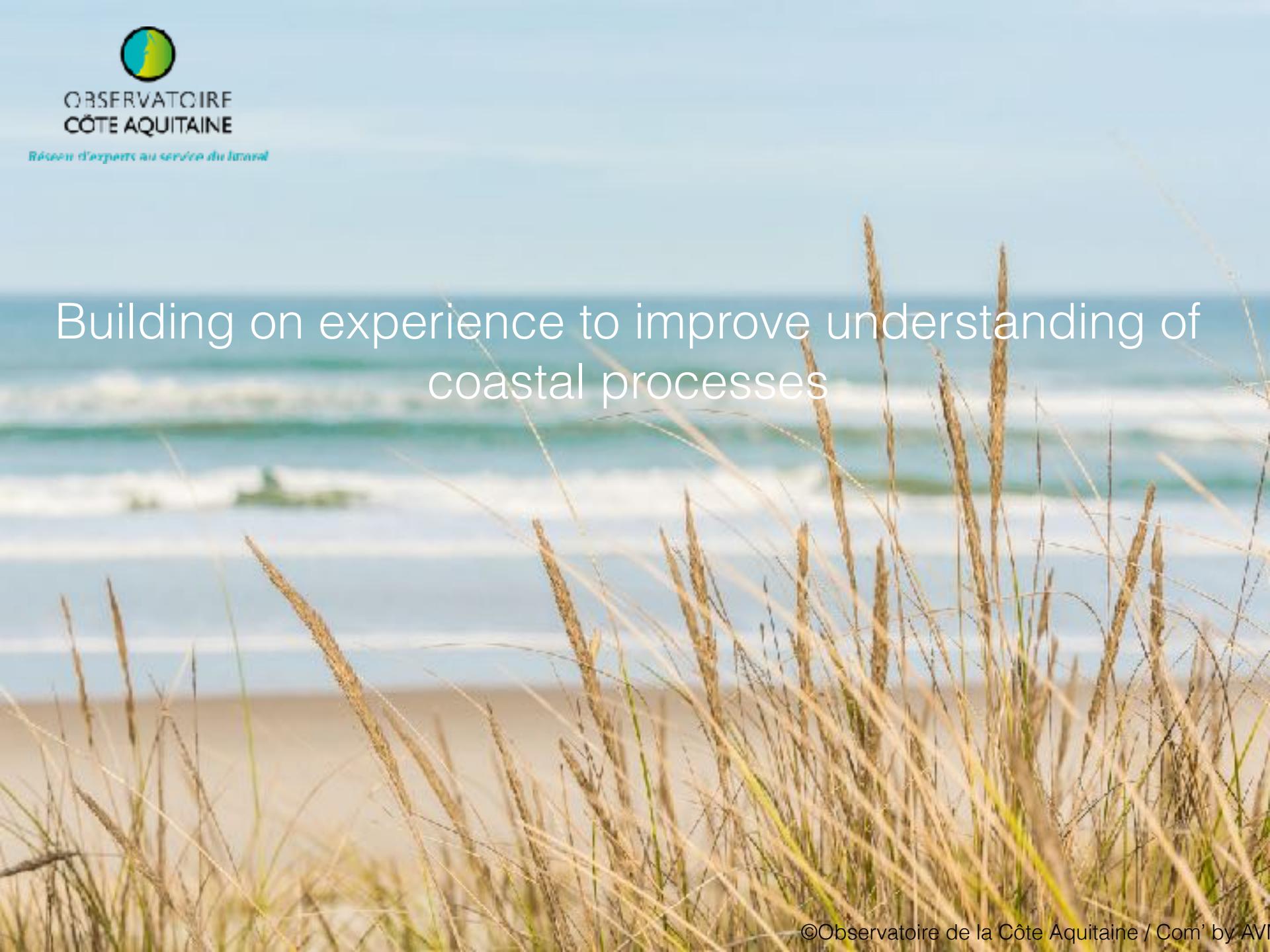
CELLULE	SOUS_CELL	Bilan volumétrique (m ³)	Longueur du trait de côte (m)	Bilan volumétrique / mètre linéaire de TDC
1	1.1	14966,1	3691,5	4,1
1	1.2	-84494,7	1440,2	-58,7
1	1.3	-71865,5	2942,8	-24,4
1	1.4	156081,3	1663,9	94,3
1	1.5	-603360,3	5073,7	-118,9
2	2	354261,1	6026,4	58,8
3	3.1	-330061,4	6118,5	-53,9
3	3.2	281323,8	25130,6	11,2
3	3.3	1239783,4	20058,5	61,8
3	3.4	1497416,1	15087,8	99,2
3	3.5	1850808,3	16018,8	115,5
4	4	959949,1	26221,2	36,5
5	5.1	-496998,0	24185,2	-20,6
5	5.2	2020538,2	37295,5	54,2
5	5.3	971128,5	27942,0	34,8
6	6	-223784,0	9160,0	-24,4
7	7	-7141,4	6819,1	-10
		6 816 928,50	234 335,60	29,0





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du territoire



Building on experience to improve understanding of
coastal processes



Building on experience to improve understanding of coastal processes

● Update of previous knowledge of erosion speed on Aquitaine coast:

- Study of 2011 : characterization of erosion hazard and prediction of coastline retreat in 2020 and 2040
- Observed retreats after 2013-2014 winter outreached the 2020 prediction limit in many sites
- New study in 2016 taking into account more data and the possibility of a large brutal (temporary) retreat
- Improved methodology





Building on experience to improve understanding of coastal processes

● Coastline retreat indicator

Sandy coast (Gironde, Landes) :

Low : $T_x \leq 1 \text{ m/yr}$ et $L_{max} < 25 \text{ m}$

Medium : $T_x \leq 1 \text{ m/yr}$ et $L_{max} = 25 \text{ m}$; $1 \text{ m/an} < T_x \leq 2 \text{ m/yr}$ et $L_{max} < 25 \text{ m}$

Strong : $1 \text{ m/yr} < T_x \leq 2 \text{ m/yr}$ et $L_{max} = 25 \text{ m}$; $T_x > 2 \text{ m/yr}$

Rocky coast (Pyrénées-Atlantiques) :

Low : $T_x \leq 0,5 \text{ m/yr}$ et $L_{max} = 0 \text{ m}$

Medium : $T_x > 0,5 \text{ m/yr}$ et $L_{max} = 0 \text{ m}$; $T_x \leq 0,5 \text{ m/yr}$ et $L_{max} = 12,5 \text{ m}$

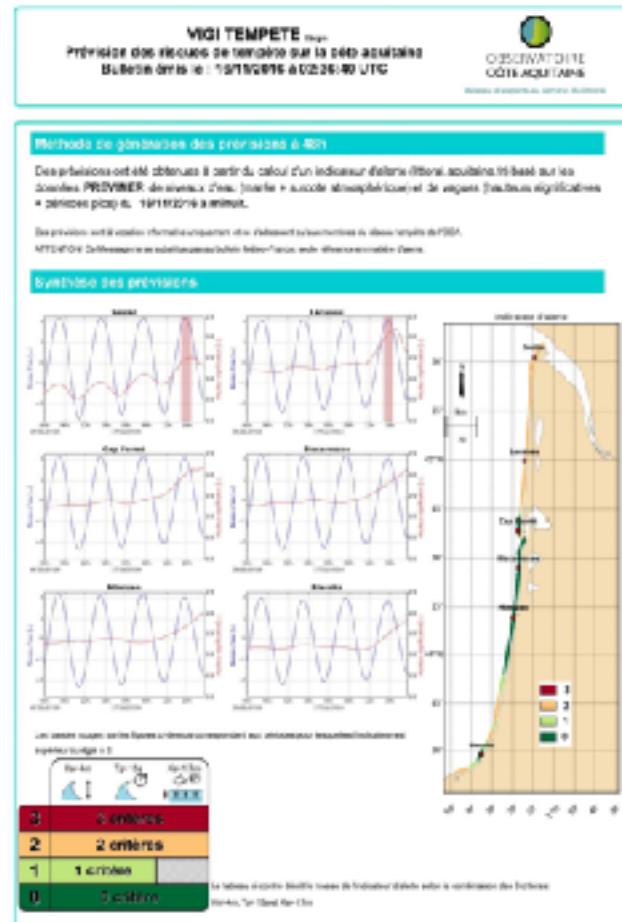
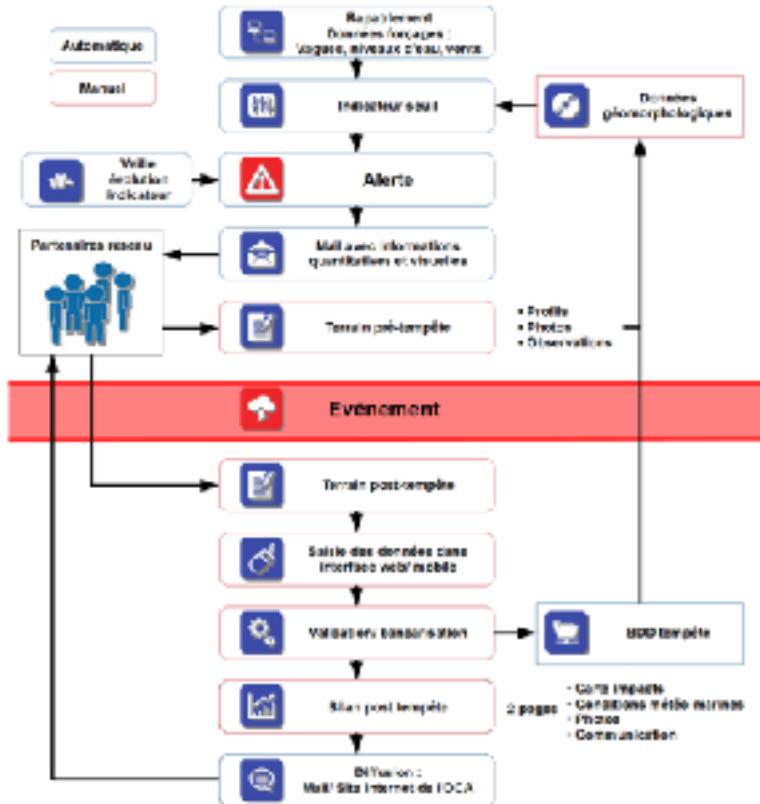
Strong : $L_{max} = 25 \text{ m}$





Building on experience to improve understanding of coastal processes

● Towards the creation of an early-warning system for erosion of sandy coastline





OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du territoire

Conclusion



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du littoral

Conclusion

More research needed:

- to better understand cluster of storms and the responses of the beach-dune system
- to better understand the recovery dynamics of beach-dune systems
- to better characterize the links between hydrodynamical conditions and coastline mobility
- To better characterize sediment dynamics and supplies

Prerequisite : a permanent continuous observation of the coastal zone

Key player: observatories such as Observatoire de la Côte Aquitaine (more than 20 years of existence)



Soulac-sur-Mer le 7 janvier 2014 © OCA



©Observatoire de la Côte Aquitaine / Com' by AVM



OBSERVATOIRE
CÔTE AQUITAINE

Réseau d'experts au service du territoire

Thank you for your attention

For more information, visit:
www.observatoire-cote-aquitaine.fr

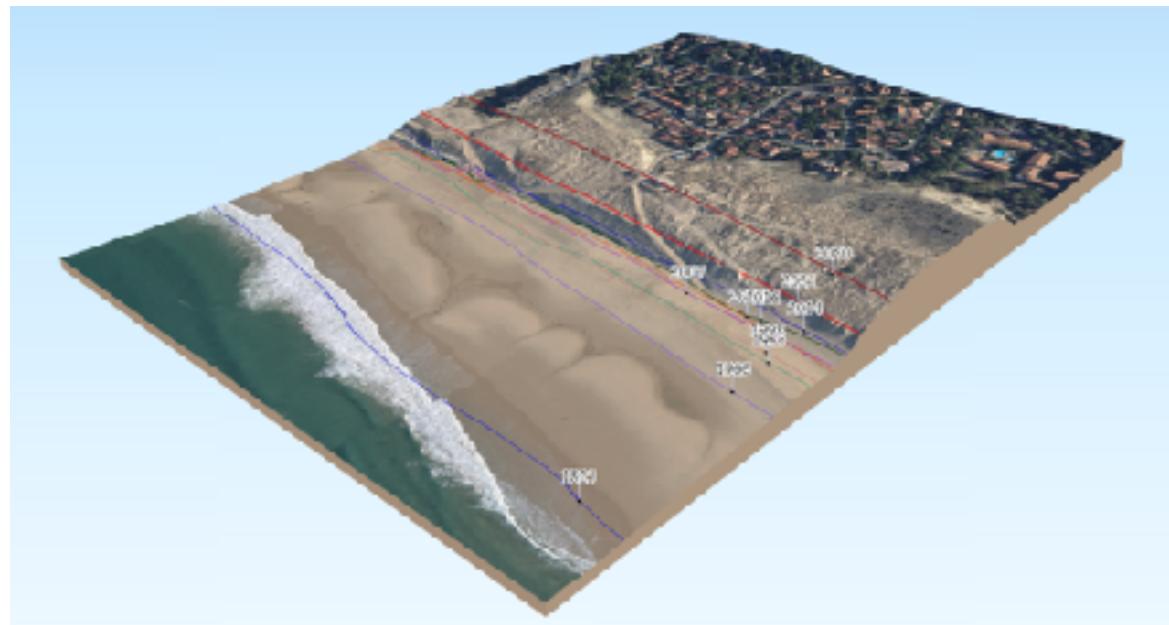
L'Observatoire de la Côte Aquitaine, outil opérationnel d'aide à la gestion du littoral



- Depuis 1996, missions de suivis et d'expertises en appui aux politiques publiques de gestion du littoral

● Missions:

- Suivre l'évolution géomorphologique du littoral (DGPS, images satellites, LiDAR, photographies aériennes, photogrammétrie, ...), suivis faune et flore
- Comprendre la dynamique sédimentaire sur la côte aquitaine (déplacements des stocks sédimentaires, échanges entre les compartiments d'une cellule
- Prévoir le recul du trait de côte à partir des données recueillies et des connaissances acquises (projection du rivage à horizon 2050, impacts liés au changement climatique et aux phénomènes extrêmes (tempêtes), ...)



L'Observatoire de la Côte Aquitaine, outil opérationnel d'aide à la gestion du littoral



- Depuis 1996, missions de suivis et d'expertises en appui aux politiques publiques de gestion du littoral

● Missions:

- Expertiser et recommander pour les collectivités qui en font la demande (mission post-tempête, aménagement, suivi des stratégies locales de gestion de la bande côtière, ...)
- Être un centre de ressources (organisation, archivage et diffusion des données)
- Valoriser les travaux de l'observatoire à travers des actions de communication auprès des gestionnaires et du grand public (site internet, conférences, ...)

- En lien avec le GIP Littoral Aquitain, Conservatoire du Littoral, CEREMA, EPOC, SIAME, LIENSs, ERMMA

- En savoir plus sur l'OCA : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr>

