

# Tempêtes et submersions dans le Bassin d'Arcachon



MA.AT

17 Octobre 2024

Yvon Corcia



# Plan de la discussion

1. Les mécanismes de la submersion
2. Bassin d'Arcachon historique
3. Bassin d'Arcachon Prospective
4. Quelle stratégie face aux risques



# Mécanismes de la Submersion

## 1. Le coefficient de marée

*La table des marées indique la hauteur en fonction de l'heure*

## 2. La pression atmosphérique

**1 mbar** en dessous de 1013 mbar = **1 cm** élévation

*Ainsi avec une dépression de **970 mbar**, la surcote due à la pression est **de 43 cm** !*

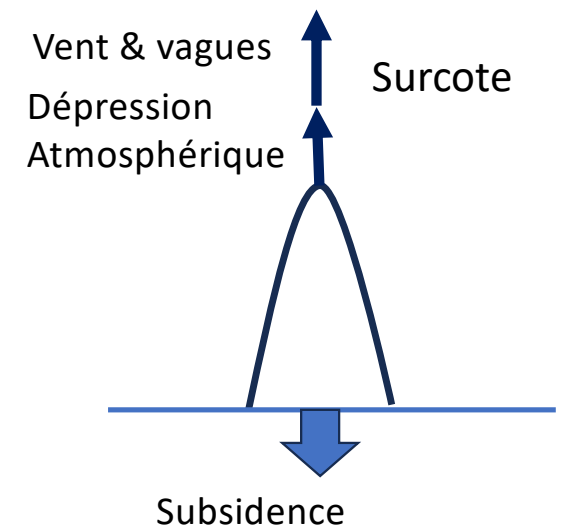
## 3. Le vent et les vagues

Vent = courants dans les masses d'eau superficielles.

Masses d'eau poussées par les courants vers la côte

= élévation du niveau marin

## 4. Affaissement du niveau des côtes (subsidence)



# Mécanismes de la Submersion

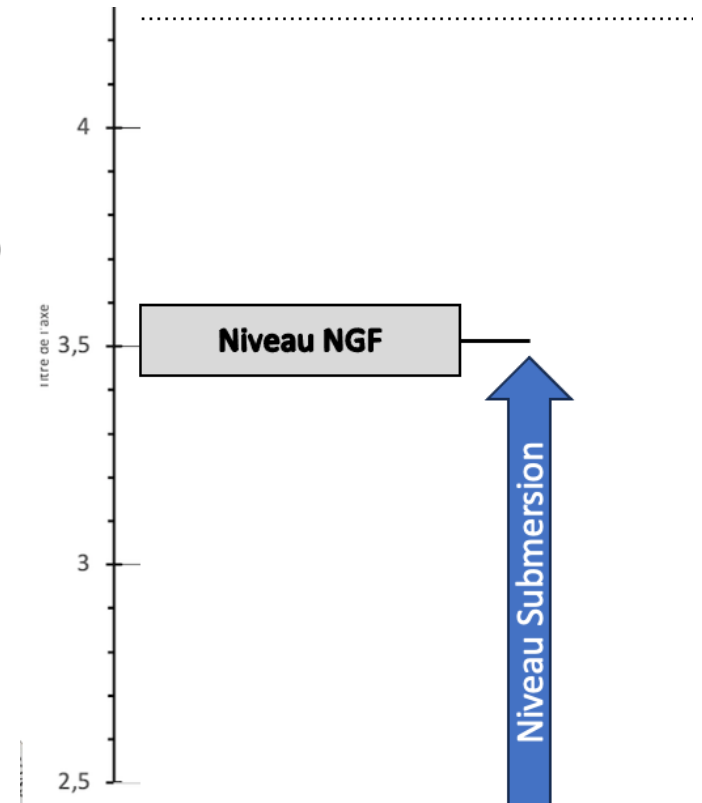
## Résumé

Hauteur de la mer = Hauteur Marée. + Surcote  
(dépression atmosphérique+ Vent + vagues)

Hauteur du rivage = Niveau NGF

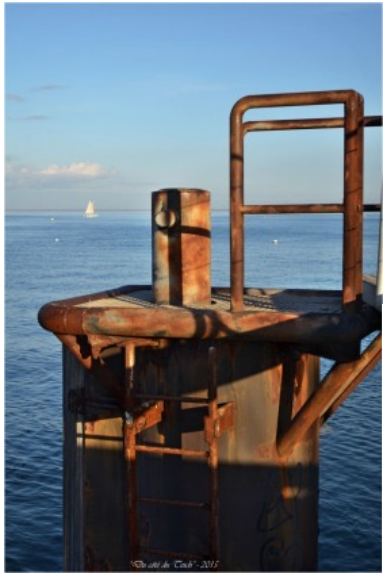
### ***Niveau NGF et niveau des marées***

*La correction à Arcachon est de 1,98 m  
hauteur de mer 4,98 M = 3 M NGF*





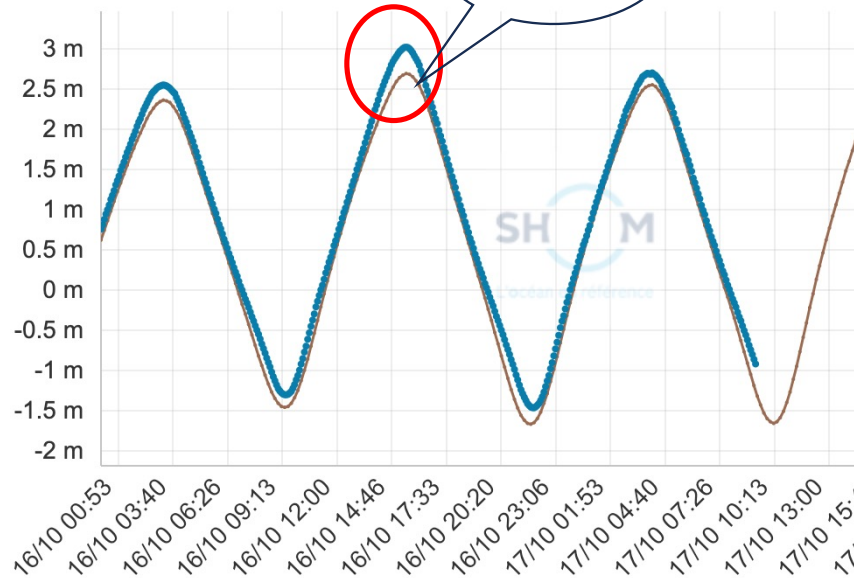
# La Surcote ( indiquée par le marégraphe jetée d'Eyrac)



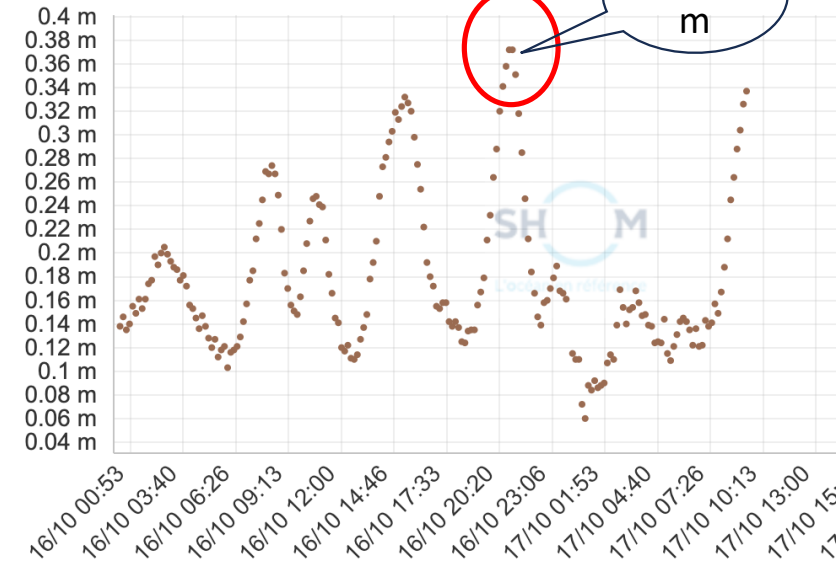
Marégraphe d'Eyrac

Relevés Eyrac le 17/10 a 11h34

Hauteur d'eau 2024



Surcotes-Décotes 2024



# Cas Particulier du Bassin

- Vent Fort N O – 100 Km/h



- Vent Fort S S O – 100 Km/h

## Effets du vent

- Infrastructures
- Chutes d'arbres
- Navires arrachés aux amarres..

# Plan de la discussion

1. Les mécanismes de la submersion
2. Bassin d'Arcachon historique
3. Bassin d'Arcachon Prospective
4. Quelle stratégie face aux risques



# Les temps anciens

Jacques Ragot Raconte :

« Ce jour là, soufflait un vent violent d'Ouest. Le bassin était très gros, vers 15h, une heure avant la pleine mer, il se gonfla encore d'avantage, Le quartier de l'Aiguillon fut submergé entièrement et en partie celui de la chapelle. La jetée du port de la Teste fut crevée et le flot dans la chaussée de la route de La Teste à Arcachon fit une brèche de 20 mètres.

A Gujan la mer envahit la voie ferrée sur trois kilomètres. L'île aux oiseaux où séjournaient avec leurs familles plusieurs familles d'ostériculteurs fut submergée. Des malheureux restèrent avec de l'eau jusqu'au cou en attendant le reflux...

A Andernos, c'est là que les ravages ont été le plus terrible. L'eau s'est élevée à plus d'une mètre dans le bourg et dans les environs. Elle est arrivée avec une telle violence qu'elle a tout renversé sur son passage, creusant de véritables vallées dans les maisons serrées du bourg et dans les bois qui l'avoisinent. ]

- Les écrits les plus anciens font état, dès 1714, d'inondations et de tempêtes autour du Bassin.
- On trouve également des témoignages de submersions en 1715, 1783, 1836, 1875, 1877, 1878. (1)
- En 1882 se produit la plus terrible .

*Les 28 et 29 octobre 1882 une tempête et un raz de marée ravagent le Bassin : coefficient 110 , violent vent d'ouest, hauteur de l'eau 3,4 m NGF( repère de nivellement France).*

« ...tout le pays de Buch est dévasté ; inondation de nombreuses rues : Cours Desbiéy, de la Mairie, Lamarque, Tartas, Legallais, Lafont, des Pilotes, des Trois-Bornes, du Casino, Marpont, Ste Gratienne,...

Le sémaphore, miné par la mer, s'est effondré sur la plage de la Pointe Sud".  
Sur la côte du Moulleau, la plage a été creusée sur une grande étendue, et la buvette tenue par M. Laurent, complètement démolie. Le Cap-Ferret a été touché "de la hauteur extraordinaire de la marée". ]

- Un nouvel épisode remarquable se produit en 1896 et 1897,  
Les récits dans la presse sont toujours apocalyptiques :

# Les temps anciens .. Suite

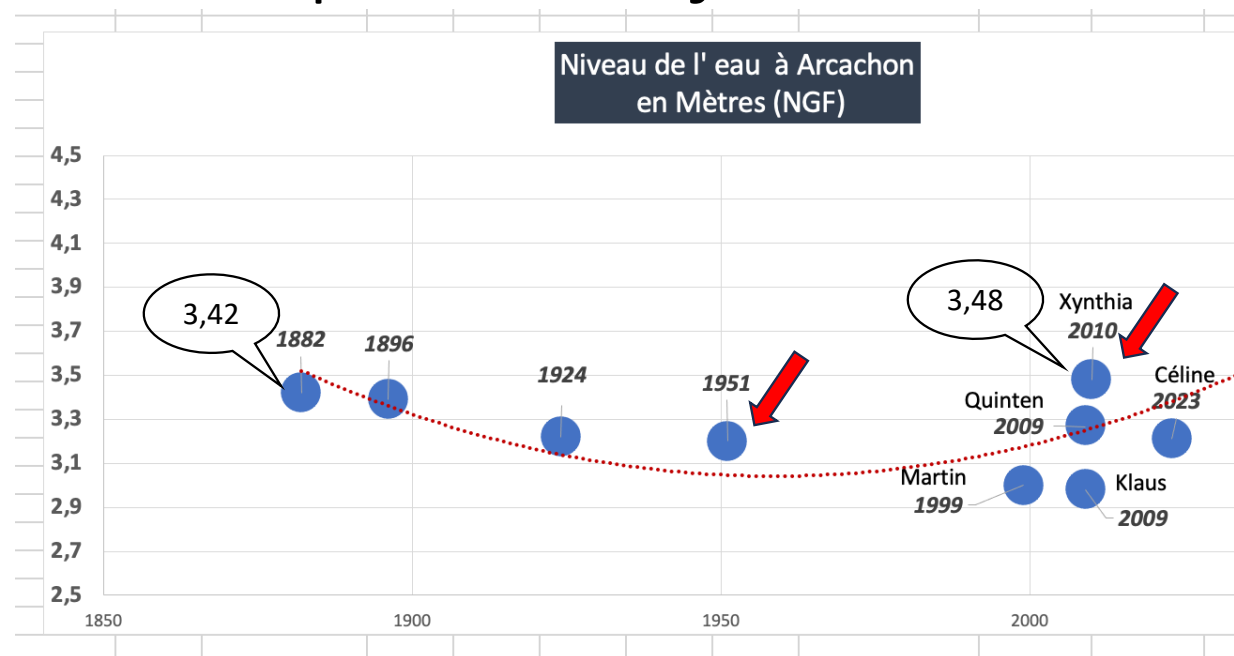
*A l'Aiguillon, les habitants ont été cernés par le flot. Il y eut des creux de 1 dans les passes, de 12 m sur l'île, de 7 m à Arès. A Arcachon, "Ce matin à pleine mer de grande marée qui normalement, devrait être de 1 m, a atteint poussée par la tempête plus de 1 m 50".  
Cette cote n'avait jamais été constatée depuis 1882.*

- En 1924 a lieu une nouvelle tempête avec des phénomènes comparables à 1882
- Le 29 Décembre 1951, se produit un évènement particulier.  
La Digue des Prés salés Est se rompt sur 35 m, le quartier du Canelot et des Bordes (La Teste) est inondé a hauteur de 1,5 m.





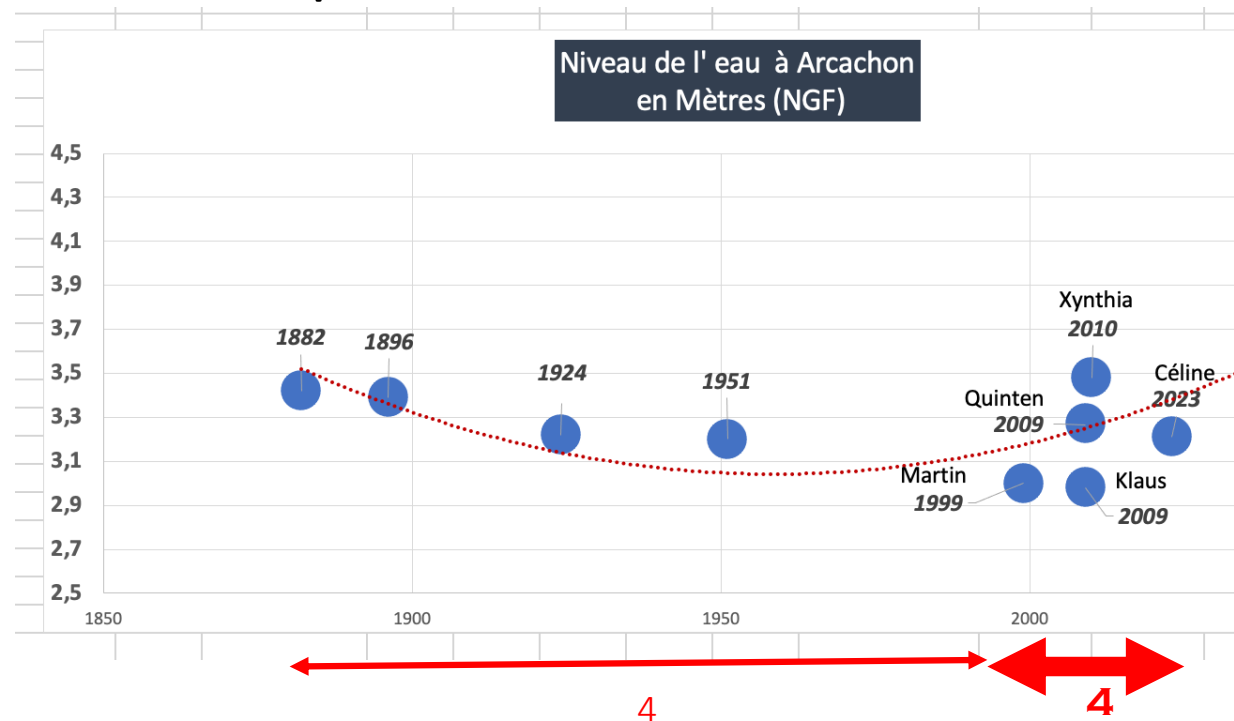
# Résumé Historique à nos jours



- **Xynthia** est la submersion la plus remarquable dans l'histoire du Bassin coeff 102 + surcote 0,79
- 1882 et 1896 ont été des submersions importantes
- **1951** niveau d'eau faible.  
Mais force des vagues très importante,  
Rupture des digues des Prés Salés Est et beaucoup de dégâts sur l'ensemble des rivages.



# Résumé Historique

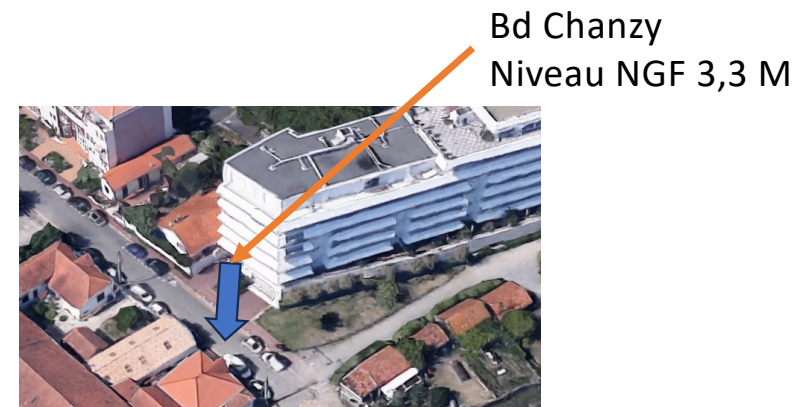


- **La fréquence d'apparition** des phénomènes augmente avec le temps  
4 en 24 ans (1999- 2023) par rapport à 4 en 117 ans ( 1882-1998)



# Submersion des rivages

1. Relevé des niveaux NGF des rivages
2. Effet de « propagation » de la montée des eaux
3. Détermination du niveau de submersion corrigé



	Niveau rivage IGN	Correction	Niveau submersion
Digue Est ( LTDB)	3,8	-0,3	3,5
Ilot central Port ( LTDB)	3,08	-0,3	2,78
Digue Ouest Port (LTDB)	3,7	-0,3	3,4
D650 (LTDB)	3,6	-0,3	3,3
quai Aiguillon(LTDB)	3,2	-0,3	2,9
BD Chanzy (LTDB)	3,3	-0,3	3
BD Plage (ARC)	4,2	0,4	4,6
Parking Nord port (ARC)	3,6	-0,15	3,45
Bvd Plage (AND)	3,45	0	3,45
Jetée Port (AUD)	4,07	-0,3	3,77
Rue du port (aud)	3,42	-0,3	3,12
Belisaire (LCF)	3,5	0,3	3,8

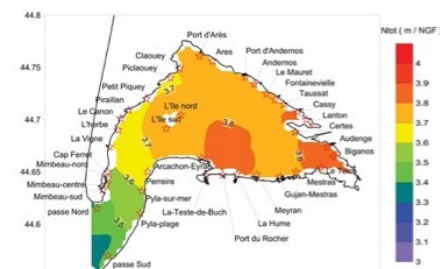


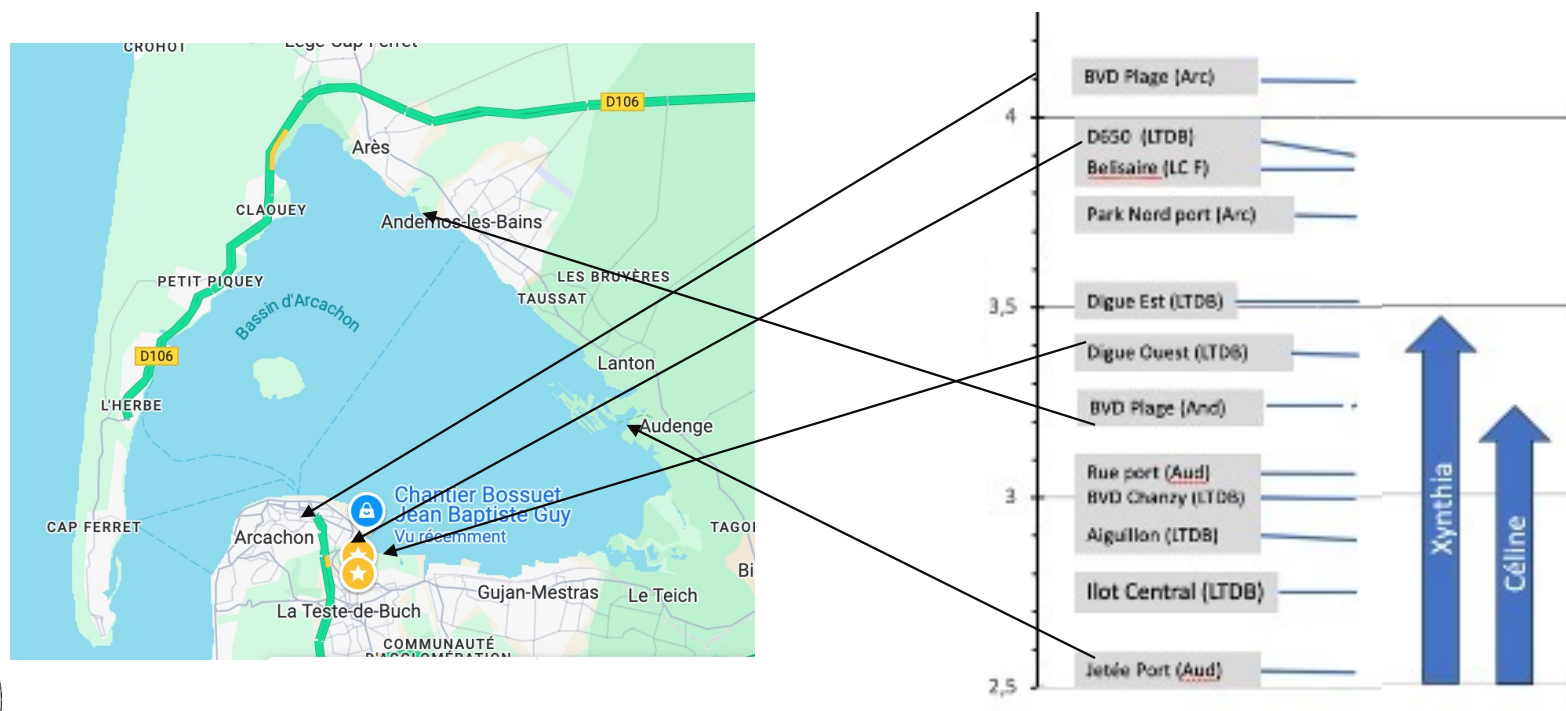
Tableau 7 : Niveaux marins extrêmes au rivage atteints sur le pourtour du Bassin d'Arcachon lors d'un événement centennal (13 combinaisons) propagé depuis le large avec des vents orientés de secteur Ouest (270°N).

Carte BRGM de correction des niveaux submersion / niveau IGN (2)



# Submersion des rivages

1. On peut ainsi classer sur une même échelle quelques rivages du bassin
2. Déterminer l'impact des submersions passées sur les rivages



# Plan de la discussion

1. Les mécanismes de la submersion
2. Bassin d'Arcachon: historique
3. Bassin d'Arcachon: Prospective
4. Quelle stratégie face aux risques





# Prospective Bassin d'Arcachon

## A- Conséquences du changement climatique

### 1. Montée du niveau moyen de la mer

- L'élévation de la température de l'eau produit une dilatation du volume d'eau des océans.
- Fonte des glaciers terrestres, du Groenland et de l'Antarctique

Ces deux phénomènes dépendent du réchauffement global de la planète qui découle des taux de CO<sub>2</sub> et de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

*Les estimations de la littérature récente s'accordent sur des augmentations de 20 à 30 cm d'ici 2050 et 60 à 70 cm à l'horizon 2100 (2) (12)*

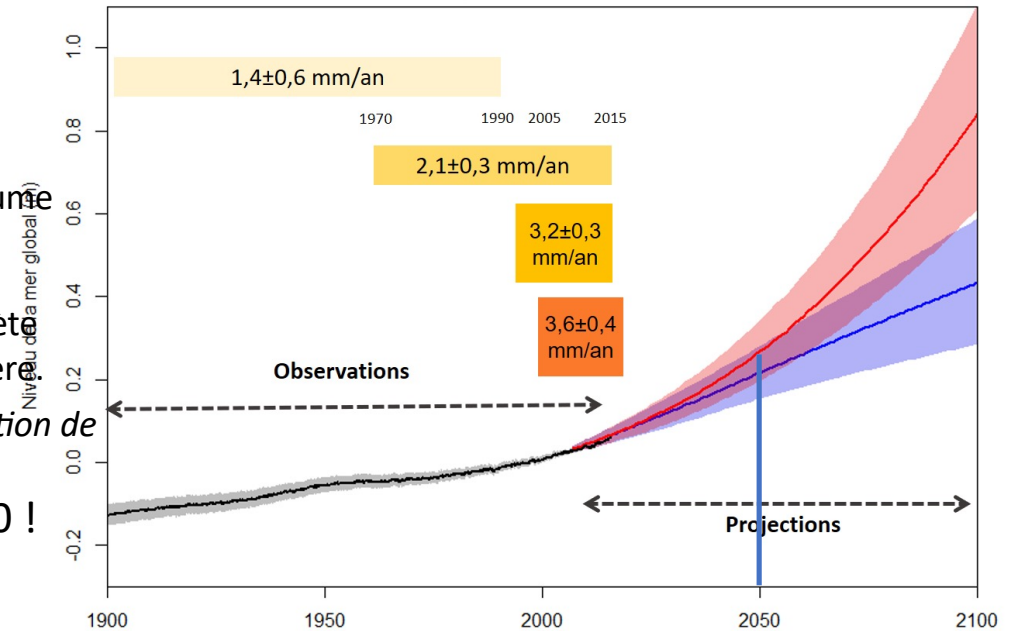
**NB:** Le niveau de la mer s'est élevé de 20 cm depuis 1900 !

### 2. Fréquence d'apparition des phénomènes extrêmes

- Le réchauffement des océans provoque des phénomènes extrêmes
- Ceux qui sont actuellement rares (par ex. une fois par siècle) deviendront plus courants (par ex. annuels) d'ici à 2100

## B - Affaissement du niveau des côtes (subsidence)

Dans la partie Sud du bassin l'affaissement est de 2 à 5mm/an



# Mécanismes de la Submersion futur

## Résumé

Hauteur de la mer = Hauteur Marée.

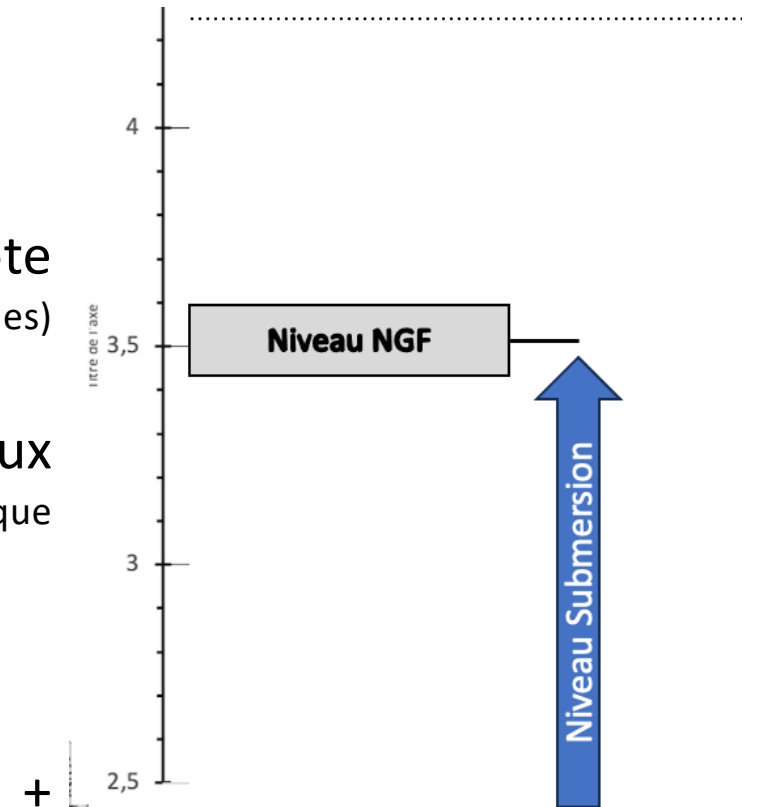
+ Surcote

(dépression atmosphérique+ Vent + vagues)

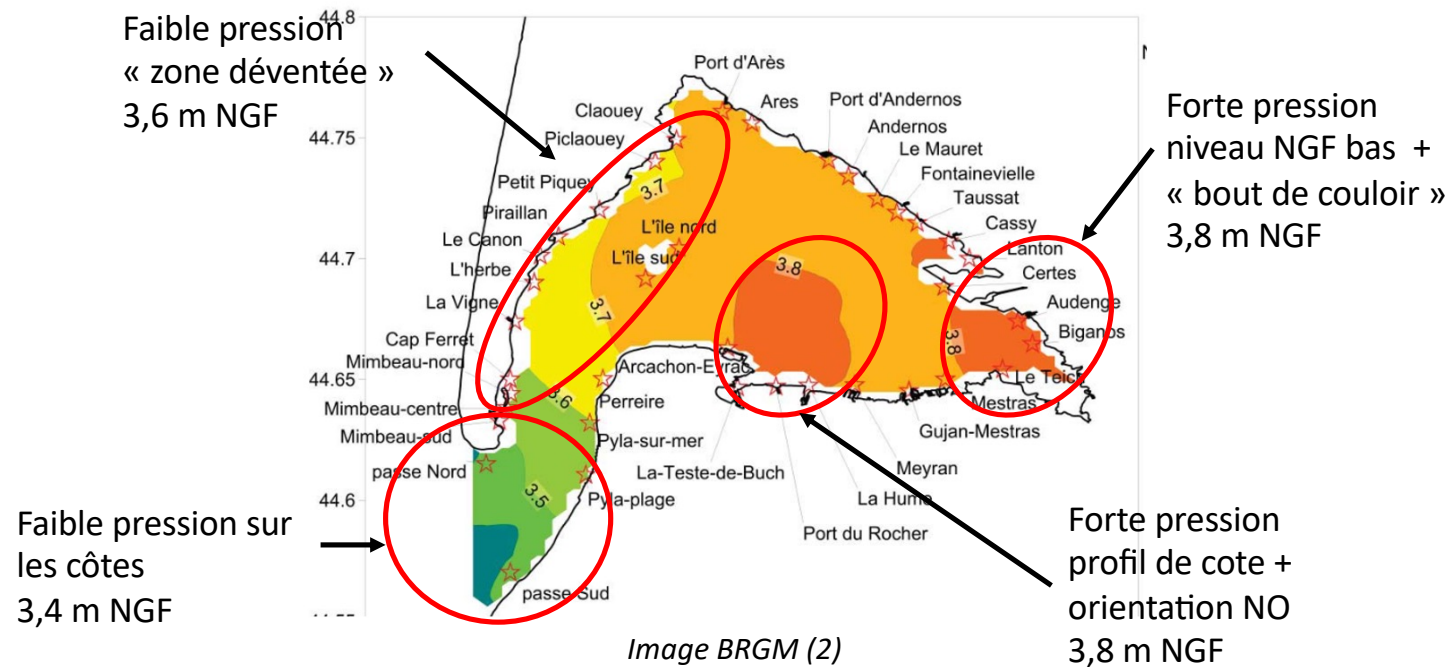
+ Montée des eaux

( élévation température océan + Fonte Glacier et Antarctique)

Intensité et Fréquence apparition  
des Phénomènes EXTremes



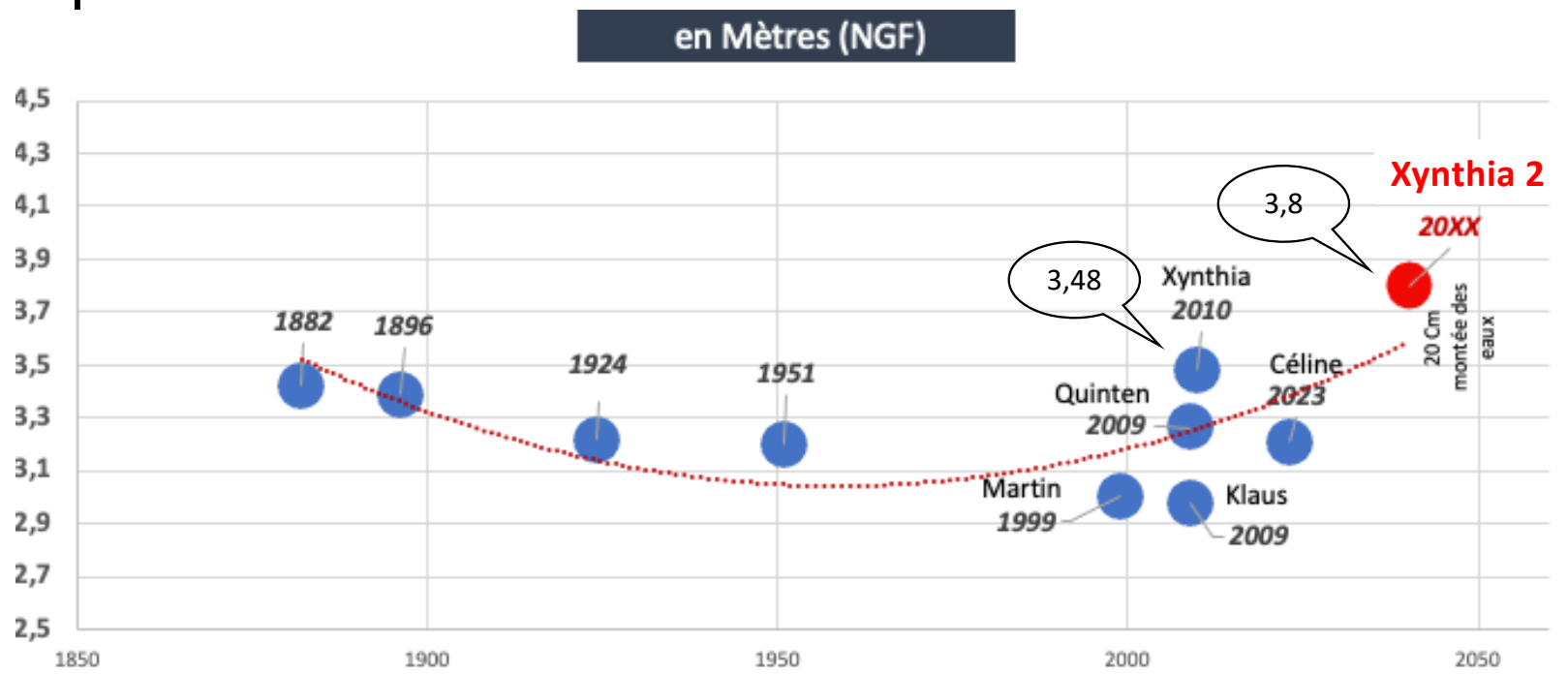
## 2 - Analyse Précise: Evènement de référence en submersion (*Le Xynthia 2*)



- Fréquence d'apparition égale ou supérieure à celle des années passées (6 ans)



# Prospective



L'évènement représenté ici tient compte de **20 cm de montée des eaux**..



## Impact Xynthia 2 = 3,98 m NGF



Le site : <https://coastal.climatecentral.org/>

permet de simuler plusieurs scénarios de réchauffement climatique (fonte des calottes glacières, niveau de CO2 , etc...)

**La carte est inexacte  
Elle ne tient pas compte  
de la protection apportée par les digues**



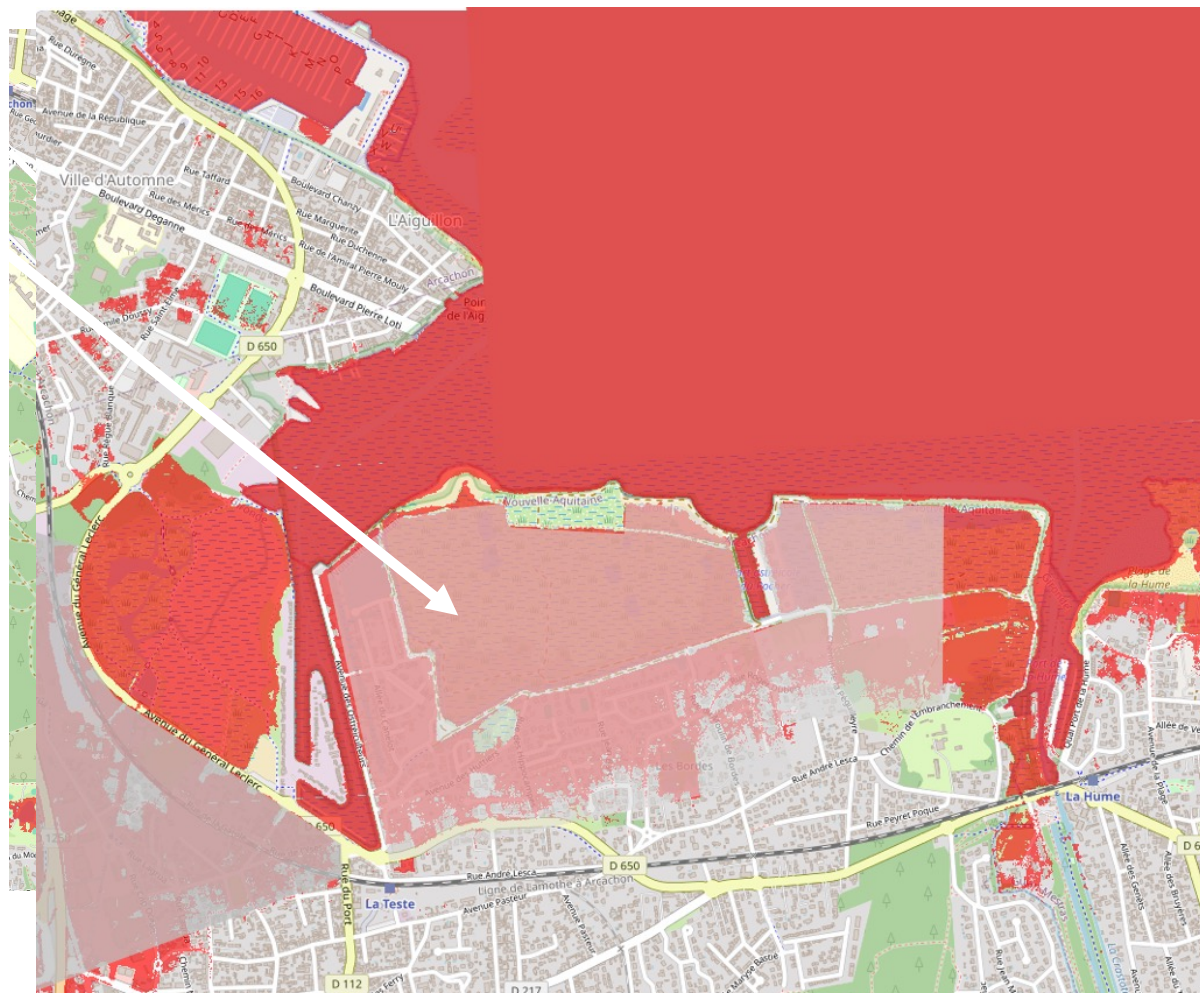


# 1-Montée du niveau de la mer-tenant compte des digues

source Carte BRGM (<https://sealevelrise.brgm.fr/>)

## Montée de 50 CM

Les digues Est , Nord et DD650 protègent les zones submersibles

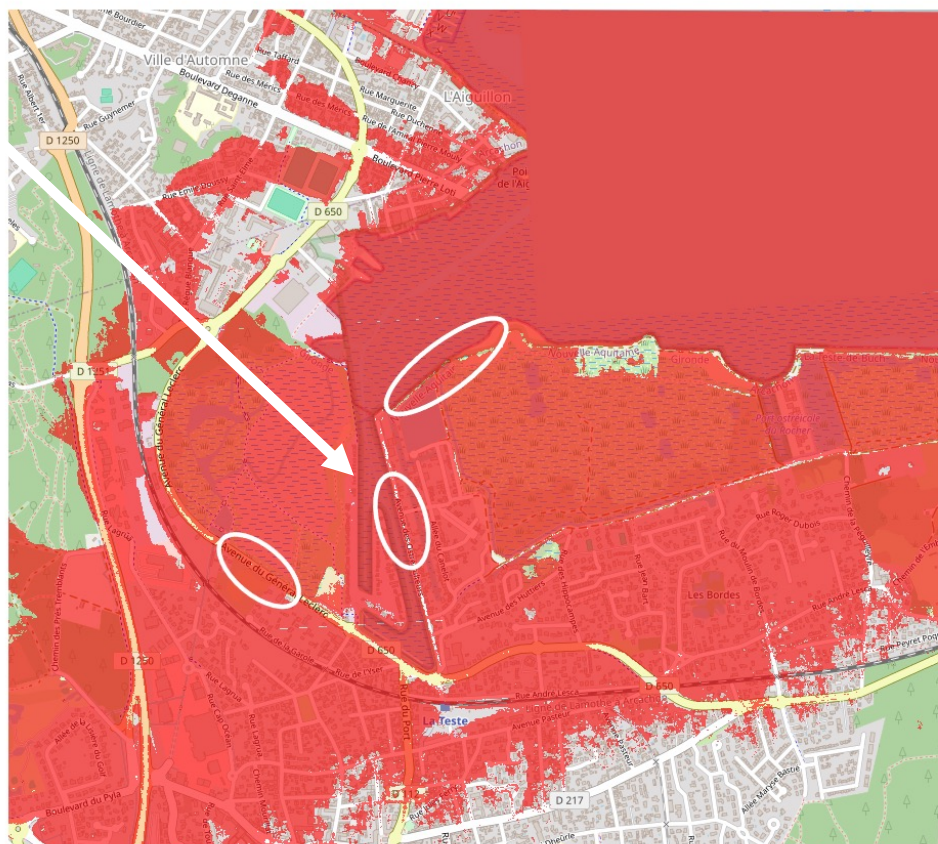


# 1-Montée du niveau de la mer-tenant compte des digues

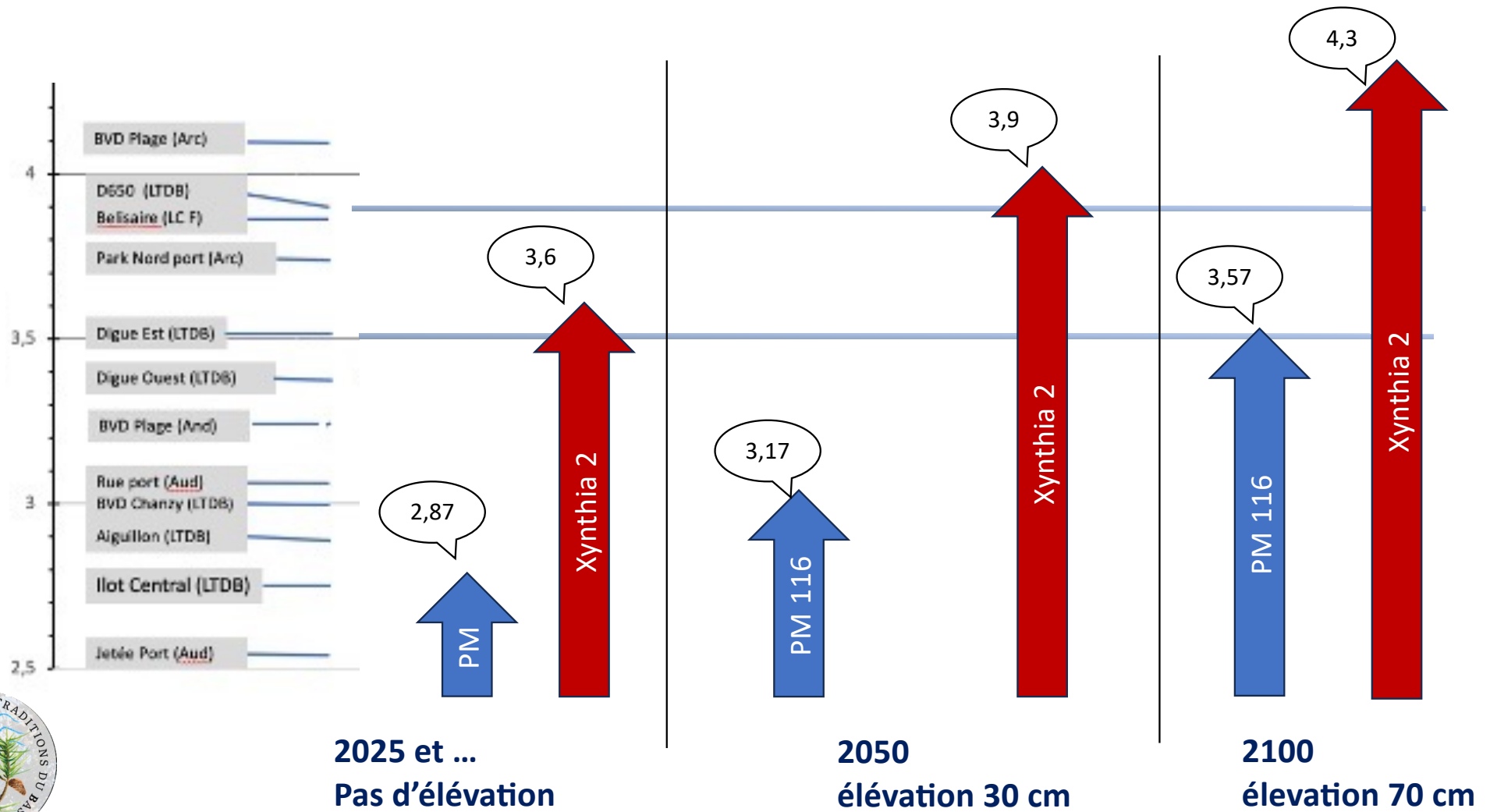
source Carte BRGM (<https://sealevelrise.brgm.fr/>)

## Montée de 100 CM

Les digues Est , Nord et DD650  
sont submergées



# Submersions ( PM sans surcote et Xynthia 2 )





# Entretenir et consolider les digues



# Impact économique et Domaine public maritime

- **Impact économique**
  - les zones côtières sont celles ayant la plus forte valeur immobilière et à forte attractivité touristique.
- **Quelques données (9) (10)**
- 10 % des Français habitent sur le littoral :  
4 % de la surface du pays
- 1,5 M de Français impactés d'ici 2100
- Coût total de Xynthia : 2,5 milliards € ( 1,5 pris en charge par les assurances)
- en 2050, 5 200 logements et 1 400 locaux d'activité impactés



Ordonnance de  
Colbert de 1681,

*Ce qui est couvert par les grandes marées (hors évènements exceptionnels) est du domaine public.*

*Article L2111-4 du Code général de la propriété de personnes publiques*

- Lorsque le trait de cote recule, soit par érosion soit par la montée des eaux, le domaine public s'étend en conséquence ( imprescriptible et inaliénable)
- Mécanismes d'indemnisation par la collectivité ou les compagnies d'assurance non identifiés.





# Plan de la discussion



1. Les mécanismes de la submersion
2. Bassin d'Arcachon historique
3. Prospective
4. Quelle stratégie face aux risques
  - Le combat
  - La fuite
  - L'adaptation

## Les outils de la prévention

PPRI, SNGRI GEMAPI, PAPI, SCOT, loi littorale, Plan urbanisme locaux,...

# 1- Le combat

- Prendre des mesures globales pour faire face à la submersion:
  - Digues, épis, réhaussement des ouvrages
- Niveau de réhaussement nécessaires pour évènement 3,8 m

	Niveau submersion	hauteur de garde
Digue Est ( LTDB)	3,5	<b>0,3</b>
Ilot central Port ( LTDB)	2,78	<b>1,02</b>
Digue Ouest Port (LTDB)	3,4	<b>0,4</b>
D650 (LTDB)	3,3	<b>0,5</b>
quai Aiguillon(LTDB)	2,9	<b>0,9</b>
BD Chanzy (LTDB)	3	<b>0,8</b>
BD Plage (ARC)	4,6	<b>-0,8</b>
Parking Nord port (ARC)	3,45	<b>0,35</b>
Bvd Plage (AND)	3,45	<b>0,35</b>
Jetée Port (AUD)	3,77	<b>0,03</b>
Rue du port (aud)	3,12	<b>0,68</b>
Belisaire (LCF)	3,8	<b>0</b>



*Murets anti submersion à Andernos*

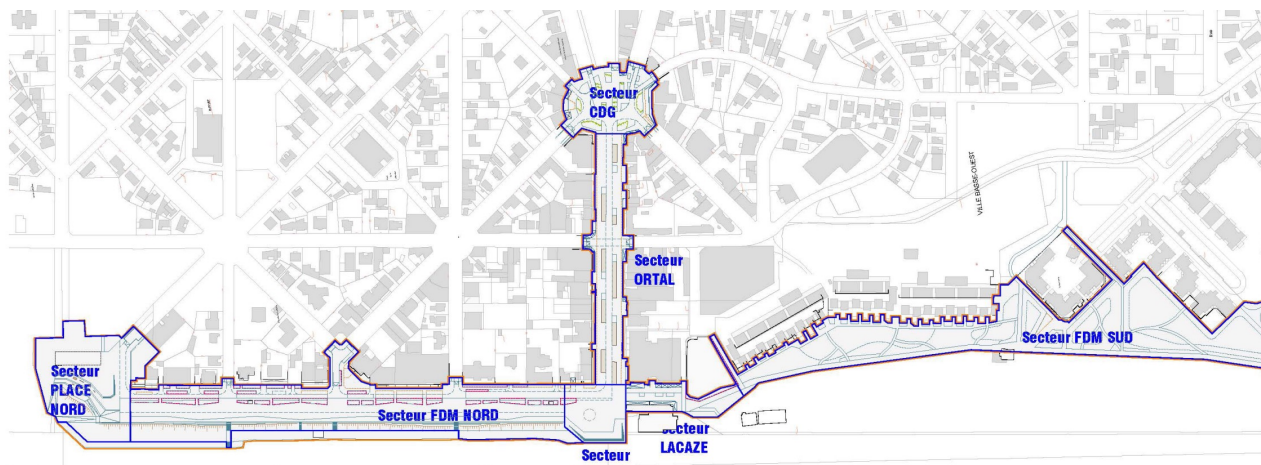


- Le Fond national de prévention des risques naturels majeurs (FNPRNM) est susceptible de financer la réalisation de travaux de défense



# Lacanau – Ville Océane 2050

- La **ville océane 2050**, protégée par un nouvel ouvrage vis-à-vis de l'érosion
- réaménagée en balcon sur la mer ; piéton et cyclable du nord au sud.
- **doit intégrer l'érosion**, dynamique naturelle forte qui rend le site instable, fragile.



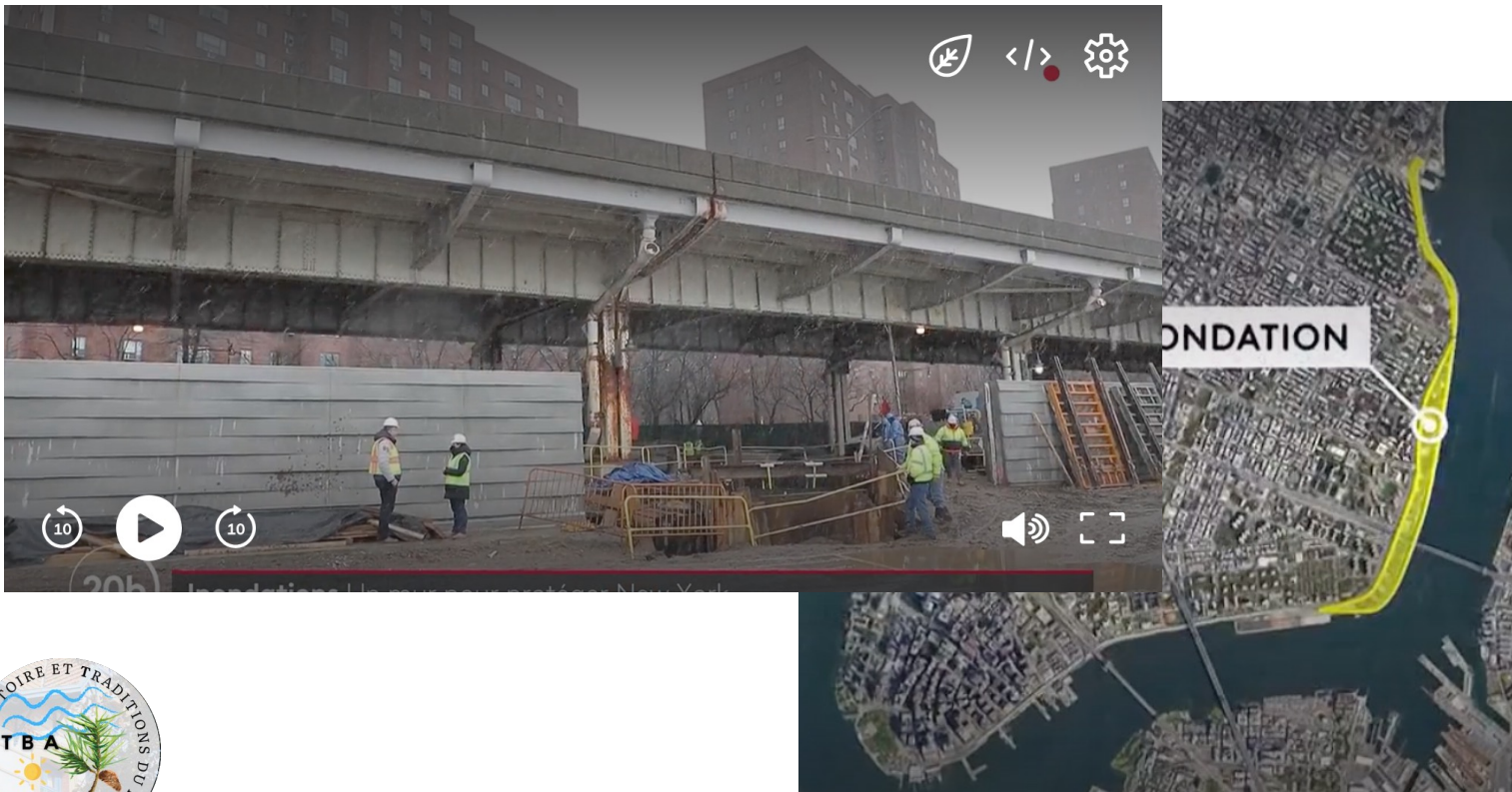
6 Hectares -12 millions €  
Part Commune 20% à 40 %





# Exemples – New York « A stronger, more resilient New York »

Assurer la protection de la ville jusqu'à une submersion d'une période de **retour de 100 ans** (ouvrages de protection et rechargement de plages, réhabilitation des cordons dunaires...)



- Longueur 4 km
- Hauteur jusqu'à 8M
- Profondeur jusqu'à 18 m
- Coût Total = 1, 3 Milliards \$



# Exemple: Singapour « long island Project »

- récupération de terres au large de la côte Est pour créer des îles,
- formant ainsi une barrière de protection contre la montée du niveau de la mer
- Aménager des portes anti marée + système de pompage.



A new freshwater reservoir will be formed between the island and East Coast Park.

12 existing outlet drains

Marina Barrage

1

TWO AND  
Will  
at M  
floo

NEW WATERFRONT PARKS

1 2 3

THREE TRACT



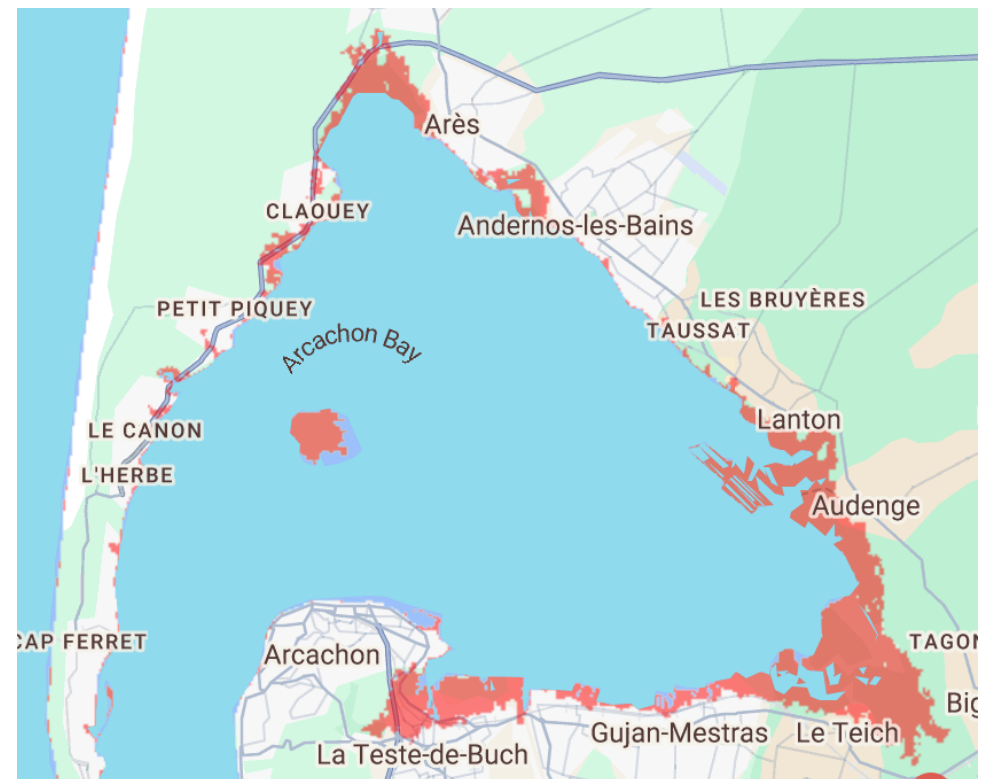
Hauteur des murs = 3 m  
12 stations de pompage  
20 km de Front de mer



# 1- Le Repli (un cout et une opportunité)

- Relocaliser les activités et les bâtiments pour être abrités de la montée des eaux

- Couteux et complexe
- Opérations post-catastrophe
  - Royaume-Uni, en France (notamment par le Conservatoire du littoral),
  - Allemagne, Belgique, Pays-Bas
  - États-Unis, le rachat par l'État de New York (Sandy)





# Exemple Indonésie – nouvelle capitale



- En août 2019, le président Joko Widodo annonçait Déménager la capitale nationale de l'Indonésie de Jakarta (île de Java) vers Kalimantan-Est, sur l'île de Bornéo à 1 200km de la capitale actuelle.
- Opportunité pour « la cité du futur »
  - Ville écologique à faible émission de CO2
  - Promotion immobilière intensive.
- Qui bénéficiera de la cité du futur ?  
Qui restera à Djakarta ?

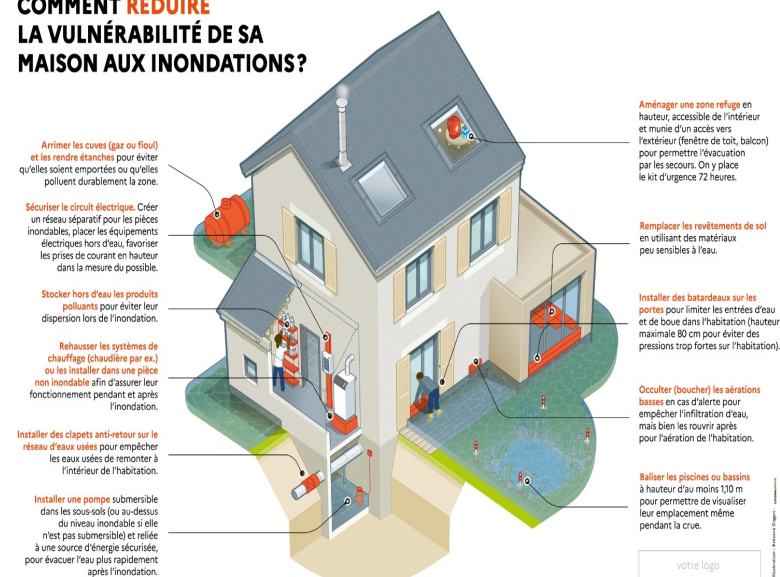


# 3 – L'Adaptation aux nouvelles conditions

## • S'organiser pour vivre avec des crises intermittentes

- Evènements extrêmes : environ une fois tous le 3 à 6 ans
- Submersions de fort coefficient environ 2 à 5 fois par an
- Dispositifs de protection : batardeau , clapets anti retour protection , occultation voies pénétrantes, ( drains, pompes, travaux d'aménagement, création d'une zone de refuge, etc.) financés à 80 % pour les particuliers (fonds Barnier).
- Adaptation du Bati ( construction sur pilotis ou habitation flottantes avec mise en sécurité des équipements fragiles ( véhicules, électroménager,...)
- Dispositif d'évacuation pour éviter les effets de baignoire et effets « Domino »

### COMMENT RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ DE SA MAISON AUX INONDATIONS?

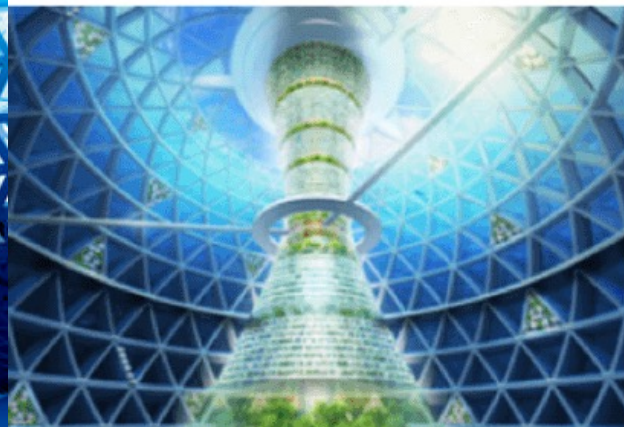
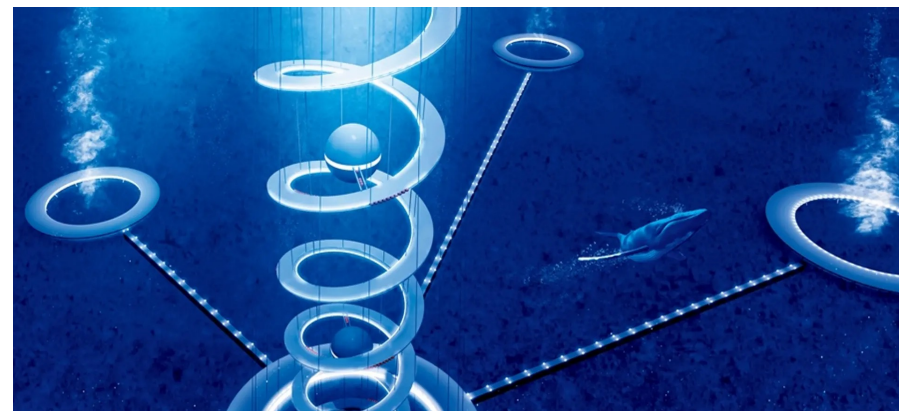


georisques.gouv.fr



# Exemple – Ocean Spiral

- Une ville sous marine de 500 m de diametre.





# Conclusion. ... pour le Bassin d'Arcachon



- Les enjeux et les risques sont bien identifiés
- On peut s'interroger sur le calendrier d'apparition des phénomènes extrêmes  
...pas sur le fait qu'ils sont à venir.
- Une mobilisation des consciences, des priorités et des moyens publics semble nécessaire.



# Sources et références

- (1) Submersions marines sur le bassin d'ARCACHON
  - Etude historique - Dossier 17.33.Z429  
Département laboratoire de Bordeaux – 2012
- (2) Caractérisation de l'aléa submersion marine dans le cadre des PPRL du Bassin d'Arcachon (Gironde)
  - Détermination de l'évènement naturel de référence
  - Rapport intermédiaire - BRGM/RP-61408-FR Janvier 2014
- (3) Application de modèles numériques pour l'estimation de l'altitude du plan d'eau
  - BRGM 58723-FR décembre -2010
- (4) Climate central <https://coastal.climatecentral.org/>
- (5) Wikipedia
- (6) Geoportail IGN <https://www.geoportail.gouv.fr/>
- (7) Fonte des glaces, dilatation thermique de l'eau et montée du niveau marin
  - Article | 01/03/2004 - Pierre Thomas
  - Laboratoire de Sciences de la Terre, ENS-Lyon.
- (8) Planete Terre <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/montee-mer.xml>
- (9) <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/>
- (10) CEREMA Centre d'études et d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement - 5 avril 2024
- (11) CEPRI - Les collectivités territoriales face aux risques littoraux
- (12) Région occitanie- Adaptation au changement climatique en Occitanie Livret n° 7 : la mer et le littoral
- (13) Earth's Future - 2024 - Thiéblemont - Assessing Current Coastal Subsidence at Continental Scale Insights From Europe
- (14) PPRSM Bassin d'Arcachon- et TRI du bassin d'Arcachon ( nombreux documents et cartes)
- (15) SIBA – PAPI bassin Arcachon







Merci de votre attention.  
.....  
Le débat est ouvert

