



# La montée du niveau de la mer : conséquences et anticipations d'ici 2100

## *L'éclairage de la prospective*



Denis Lacroix, Olivier Mora, Nicolas de Menthère  
Cheffe de projet : Audrey Béthinger  
Space'ibles 7 novembre 2019, CNES, Paris



## Cadrage

- Grandes incertitudes sur l'ampleur du phénomène et ses impacts potentiels
- Etude sur les conséquences sur les littoraux des différentes élévations possibles du niveau de la mer à 2100 et leurs anticipations possibles
- 20% de la pop mondiale à moins 30 km des côtes dont un grand nombre de métropoles et mégapoles
- Zone côtière de basse altitude abritera 1 milliard d'habitants en 2060 (inondations, submersions)
- Phénomène aggravé par la subsidence notamment dans les zones de deltas, très peuplées et où se concentrent les activités
- Enjeux d'aménagement du territoire et de gestion des populations, des biens et services



# Un projet inter-organisme et interdisciplinaire

## ➤ **Equipe d'animation :**

Denis Lacroix (Ifremer), Nicolas de Menthière (Irstea), Olivier Mora (Inra), Christophe Didier (Ineris) et Murielle Lafaye (CNES) + Cheffe de projet : Audrey Béthinger (Inra)

## ➤ **Groupe d'experts interdisciplinaire et inter-organisme** (20 experts, 15 organismes)

Bernardot Marc (Univ. Le Havre)  
Carnus François (BRL Ingénierie)  
Devès Maud (AFPCN/IPGP)  
Durand Gaël (Univ. JF Grenoble)  
Guedon Sylvine (Ifsttar)  
Le Cozannet Gonéri (BRGM)  
Meerpoel Matthieu (ICL)  
Rocle Nicolas (Irstea)  
Rouw de Anneke (IRD)  
Vagner Marie (LIENSs / Biofeel)

Bertin Xavier (Labo LIENSs )  
Cattaneo Antonio (Ifremer)  
Dörfliger Nathalie (BRGM)  
Duval Anne-Marie (Cerema)  
Hérivaux Cécile (BRGM)  
Lobry Jérémy (Irstea)  
Meysignac Benoit (Legos)  
Salas y Melia David (Météo-France)  
Petitet Sylvain (Cerema)  
Valentin Christian (IRD)

## ➤ **Equipe IST inter-organisme :** Marie-Hélène Pépin (Météo-France) et Morgane Le Gal (Ifremer)



# Méthode et déroulement de l'étude

- Méthode prospective des scénarios
- 9 ateliers d'une journée de juin 2017 à nov. 2018
- 13 auditions et exposés, un voyage d'étude aux Pays-Bas
- Construction de 8 scénarios globaux
- 3 focus territoriaux : Vietnam, Pays-Bas, Aquitaine



# Les compartiments du littoral potentiellement affectés

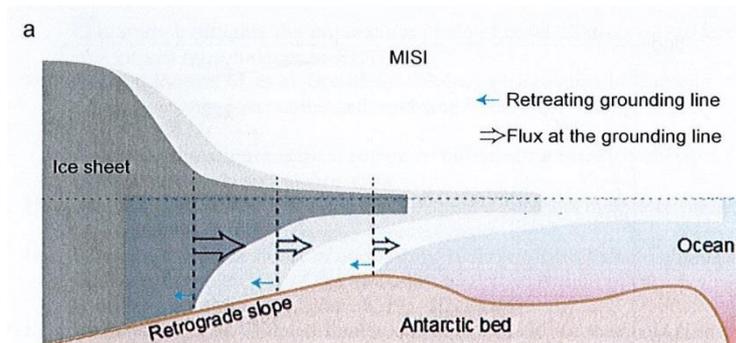
- Environnement et ressources naturelles
- Agriculture et alimentation
- Urbanisme et infrastructures
- Economie
- Population
- Gouvernance
- Contexte global



# La montée du niveau de la mer : partiellement connue, en accélération

- 1900-2000 : + 19 cm
- Trois causes à part égale:
  - Fonte glaces polaires (1/3)
  - Fonte des glaciers continentaux(1/3)
  - Dilatation de la mer(1/3)
- 2000-2100 : + **60 - 110 cm**  
(GIEC 2019)

- 97% de probabilité de la calotte glaciaire du **Groenland** si la température dépasse 2,3°C
- Les glaciers « posés sur la mer » en **Antarctique** fondent par dessous, ce qui les fragilise et accélère l'écoulement des glaciers terrestres





# Quatre contextes physiques en 2100

- L'élévation du niveau de la mer est **inélucltable**
- Son niveau dépend du réchauffement climatique
- Quatre contextes physiques **en 2100** combinaison de :
  - (1) **Hausse** moyenne du niveau de la mer
  - (2) **Vitesse** de cette hausse (*pente*)
  - (3) **Evènements météo extrêmes** (EvEx) : violence et fréquence

HAUSSE DU NIVEAU DE LA MER approximative (en cm)	VITESSE FAIBLE	VITESSE FORTE
<b>50</b>	MODERE (EvEx +) (RCP 2,6- 4,5)	SERIEUX (EvEx +) (RCP 4,5-6,0)
<b>100</b>		GRAVE (EvEx ++) (RCP 8,5)
<b>200</b>		EXTREME (EvEx ++) (RCP 8,5)

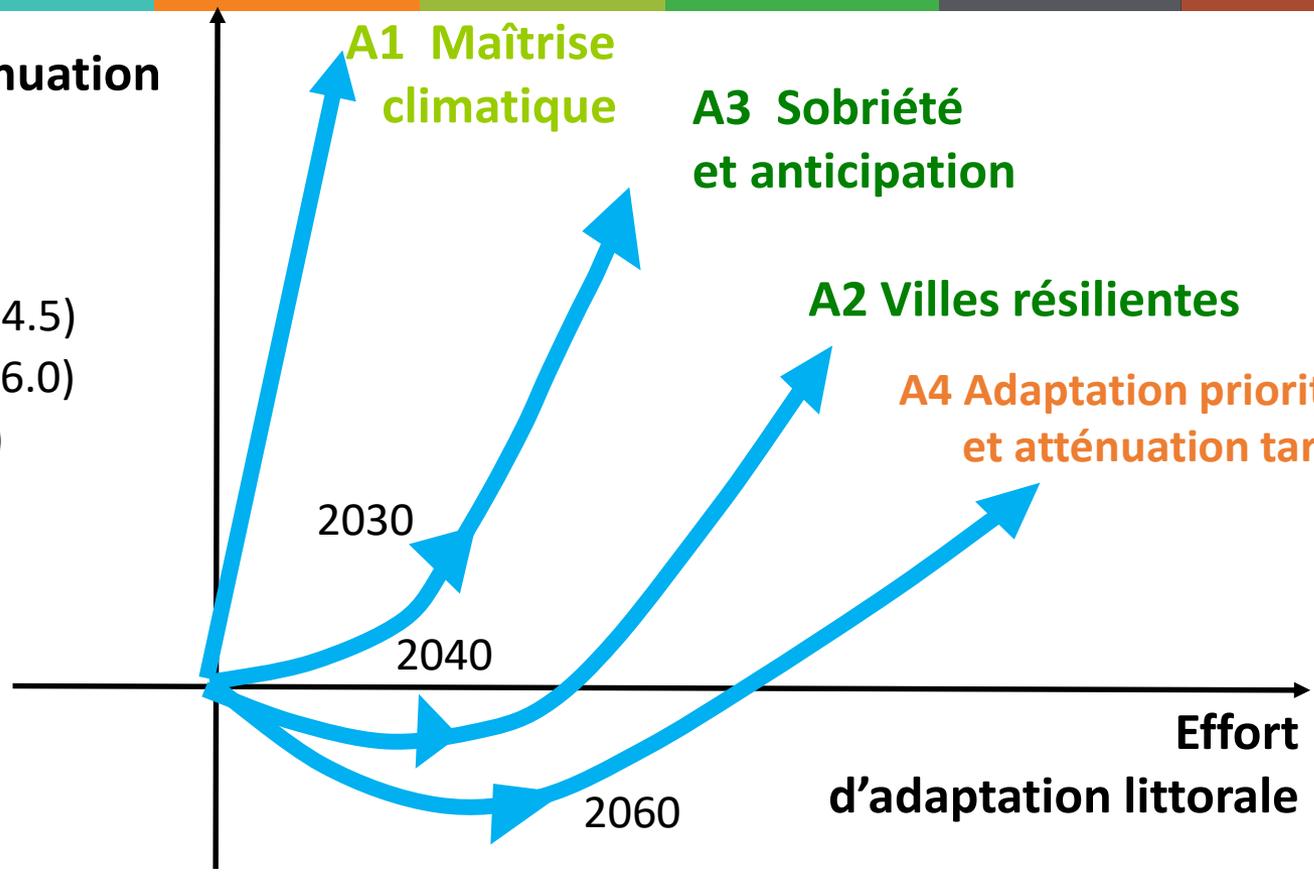
# Atténuation

## Etat physique à 2100

- Modéré (RCP 2.6-4.5)
- Sérieux (RCP 4.5-6.0)
- Grave (RCP 8.5)
- Extrême (RCP 8.5)

## 3 familles de scénarios

- Adaptation



**A1 - Maîtrise climatique:** Atténuation du CC précoce et massive limitant la SLR. Les acteurs, proactifs, mettent tout en œuvre: décarbonation de l'économie, efficacité énergétique, captage du C. Stratégies incrémentales d'adaptation progressive du littoral.

**A2 - Villes résilientes:** Grandes villes littorales, moteurs de l'économie mondiale, développent l'adaptation en complément d'une politique d'atténuation à partir de 2040 grâce à une coopération internationale. Protections artificielles et naturelles, outils d'anticipation, mesures freinant la subsidence, renforcement de sécurité alimentaire et résilience des infrastructures E et de transport face aux EvEx.

**A3 - Sobriété et anticipation :** Gouvernance littorale anticipant les conséquences du CC sur littoraux et choix d'une économie de la sobriété à l'échelle mondiale, d'où la réduction des émissions de GES. Un CC moyen qui demande des efforts d'adaptation modérés. Sur certains littoraux : repli stratégique des infrastructures, habitats et activités.

**A4 - Adaptation prioritaire et atténuation tardive:** Etats s'adaptent précocement et individuellement à la SLR. Après 2060, politiques coordonnées globales d'atténuation (dont décarbonation de l'économie) permettent d'éviter le pire pour la SLR (1m) et garantissent l'efficacité des mesures d'adaptation littorale. Contrôle urbanisation et démographie littorales, retraits stratégiques pour anticiper recul prévisible du trait de côte.



# Atténuation

## Etat physique à 2100

- Modéré (RCP 2.6-4.5)
- Sérieux (RCP 4.5-6.0)
- Grave (RCP 8.5)
- Extrême (RCP 8.5)

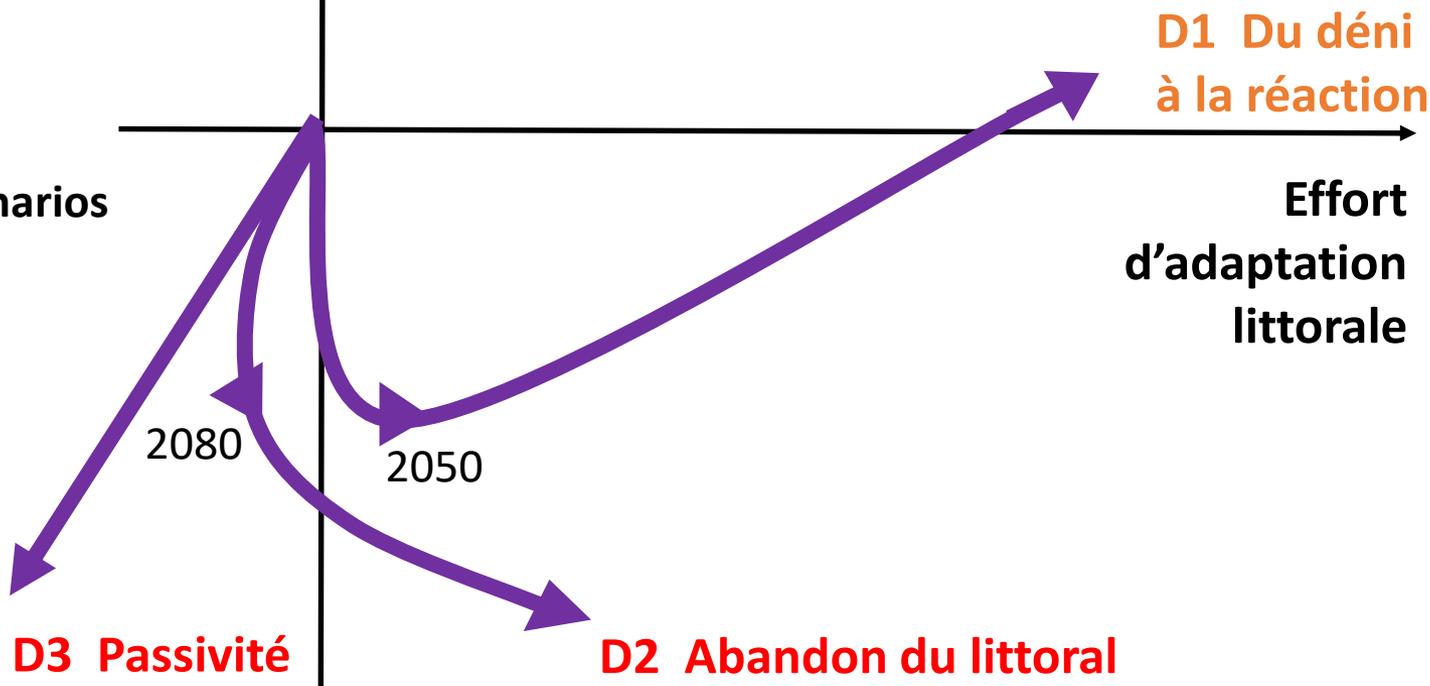
**D1 - Du déni à la réaction** : Passivité initiale face au CC et SLR. Puis après 2050 prise de conscience et actions massives de réduction GES et d'adaptation des littoraux. Mais trop tardives pour éviter une forte vulnérabilité de certains littoraux.

**D2 - Abandon du littoral** : Déni du CC et SLR. Face à la SLR, « élites » abandonnent la zone littorale, repli stratégique. Efforts minimaux après 2080, face aux catastrophes affectant populations pauvres littorales: retraits généralisés et massifs des populations vers hinterland.

**D3 - Passivité** : Déni du CC et de la SLR. Forte vulnérabilité littorale. Submersion marine, crises humanitaires à répétition, fortes migrations.

## 3 familles de scénarios

— Déni



**D1 Du déni à la réaction**

**Effort d'adaptation littorale**

**D3 Passivité**

**D2 Abandon du littoral**



## Atténuation

### Etat physique à 2100

- Modéré (RCP 2.6-4.5)
- Sérieux (RCP 4.5-6.0)
- Grave (RCP 8.5)
- Extrême (RCP 8.5)

### 3 familles de scénarios

- Monde fragmenté

**F - Fragmentation persistante** : fragmentation de la gouvernance mondiale. Stratégies d'adaptation varient selon moyens financiers et technologiques des Etats. Accélération du CC et de la SLR.

Un monde fragmenté et « hybride » :

- des Etats riches, ayant des stratégies d'anticipation de la SLR et investissant massivement pour se protéger,
- des Etats pauvres qui subissent les effet de la SLR, et voient leur vulnérabilité s'accroitre sans capacité d'y remédier.

Effort  
d'adaptation  
littorale

**F Fragmentation persistante  
(résultante moyenne)**

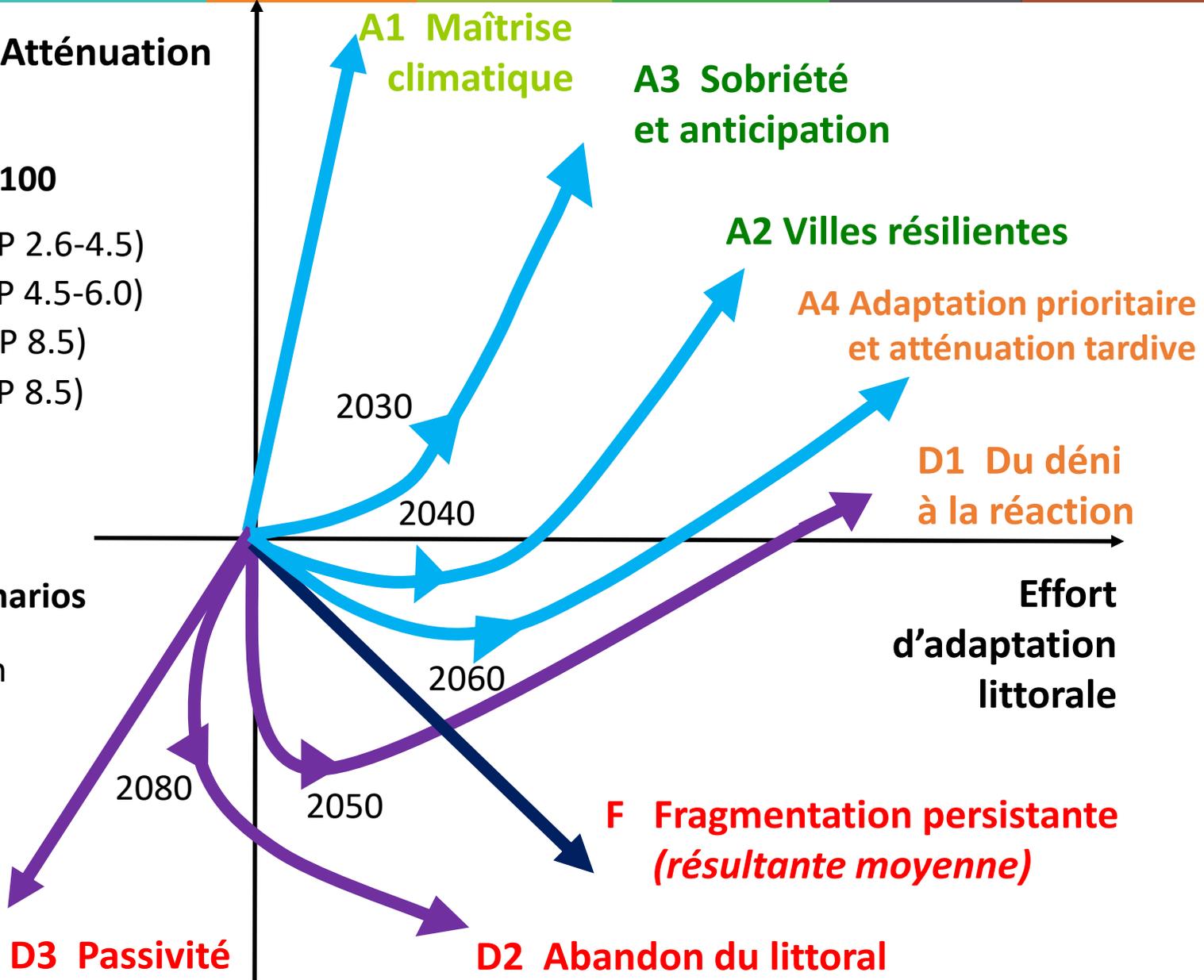
# Atténuation

## Etat physique à 2100

- Modéré (RCP 2.6-4.5)
- Sérieux (RCP 4.5-6.0)
- Grave (RCP 8.5)
- Extrême (RCP 8.5)

## 3 familles de scénarios

- Adaptation
- Déni
- Monde fragmenté





## Focus territorial 1 : Le Vietnam

- **Pays vulnérable avec 2 grands deltas** très peuplés; forte activité agricole et industrielle (50% du riz et 75% prod. aquacole dans delta Mékong)
- **Subsidence accélérée** par les barrages, pompages et extraction (X4; effet cumulé: **- 1,5 cm/an**)
- **Ambivalence** sur l'interprétation du SLR et moyens limités
- **Problèmes aigus vers 2050**  
(*17 millions de personnes à déplacer*)
- Cas d'étude car **en avance de phase** des autres côtes basses dans le monde (50 ans)





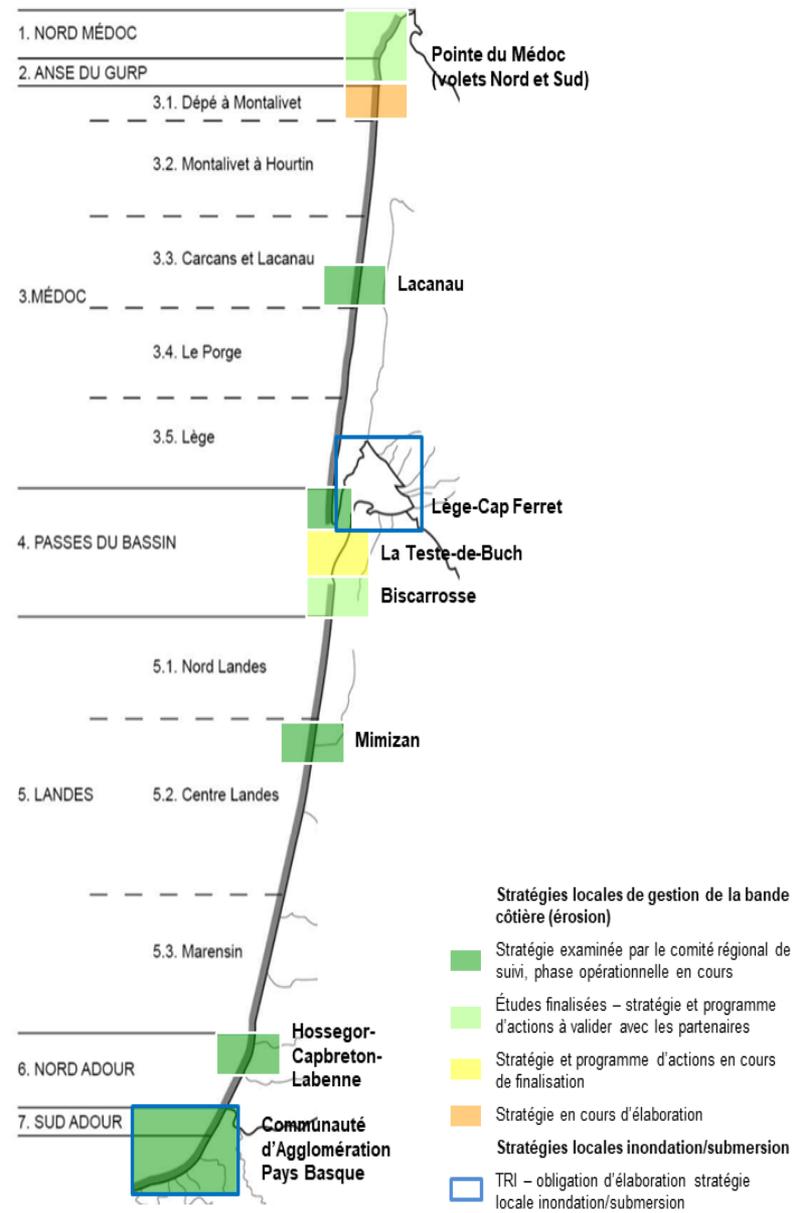
## Focus territorial 2 : Les Pays-Bas

- « **Pays-delta** » le plus vulnérable d'Europe
- **Prise de conscience** ancienne + catastrophe de 1953
- **Submersion marine ET inondation fluviale** (Rhin-Meuse)
- **Grands moyens** de suivi, modélisation, protection...
- **Accélération** du phénomène et besoin de réactivité accrue
- Approches des **limites du système** (2075?)



# Focus territorial 3 : la Nouvelle Aquitaine

- Côte sédimentaire basse vulnérable
- Région Charentes la plus + exposée
- Région dynamique et attractive
- **Prise de conscience** risques + action publique **planification / gestion (2000)**
- **3 scénarios :**
  - Abandon subi du littoral,
  - Dépoldérisation générale,
  - Protection ciblée des villes et sites de valeur (ex. stations balnéaires)





# Positionnement des scénarios des focus territoriaux dans les 3 familles

	Aquitaine			Pays-Bas		Vietnam		
A1 Maîtrise climatique								
A2 Villes résilientes			<b>Métropoles</b>		<b>Réaménagement littoral</b>			
A3 Sobriété et anticipation								
A4 Adaptation prioritaire		<b>Aquitaine</b>		<b>Limites technologie</b>		<b>Prise de conscience &amp; proaction</b>		
F Fragmentation								
D1 Du déni à la réaction		<b>Aquitaine</b>						
D2 Abandon progressif	<b>Dérive</b>						<b>Crises récurrentes</b>	
D3 Passivité								<b>Déni &amp; catastrophes</b>



# Enjeux pour la recherche

**Les sujets de recherche interdisciplinaires, communs aux scénarios:**

1. Comprendre, mesurer et projeter le **phénomène**.
2. Développer **la réflexion, la concertation et la mobilisation** en vue d'un bien et d'un vivre ensemble humain et durable.
3. Evaluer les **impacts** et engager des **transitions** littorales et urbaines pour s'adapter à temps
4. Mettre en œuvre les **moyens** de réduire ou compenser les effets de submersion marine (ex: renforcer les écosystèmes littoraux)
5. Limiter les **inégalités** face au risque (justice environnementale), sources de tensions ou de conflits
6. **Gérer les situations de crise** dans toutes les composantes vitales des sociétés: paix, migrations, eau, alimentation, santé, équité



## Conclusions

L'élévation du niveau de la mer est **inéluçtable** à l'échelle du siècle  
Son niveau dépend de **l'intensité du réchauffement climatique**  
et de sa durée

L'atténuation du changement climatique est donc un bon levier  
mais nécessite une **action globale concertée**

Une **atténuation précoce et massive** limiterait les efforts  
d'adaptation littorale

L'adaptation relève surtout de **politiques et d'actions locales**

**La juxtaposition de politiques nationales** risque de déboucher sur  
une situation « **extrême** »

**Anticiper** permettrait de réduire les coûts et de limiter les crises

**La recherche** joue un rôle central pour **comprendre** le phénomène,  
le quantifier, **éclairer** les choix stratégiques de gouvernance et  
**accompagner** les transitions nécessaires



Alliance nationale de recherche  
pour l'Environnement



Merci de votre attention