

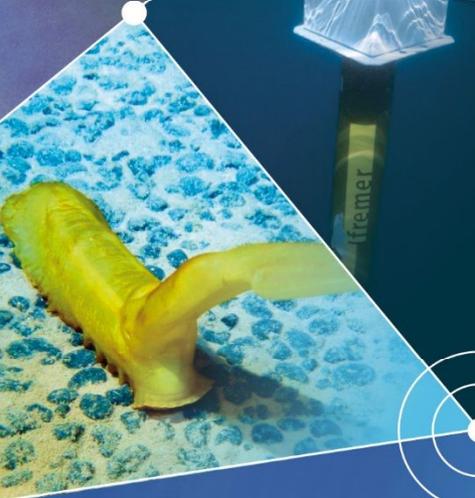


# CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SUBMERSION MARINE: APPROCHE PROSPECTIVE

ASSOCIATION EFFET-MER  
COMBRIT / 14 AVRIL 2024

Denis LACROIX

Délégué à la prospective à la Direction générale  
de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer





**« Prenez le changement par la main  
avant qu'il ne vous prenne par la gorge »**

W. Churchill

# PLAN



1. **La prospective?**
2. **La mer monte: les causes**
3. **Une approche prospective**
4. **Exemples d'adaptation**
5. **L'intérêt de penser les futurs**

# LES PRINCIPALES TENDANCES LOURDES



- **Démographie**
- Urbanisation
- **Dérèglement climatique**
- **Affrontements géopolitiques**
- Révolutions technologiques
- **Epuisement des ressources naturelles**
- Montée économique de l'Asie
- **Chute de la biodiversité**
- **Pauvreté / inégalités**
- **Perte de confiance dans le progrès, le futur-**

# Proposition de définition



**Analyse** sur une **question précise**  
structurée autour d'un système dynamique **à 10 ans +**  
**(min.)**  
dans un **espace donné**  
avec des **variables** et des **acteurs**  
admettant des **ruptures**  
et visant à **éclairer la réflexion et l'action**

# PLAN

1. **La prospective?**
2. **La mer monte: les causes**
3. **Une approche prospective**
4. **Exemples d'adaptation**
5. **L'intérêt de penser les futurs**



# Zones côtières soumises à 3 phénomènes naturels

1. Érosion naturelle



2. Événements  
météo extrêmes

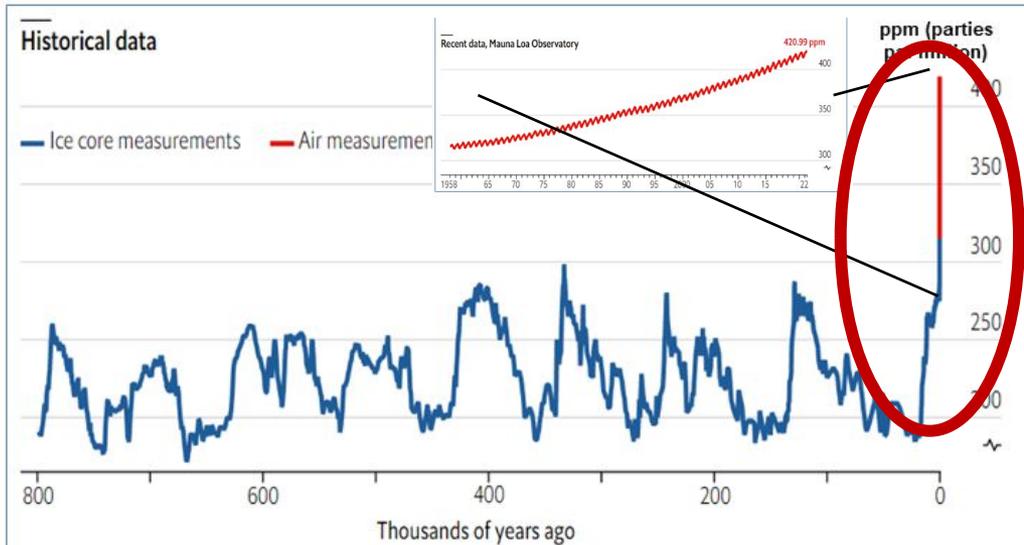


3. Hausse du  
niveau de la mer



# «On observe un **réchauffement** sans précédent depuis des milliers d'années... »

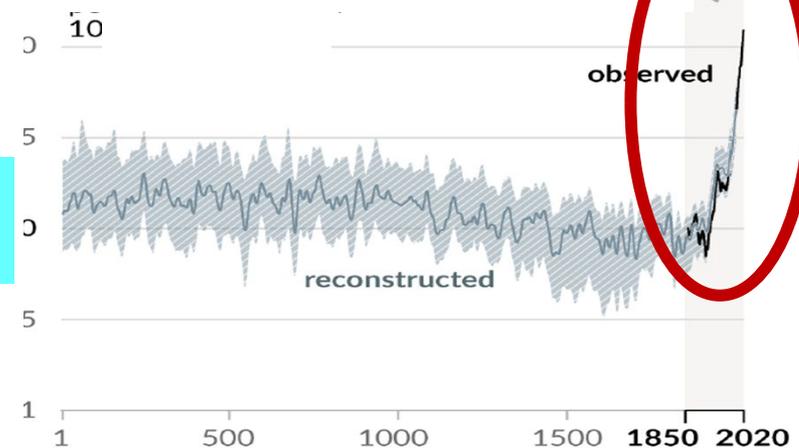
## Changement de concentration de **CO2**



**+140 ppm en 200 ans**

Changement de **température** de surface du globe sans précédent depuis 2000 ans

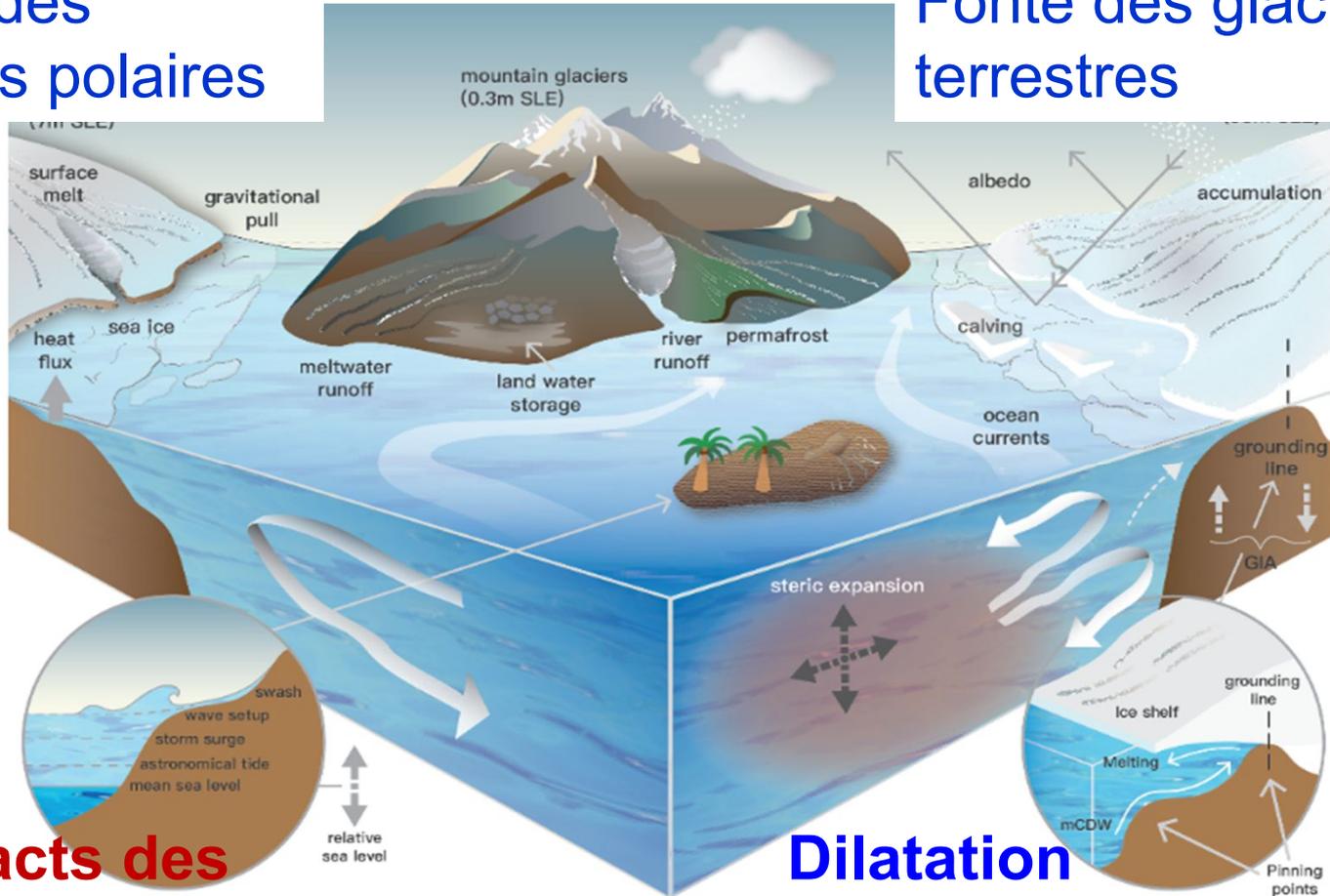
**+1,2°C en 200 ans**



**Rappel** : Intégration d'une contrainte croissante:  
Hausse du niveau de la mer: **3 causes** + **un facteur** aggravant

Fonte des calottes polaires

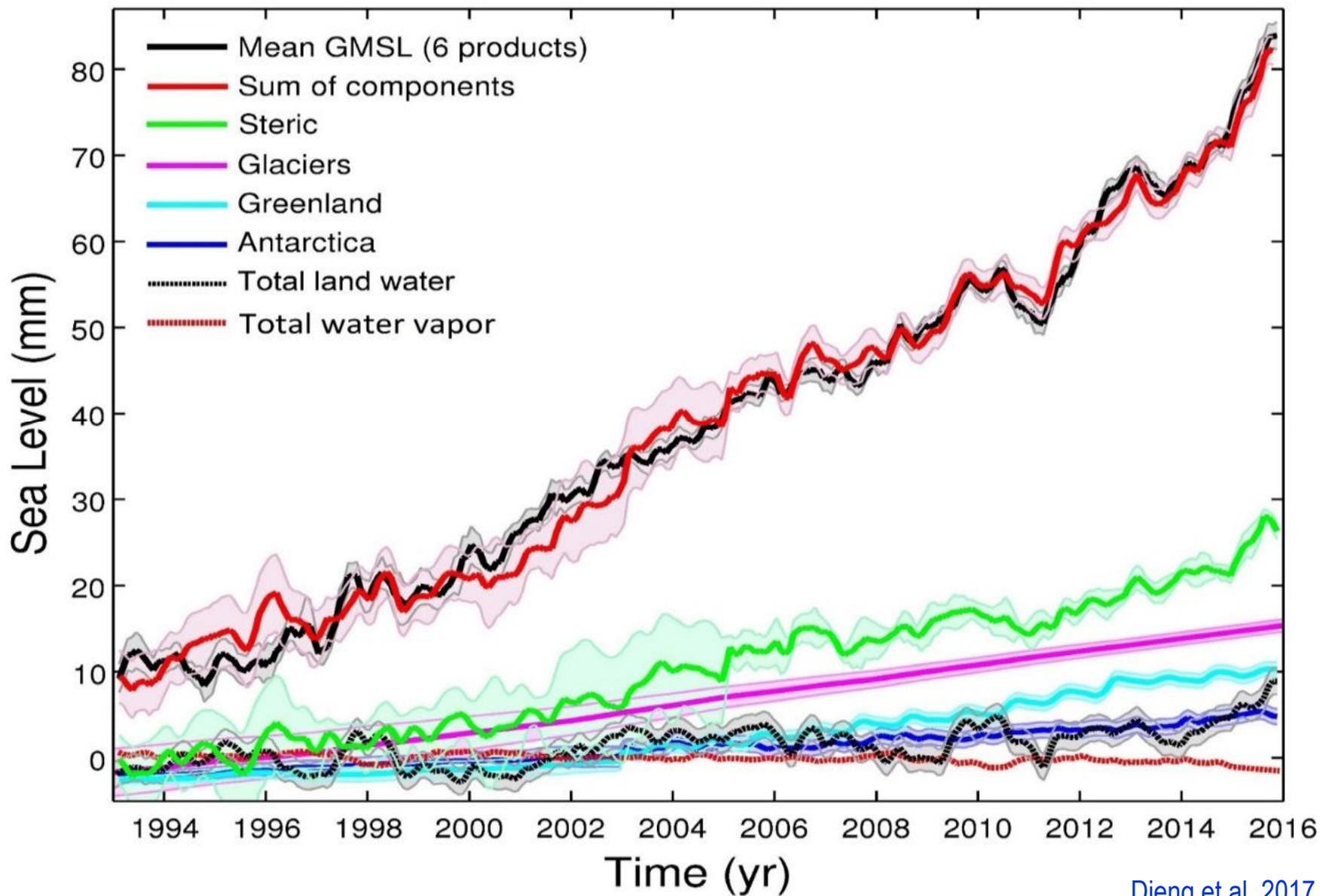
Fonte des glaciers terrestres



+ Impacts des tempêtes littorales

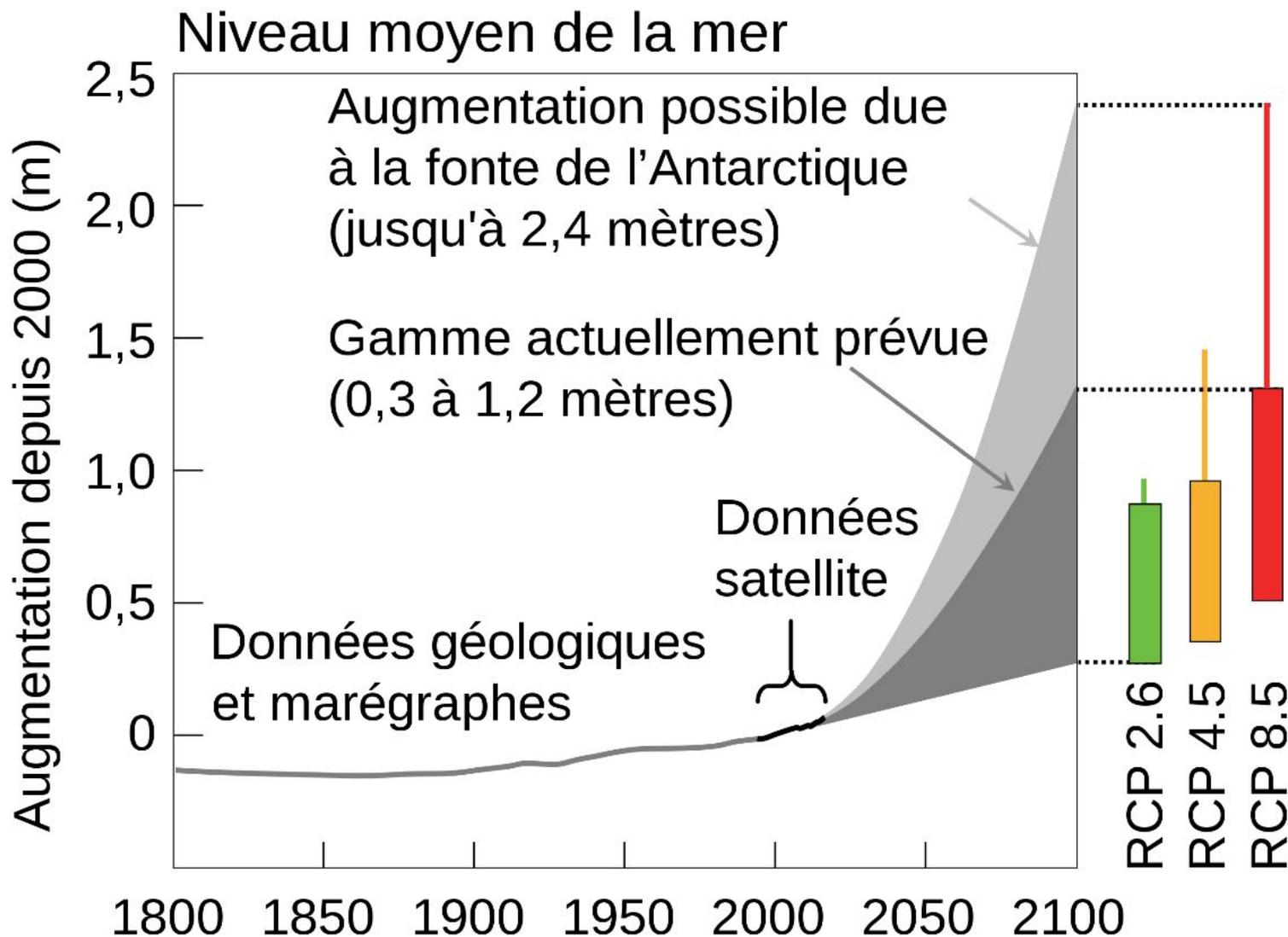
Dilatation thermique

# Evolution du niveau de la mer 1993-2015



# Les incertitudes des projections

*Liées aux émissions de GES, modèles, variabilité naturelle...*



# Hausse de la mer : un changement majeur aux conséquences multiples

- 1: est associée aux **tempêtes** (Evex)
- 2: érode le **littoral**
- 3: affecte **le monde rural + les villes**
- 4: affecte **des infrastructures + activités**
- 5: dévalorise le **patrimoine exposé**
- 6: menace **les îles**
- 7: offre **des opportunités de valorisation**
- 8: ouvre des espaces à la **technologie, l'aménagement et au rêve**



# Des impacts économiques forts: projections à 2050 des pertes annuelles par type de danger lié au climat

↗  
**23%**  
Sécheresse

↗  
**38%**  
Inondations  
dont :  
**50%**  
ruissellement  
**24%**  
débordement

↗  
**82%**  
Submersions  
marines et élévation  
du niveau marin  
de **23 cm**

↗  
**35%**  
Tous périls  
Lors de l'étude  
2015 RCP 4.5  
cette valeur  
était de 20 %

Changements dus aux aléas

(Source CCR Caisse Centrale de Réassurance)



(Hergé, 1960: ; Tintin au Tibet)

« La trajectoire actuelle du changement climatique va entraîner des **inondations de deltas**,

Augmenter les risques de **dommages côtiers** liés aux tempêtes,

Contribuer à perturber, voire détruire certains **écosystèmes marins** comme les récifs coralliens (et leurs bénéfiques associés)

**Avant la fin de ce siècle »**

*(Steffens et al, 2018)*

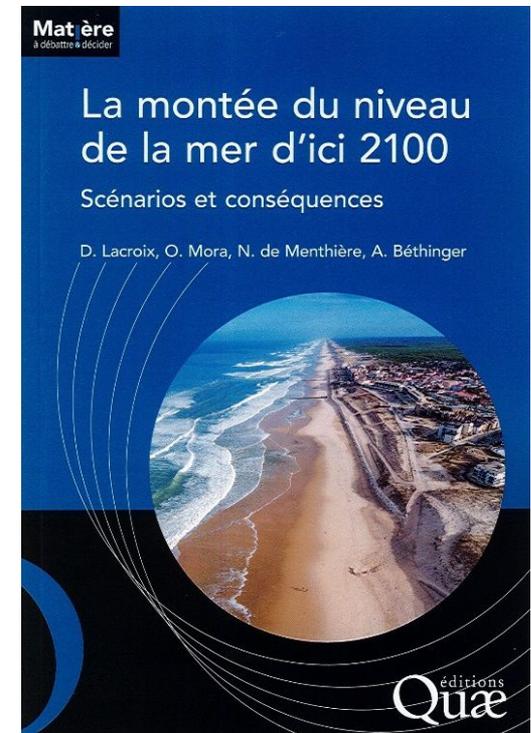
# PLAN

1. La prospective?
2. La mer monte: les causes
3. **Une approche prospective**
4. Exemples d'adaptation
5. L'intérêt de penser les futurs

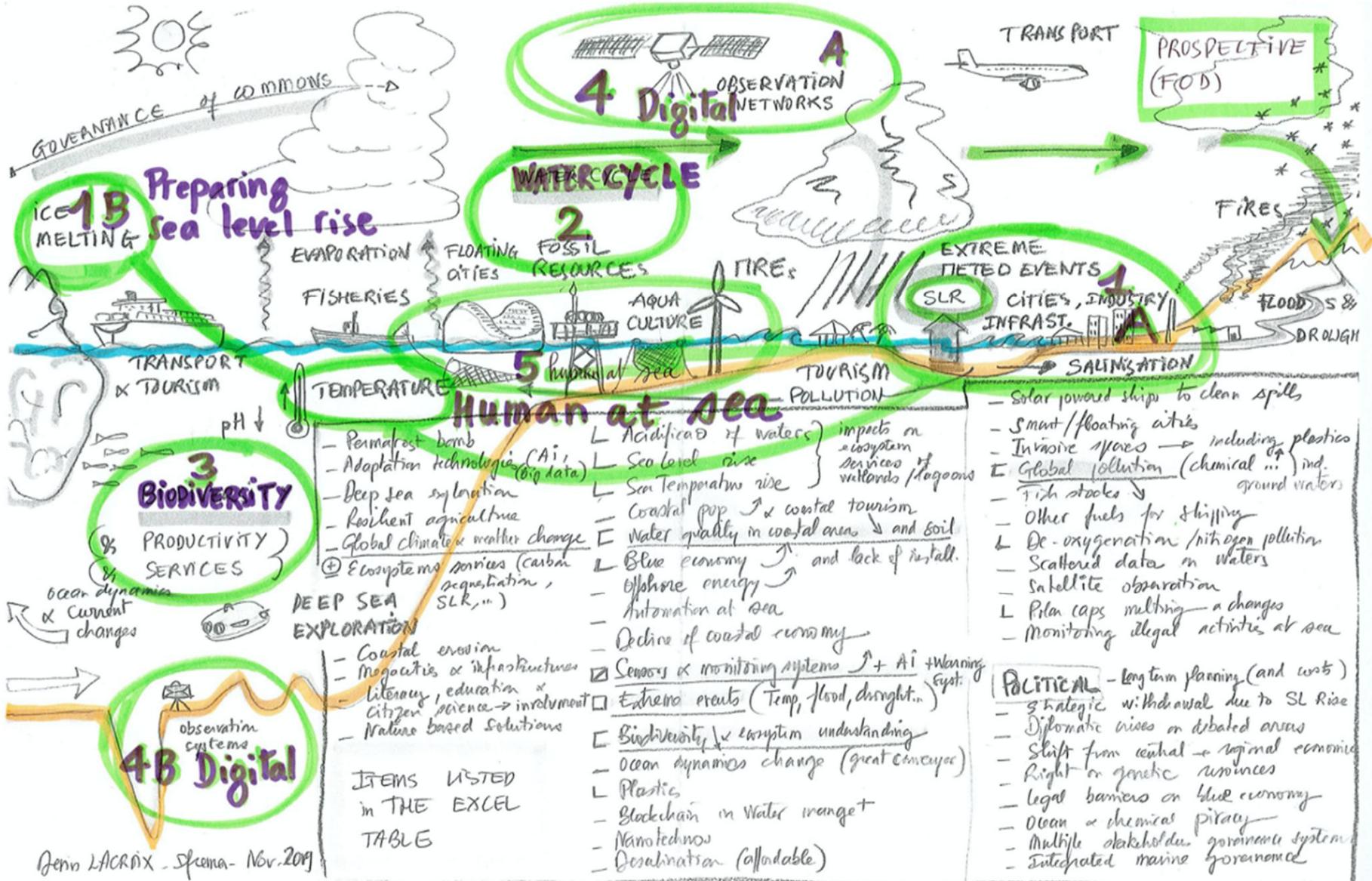


# La montée du niveau de la mer : conséquences et anticipations d'ici 2100 *L'éclairage de la prospective (2017- 2019)*

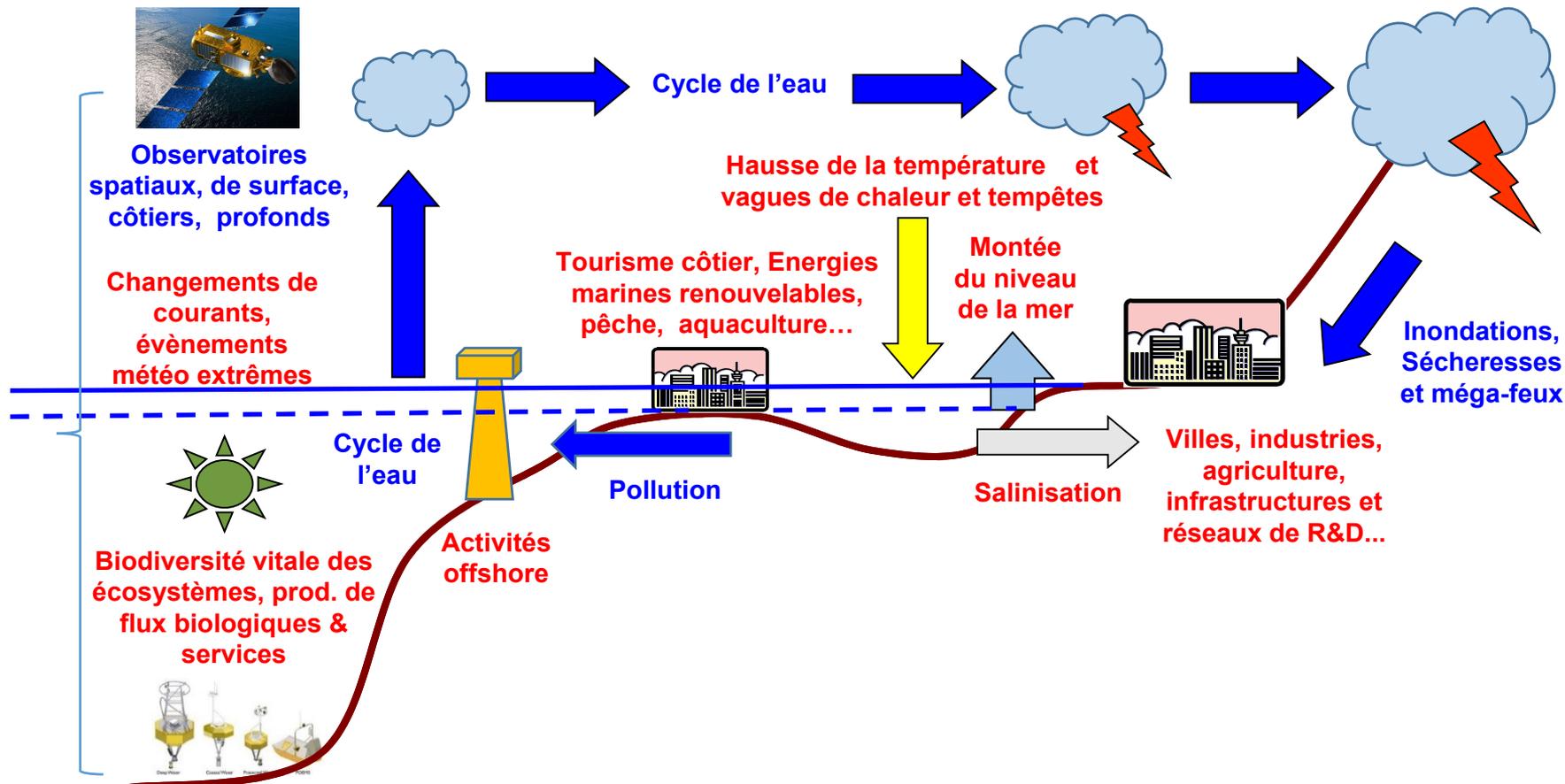
- Etude demandée par le **Ministère de la recherche**
- **20 experts** (15 instituts)
- **23 variables** (en 7 composantes)  
(Agriculture, urbanisme, économie...)
- **3 focus**: Vietnam, Pays-Bas, Aquitaine
- **Méthode**: scénarios
- **Produits**: papier, rapport, exposés, et **un livre**



# On commence par un remue-méninges actif...



Jérôme LACROIX - Schema - Nov. 2019



**Après avoir structuré le Système de variables  
On construit la matrice Variables X Hypothèses  
Puis on construit des scénarios  
par assemblages d'hypothèses**

# Les scénarios: construits via 7 composantes & 23 variables

Exemple de construction : combinaison d'hypothèses correspondant au scénario A2.

Composante	Variable	H1	H2	H3	H4	H5
Population	P1 - Part de la population exposée	Retrait progressif (des zones côtières)	La part en zone côtière reste stable (malgré une population mondiale en croissance)	Accroissement progressif de la population (en zone côtière)	Fortes croissances démographiques conjuguées à migrations au sein/vers des mégalopoles côtières	
	P2 - Migrations internes et internationales	Des départs échelonnés, au fil de la montée progressive des eaux	Les évacuations s'accroissent, certaines villes importantes sont touchées	Crises répétées engendrant des exodes massifs		
	P3 - Degré de vulnérabilité sanitaire des populations	L'accès aux infrastructures limite la vulnérabilité sanitaire des populations	Les zones côtières constituent des secteurs de forte vulnérabilité sanitaire	Le développement non maîtrisé de mégalopoles côtières augmente encore la vulnérabilité sanitaire		
Urbanisme et infrastructures	U1 - Dynamiques urbaines	Mégavilles littorales et forte urbanisation littorale	Fragmentation des villes et dispersion urbaine forte urbanisation littorale	Faible urbanisation littorale et villes littorales en réseau avec arrière-pays		
	U2 - Niveau de résilience des infrastructures	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité maîtrisée (résilience)		
	U3 - Adaptation des zones littorales exposées	Résister à l'élévation du niveau des mers	Faire avec l'élévation, une adaptation progressive (changement incrémental)	Organiser le retrait, un changement transformationnel	Absence de stratégie	
Environnement et ressources naturelles	EN1 - Etat de la ressource en eau douce (quantité et qualité)	Maîtrise de l'exploitation et de l'usage des ressources	Dégradation progressive, altération des fonctions écologiques	Transfert de ressources hydriques extérieures vers la zone littorale		
	EN2 - Etat des sols (salinisation, érosion...)	Salinisation et pollution réduites	Salinisation et pollution modérées	Salinisation, pollution et imperméabilisation fortes		
	EN3 - Dynamiques des écosystèmes littoraux et côtiers (habitats, biodiversité)	Translation et/ou modification sans altération des fonctions écosystémiques	Adaptation/modification in situ, altération des fonctions écosystémiques	Disparition d'écosystèmes		
	EN4 - Modification du trait de cote	Erosion modérée et recul marginal	Recul marqué localisé prévisible	Recul localisé imprévisible	Recul marqué généralisé	
Agriculture et alimentation	AA1 - Disponibilité en terres agricoles	Réduction de plus de la moitié des terres agricoles en zone côtière	Protection efficace des terres agricoles	Disparition des terres agricoles en zone côtière		
	AA2 - Systèmes de production agricoles	Adaptation des espèces cultivées et des pratiques agronomiques	Substitution des cultures par l'élevage	Synergies des systèmes agricoles et aquacoles		
	AA3 - Poids de l'aquaculture et de la pêche	Maintien des apports (aquaculture durable)	Diminution des apports de la pêche	Accroissement des apports (aquaculture diversifiée)		
	AA4 - Sécurité alimentaire	Réduction de l'accès économique aux productions agricoles	Perturbations ou ruptures ponctuelles de l'accès	Réduction de la diversité de l'alimentation	Sécurisation de l'accès à l'alimentation par la diversification des sources d'approvisionnement	
Economie littorale	EC1 - Economie littorale	Multiplication des formes de valorisation	Repli stratégique contraint et anarchique	Repli stratégique planifié et relance via l'hinterland	Economie du flottant, "offshoring"	Economie déplacée, "land grabbing"
	EC2 - Solidarité et mutualisation (pour adaptation et gestion des crises)	Brutalisation des rapports sociaux	Solidarité à tous les niveaux	Gradation 2 extrêmes : cartels des riches et solidarité des pauvres	Chacun pour soi + redistribution et humanitaire	Financiarisation assurantielle et judiciaire
Gouvernance littorale	G1 - Prise de conscience des risques littoraux (gouvernants et société)	Appropriation des enjeux du SLR	Déni	Prise de conscience de façade	Clivages	
	G2 - Réactivité et degré d'engagement (proactivité, acceptabilité, éducation)	Passivité sans implication	Implication minimale	Réactivité et mobilisation des acteurs concernés	Proactivité et implication de tous les acteurs	
	G3 - Niveau de coordination et mutualisation - échelles locale et globale	Elevée et mondiale	Inexistant, chacun pour soi!	Ciblé, villes côtières en réseau	Entreprises multinationales, les GAFAM prennent la main	Régional, les communautés de destin et d'épreuves à l'échelle d'une région
Contexte global	C1 - Croissance économique globale	Décroissance choisie	Croissance duale	Croissance en stop & go	Décroissance subie, chaos	
	C2 - Mix énergétique (dépendance aux énergies fossiles et commerce interne)	Synergies de tous les acteurs --> décarbonation économie	Fragmentation de la production et de la consommation énergétique	Chaos énergétique priorité à la sécurité énergétique nationale	Priorité à l'autonomie énergétique (priorité sources locales)	
	C3 - Prise de conscience de l'enjeu climatique à l'échelle globale (gouvernants et société)	Appropriation des enjeux du CC	Déni	Prise de conscience de façade	Clivages	
	C4 - Gouvernance géopolitique globale	Chaos généralisé	Fragmentation, stabilité en mosaïque dans un monde multipolaire turbulent	Généralisation d'un ordre cybernétique fondé sur l'IA	Domination par les 2 super puissances	Interdépendance polycentrique "ostromienne" planétaire
	Etat physique de la hausse du niveau des mers en 2100	MODERE +0,5m pente faible EVEX1	SERIEUX +0,5m pente forte EVEX1	GRAVE +1m pente forte EVEX2	EXTREME +2m pente forte EVEX2	

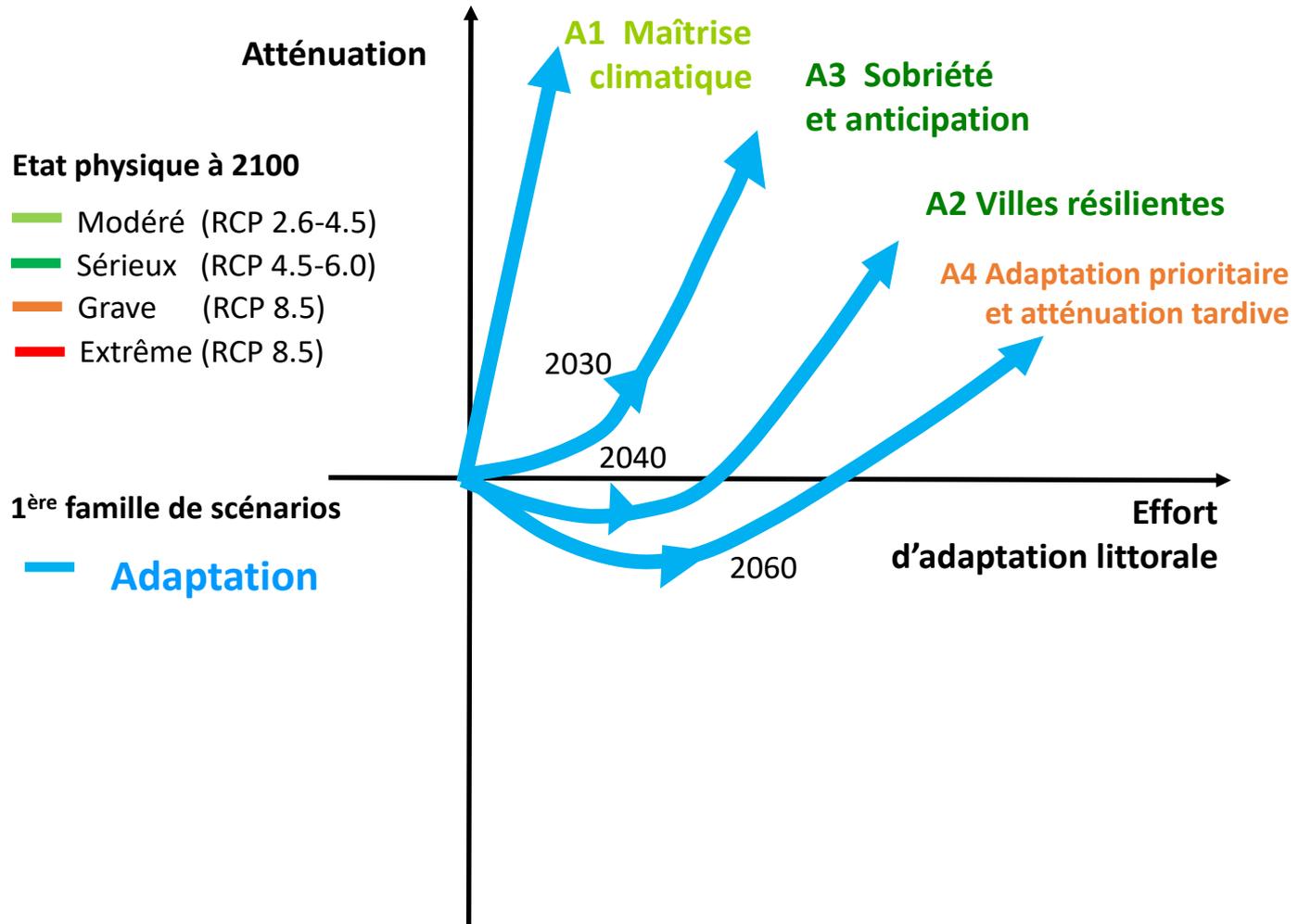
# Trois familles de scénarios

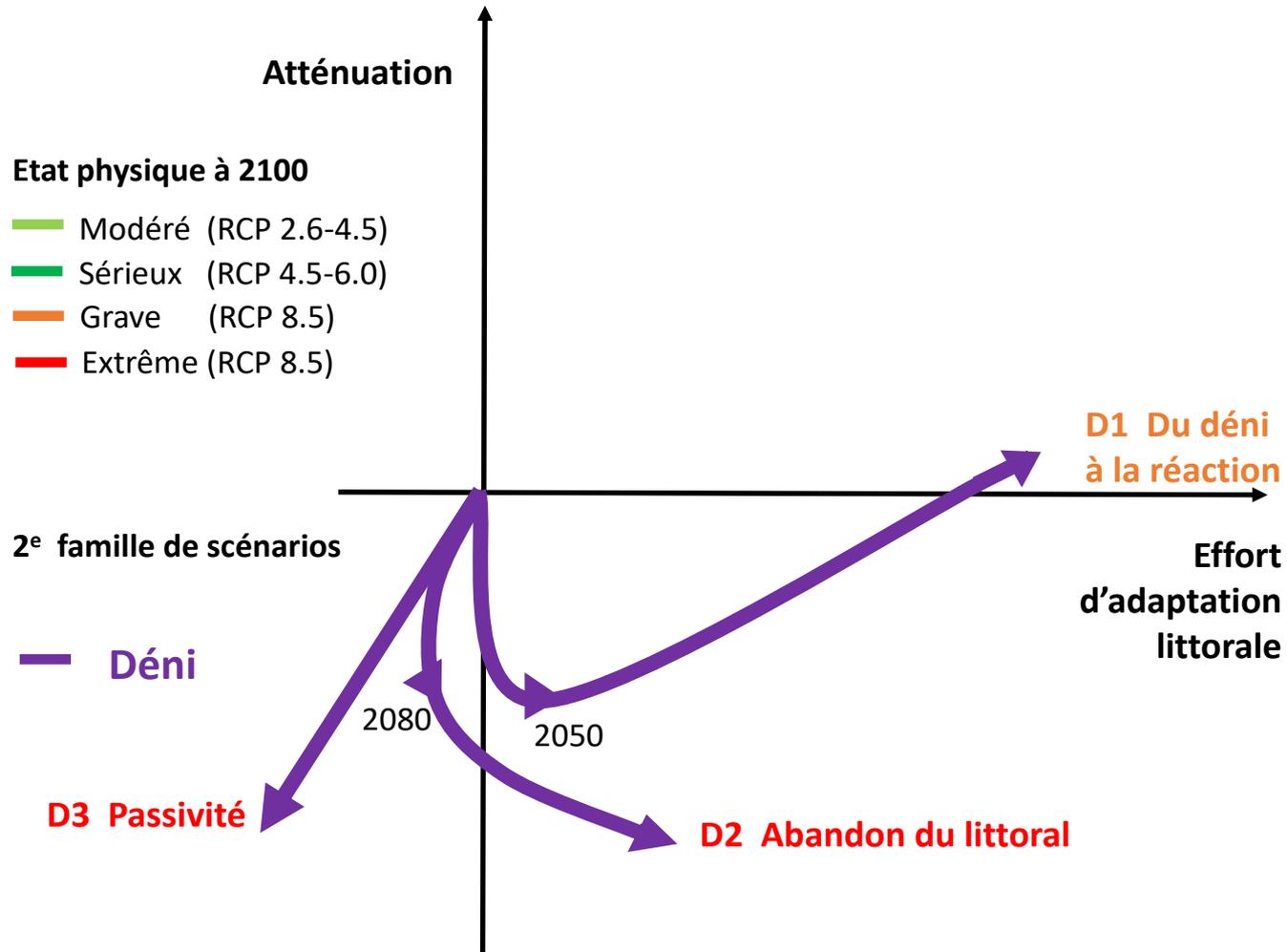
**8 scénarios** regroupés en **3 familles** :

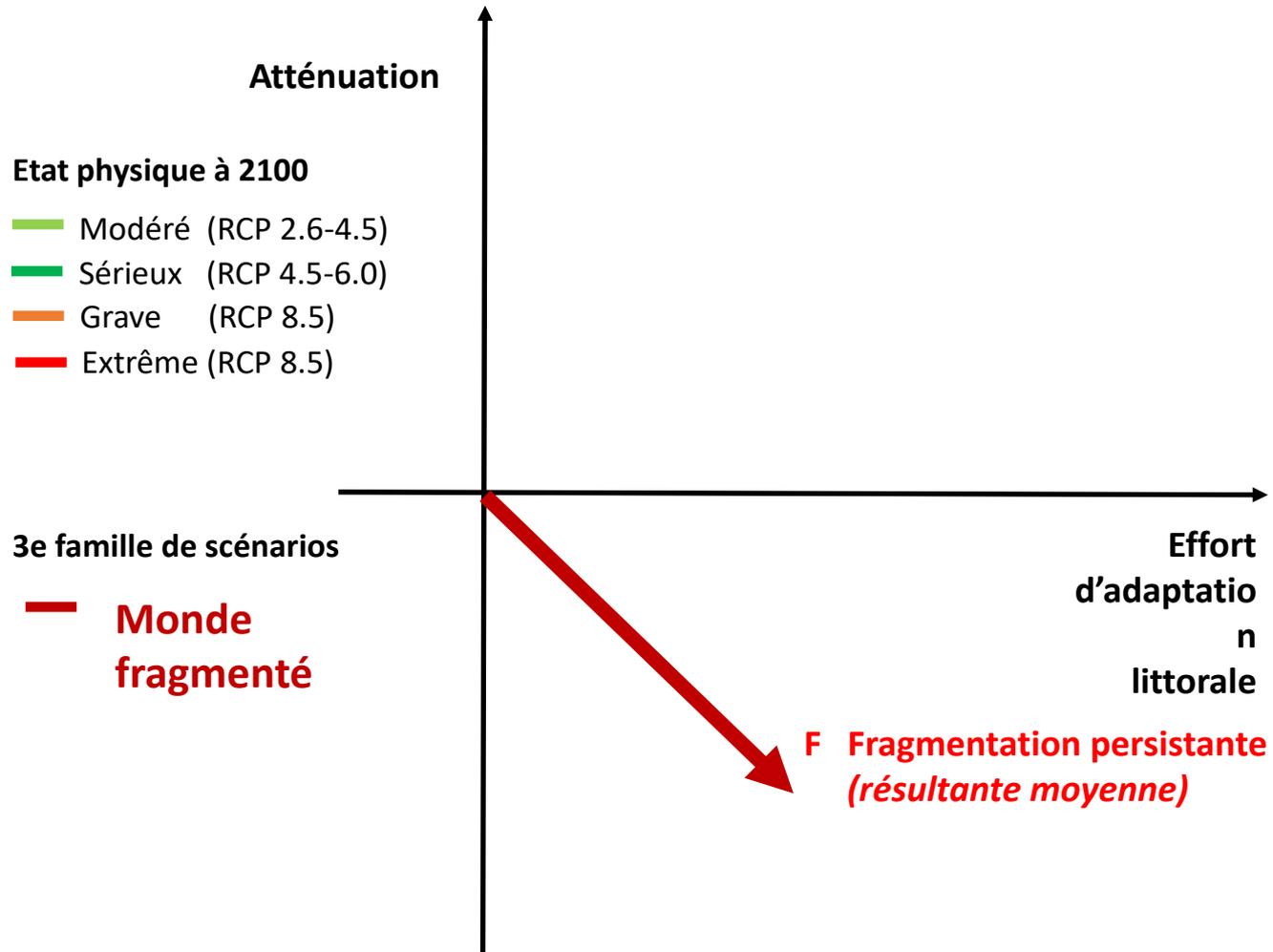
- **Adaptation** du littoral
- **Déni** du phénomène du changement climatique
- **Monde fragmenté**

Scénarios présentés selon les critères :

- **Effort d'adaptation littoral**
- **Effort d'atténuation du changement climatique**







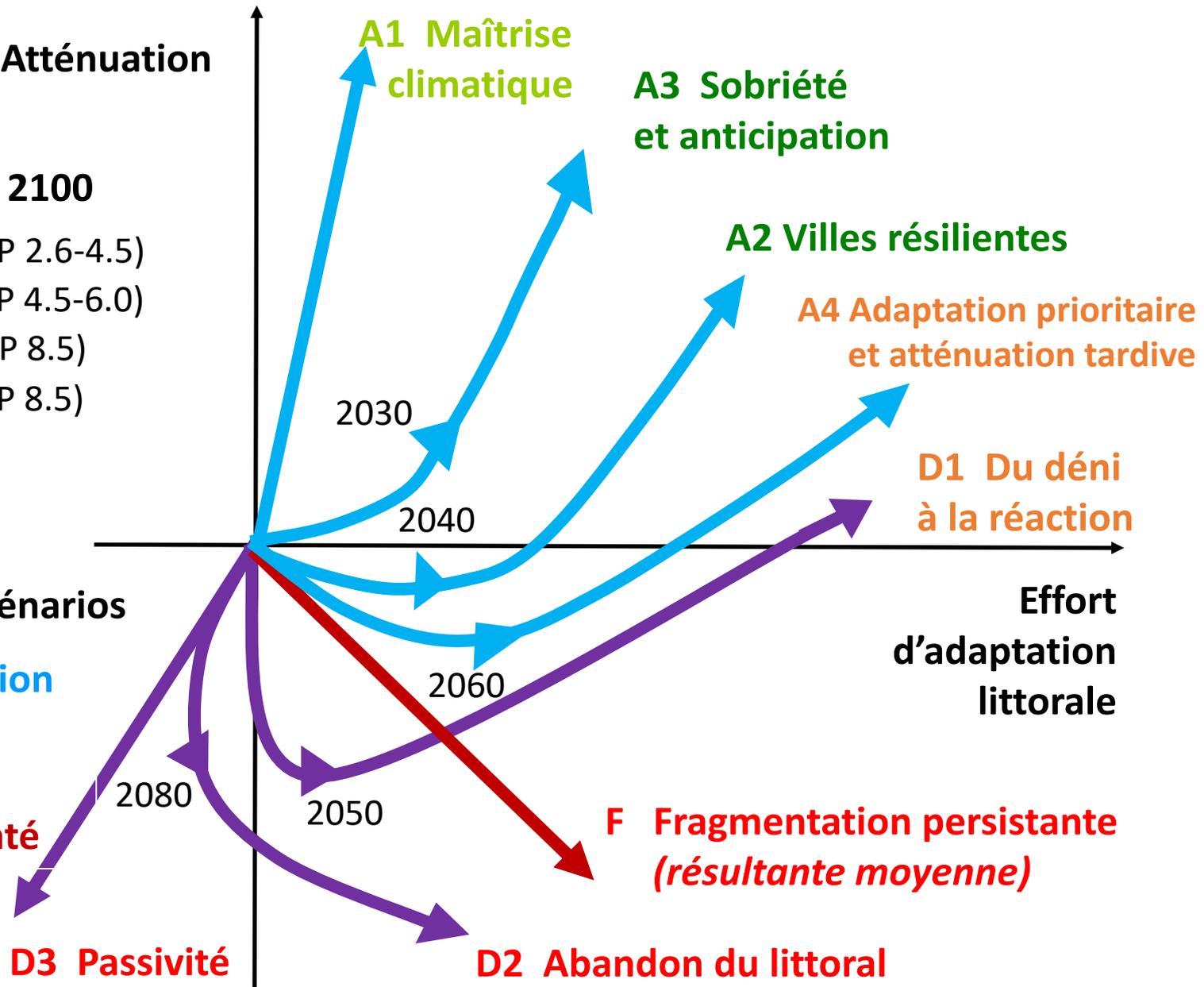
Atténuation

### 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

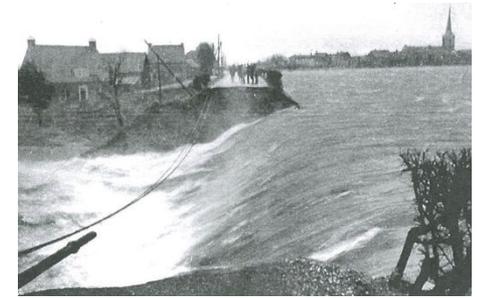


# PLAN

1. La prospective?
2. La mer monte: les causes
3. Une approche prospective
4. Exemples d'adaptation
5. L'intérêt de penser les futurs



# Ex. 1 : Les Pays-Bas



- **Pays-delta** le plus vulnérable d'Europe (17 Mo hab; 10<sup>e</sup> PIB)
- **Prise de conscience** ancienne + catastrophe de 1953
- **Submersion marine ET inondation fluviale** (Rhin-Meuse-Escaut)
- **Grands moyens** de suivi, modélisation, protection...  
=> Plan Delta
- **Accélération** du phénomène et besoin de réactivité accrue
- Approches des **limites du système** (2075?)

# Les Pays Bas

Noordzee

Amsterdam

Rotterdam

Duitsland



# Les Pays Bas (sans les digues)

Amsterdam



Amsterdam

Rotterdam



# Des travaux depuis des siècles



# Les Pays-Bas : Un plan coordonné construit en 50 ans

## De Deltawerken



# Des chefs-d'oeuvre d'ingénierie



# La mer monte? Allons vers la mer!



## Ex. 2 : la Nouvelle Aquitaine



**La photo qui résume tout**

# Les 4 stratégies face à la montée du niveau de la mer

**Protection dure  
(digues, barrages, pompes...)**



**Protection douce  
(basée sur la nature)**



**Adaptation de l'habitat,  
des infrastructures...**

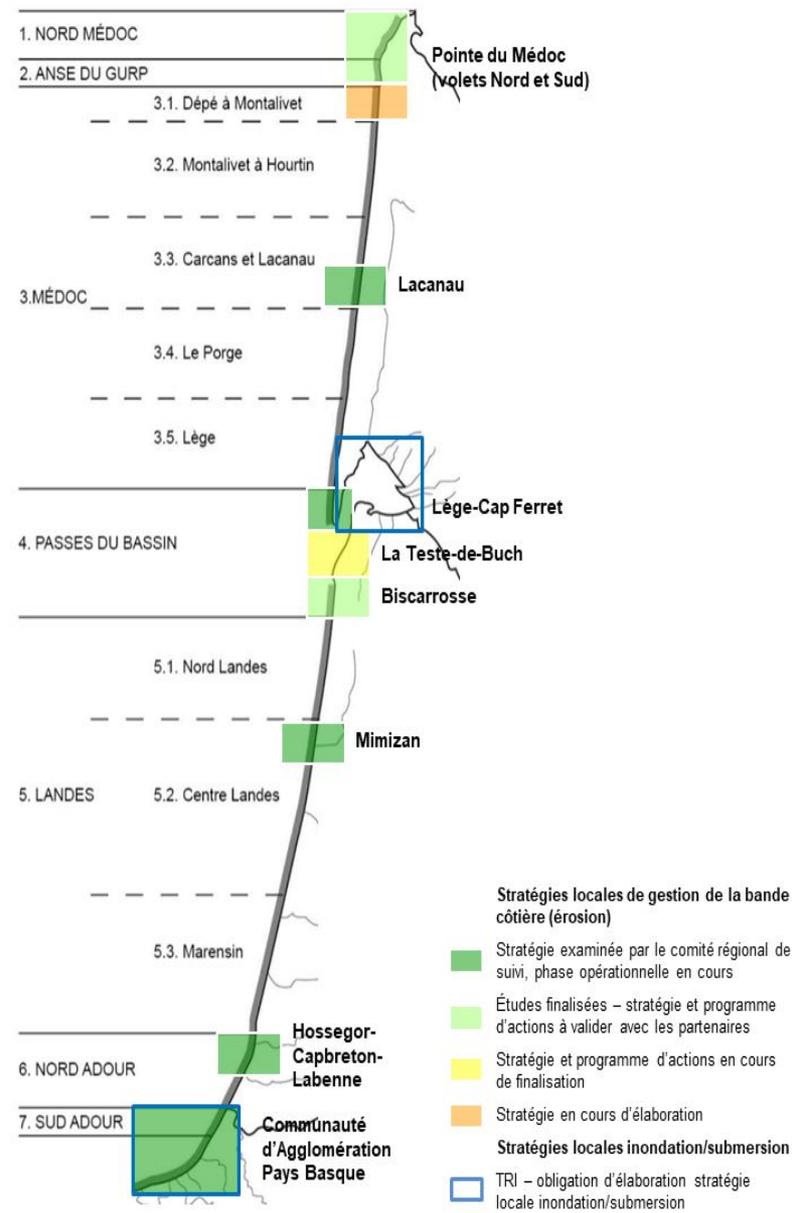


**Retrait +/- préparé:  
Abandon de territoires,  
villes, infrastructures...**



# Ex. 2 : 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)



# Une gouvernance complexe perfectible

Des procédures impliquant une multitude d'acteurs peu coordonnés :

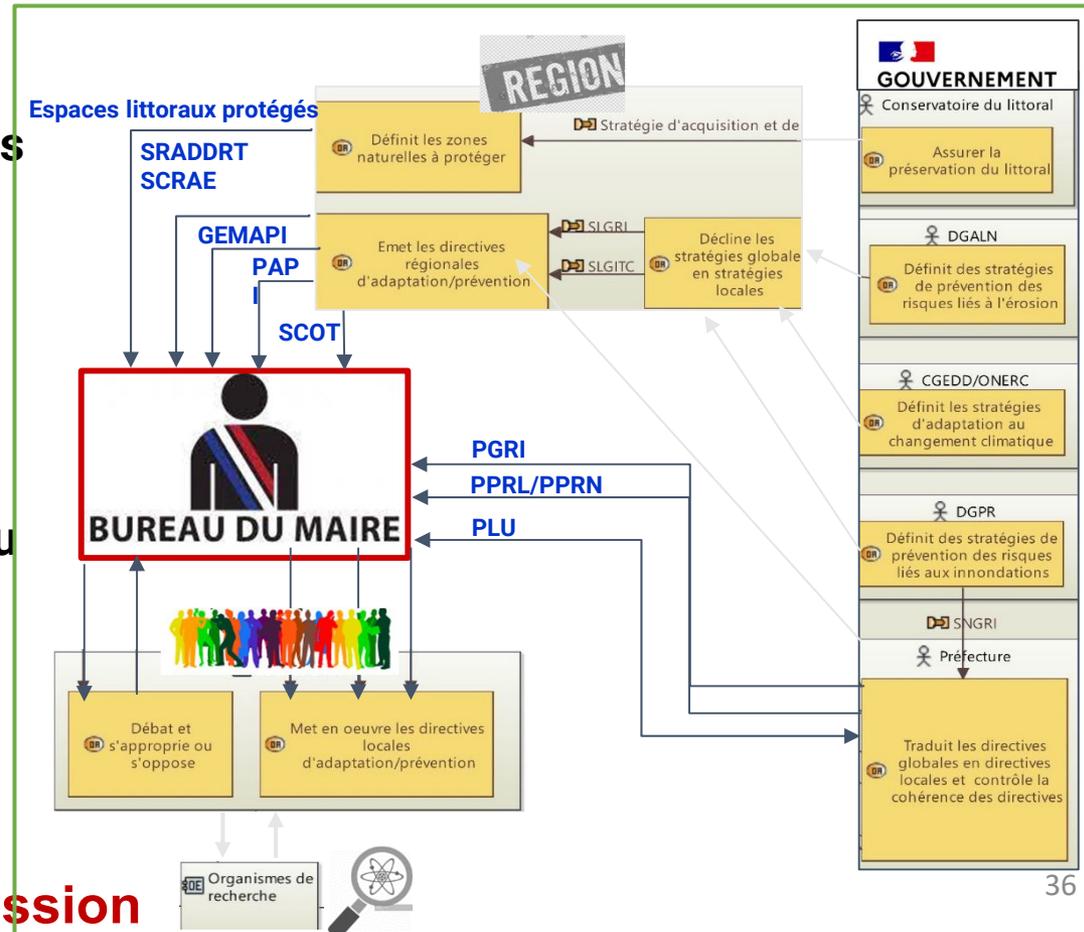
- selon des échelles temporelles peu conciliables (entreprises, élus, associations...)
- selon des échelles géographiques administratives, différentes du système hydro-sédimentaire.

• D'où



**Les maires sous forte pression**

**Long terme pas ou peu pris en compte**



# La fin de la logique d'indemnisation assurantielle

- Les dommages liés à l'érosion ne sont plus reconnus comme assurables car **ce ne sont plus des aléas** mais des **tendances**
- Même position du régime CATNAT (non soutenable par ailleurs)



*Immeuble Le Signal dans les années 1970.  
(source Le Monde)*



*Immeuble Le Signal en 2020.  
(source reporter.net)*

## Ex. 3: adaptation en Egypte



- Land covered by 0.5 m rise
- Land covered by 1.0 m rise

Population: 6 100 000  
Cropland (Km<sup>2</sup>): 4 500



# Comment transformer une **contrainte** en **atout**?

**1. Salinisation des rizières dans le bas delta du Nil : baisse des rendements**

**2. Plan pour de l'aquaculture d'eau saumâtre**

**3. Ensemencement des rizières en alevins sauvages**

**4. Elevage de 5 espèces toute l'année**

**5. De 90.000 T. en 1995 à  
1,6 Million T. en 2022**



# PLAN

1. **La prospective?**
2. **La mer monte: les causes**
3. **Une approche prospective**
4. **Exemples d'adaptation**
5. **L'intérêt de penser les futurs**



# SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

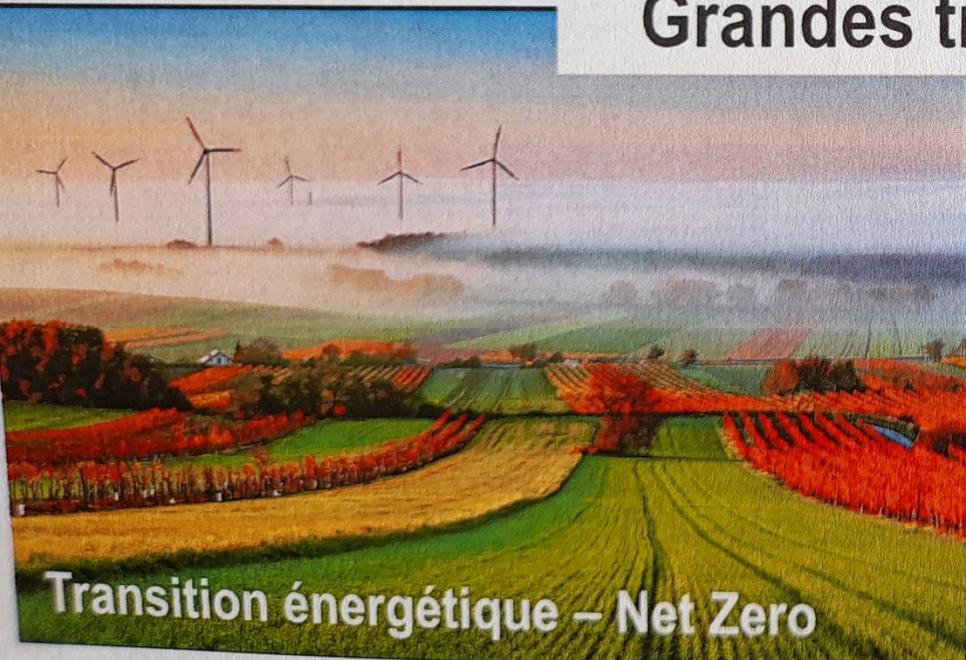


17 SDGs 2030



Transition écologique

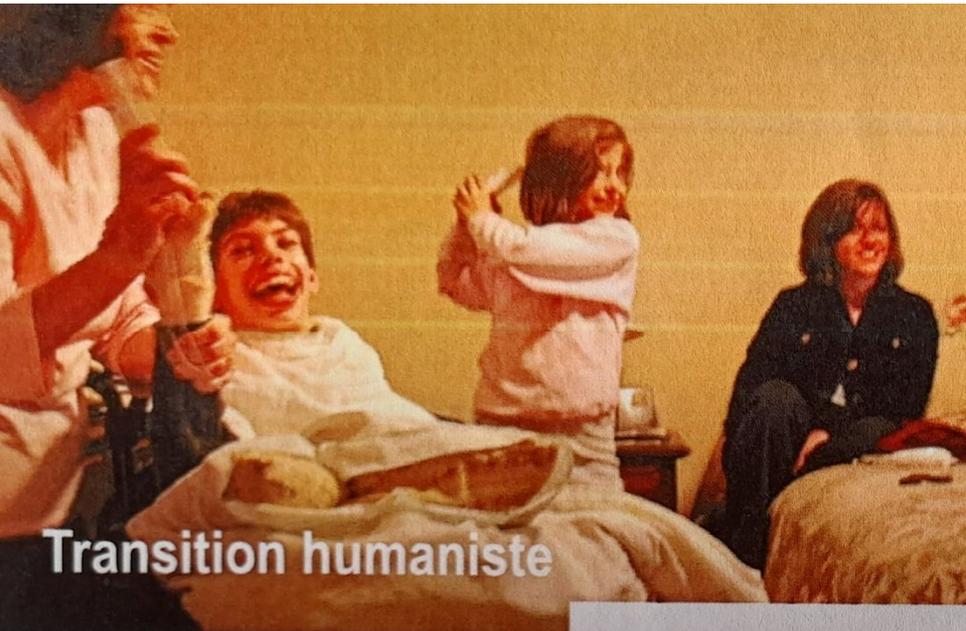
## Grandes transitions



Transition énergétique – Net Zero



Transition digitale

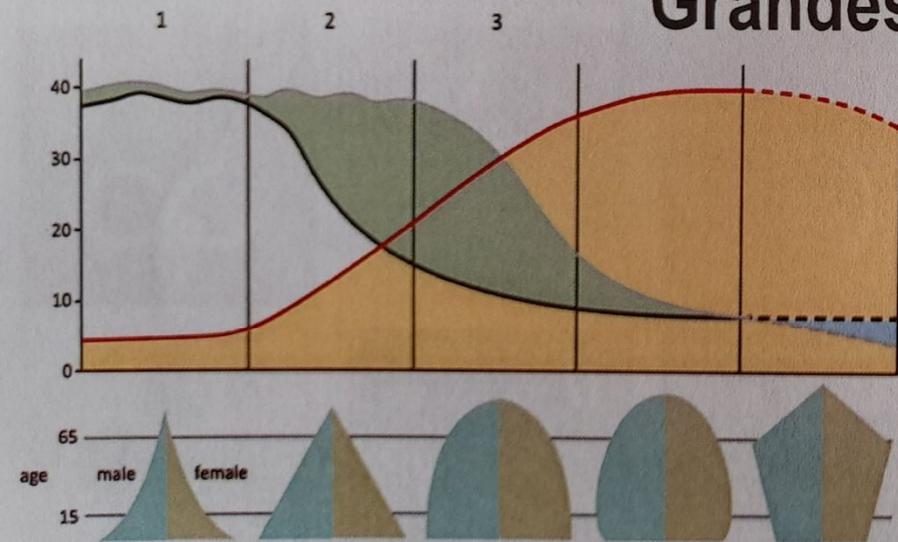


Transition humaniste

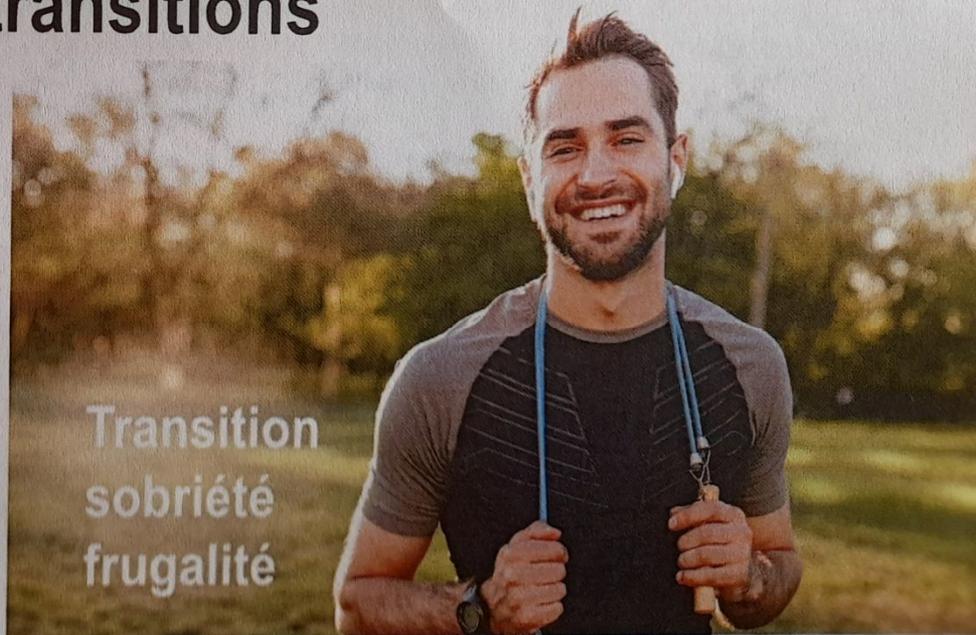


Transition économique

## Grandes transitions



Transitions démographiques



Transition sobriété frugalité

Deux  
transitions  
en émergence

Grandes  
transitions



# 10 Grandes transitions



- 17 Sustainable Development Goals 2030
- Transitions écologiques
- **Transitions énergétiques 2050 +**
- **Transitions démographiques**
- Transitions digitales
- Transition économique
- **Transition sobriété / frugalité**
- **Transition humaniste**
- **Transition stratégique européenne**
- **Découplage Etats-Unis - Chine**

# Vision prospective rappel: le film, pas la photo

**Température / Hausse de la mer / x...**

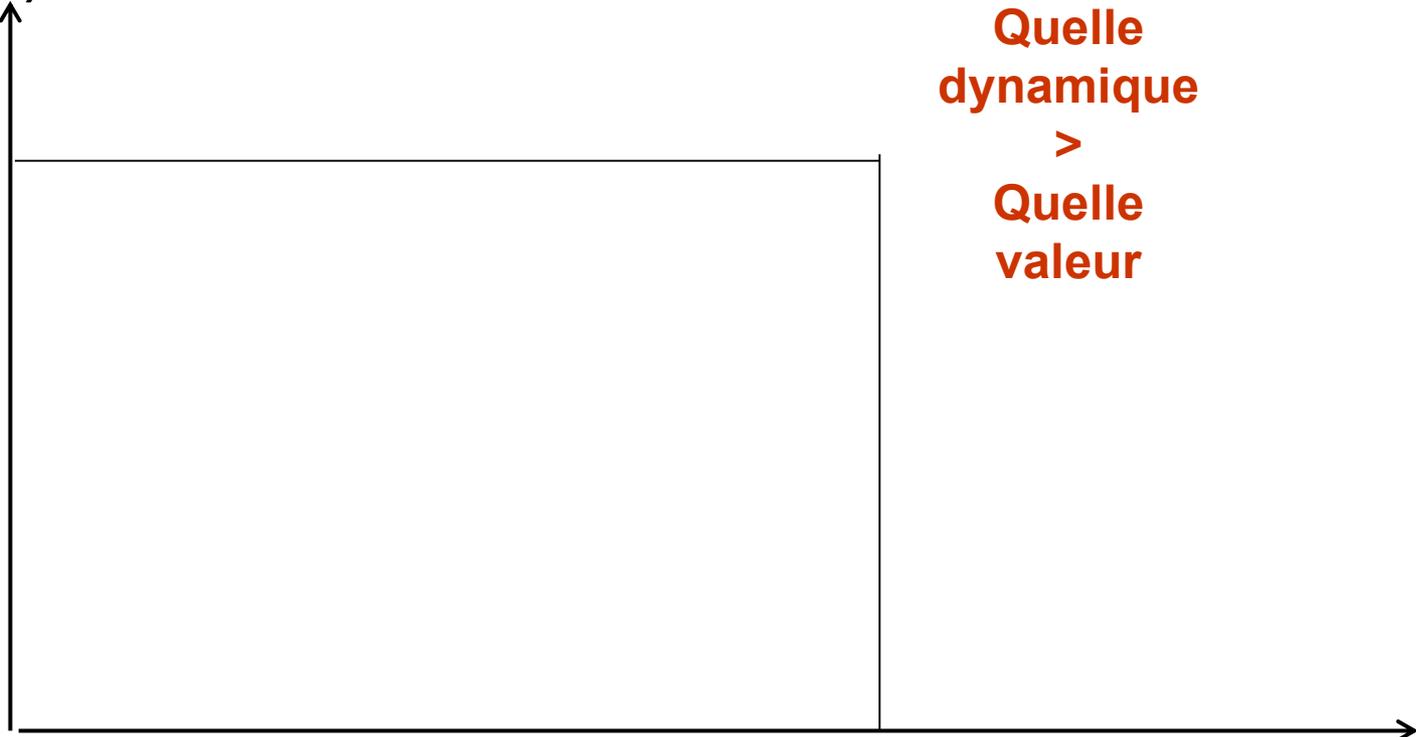
(par ex.)

**+3°C**  
et/ou  
**+1m**

**Quelle  
dynamique  
>  
Quelle  
valeur**

2022

2100

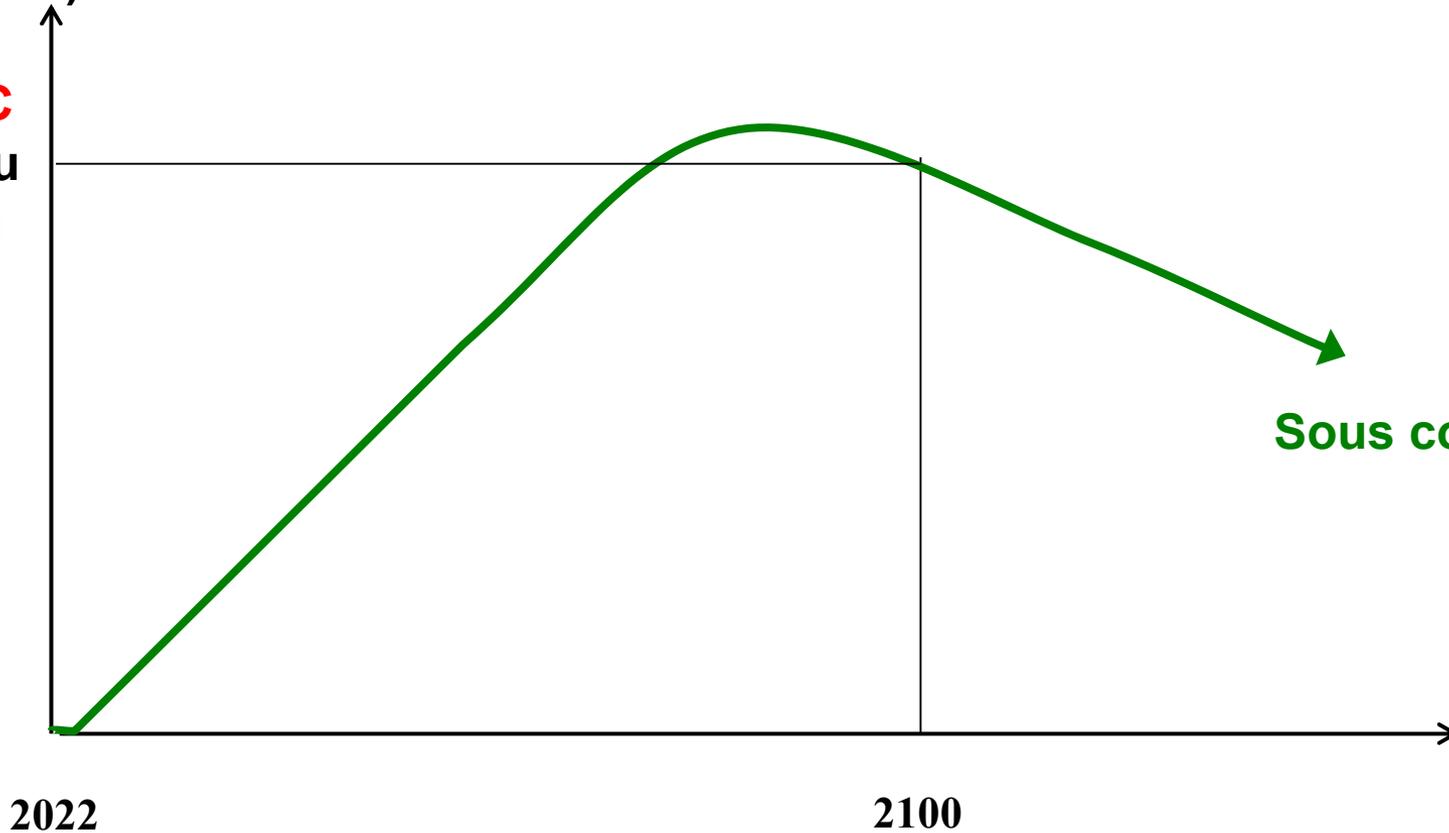


# Vision prospective rappel: le film, pas la photo

**Température / Hausse de la mer / x...**

(par ex.)

**+3°C**  
et/ou  
**+1m**



# Vision prospective rappel: le film, pas la photo

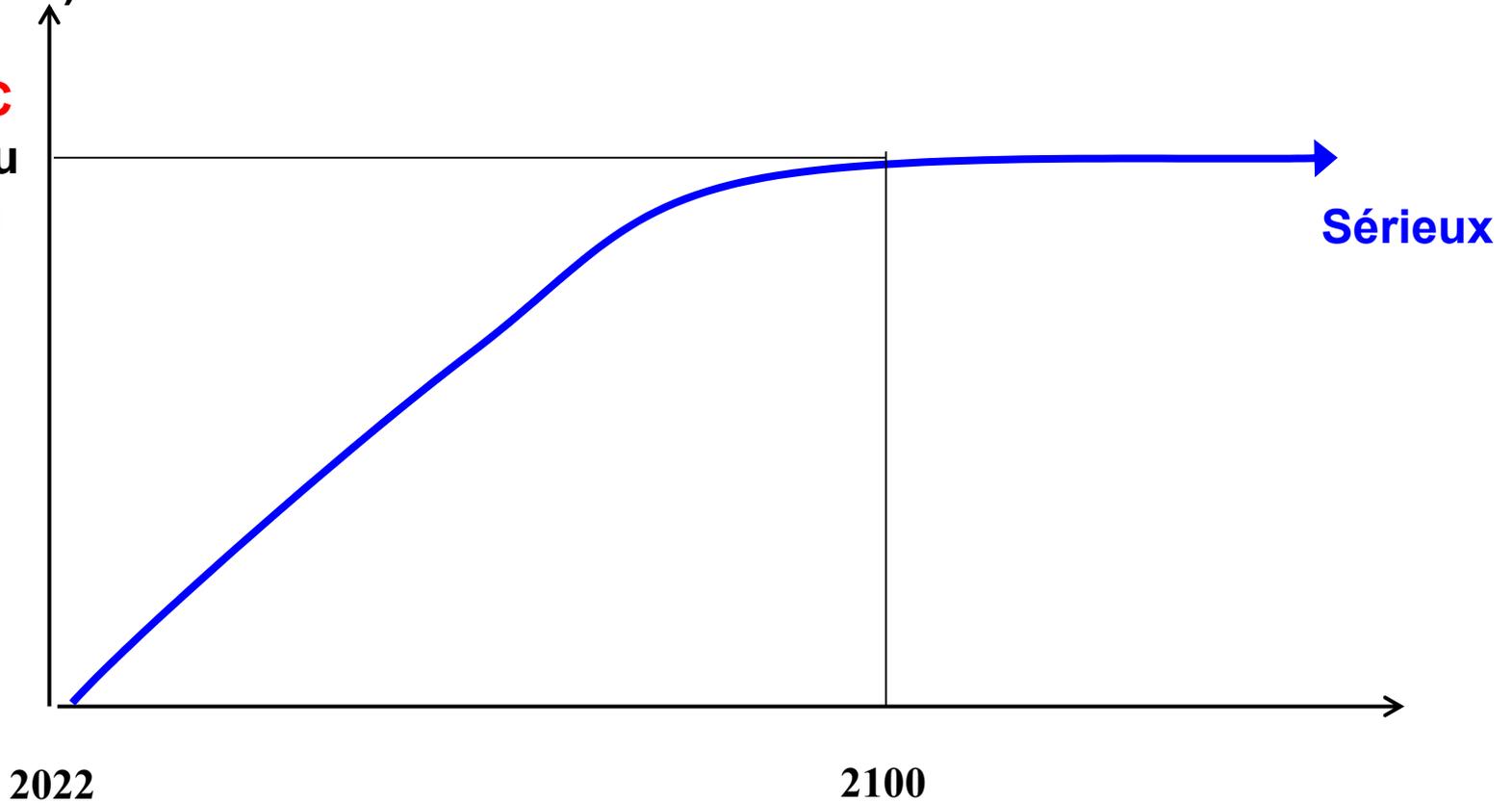
**Température / Hausse de la mer / x...**

(par ex.)

**+3°C**

et/ou

**+1m**

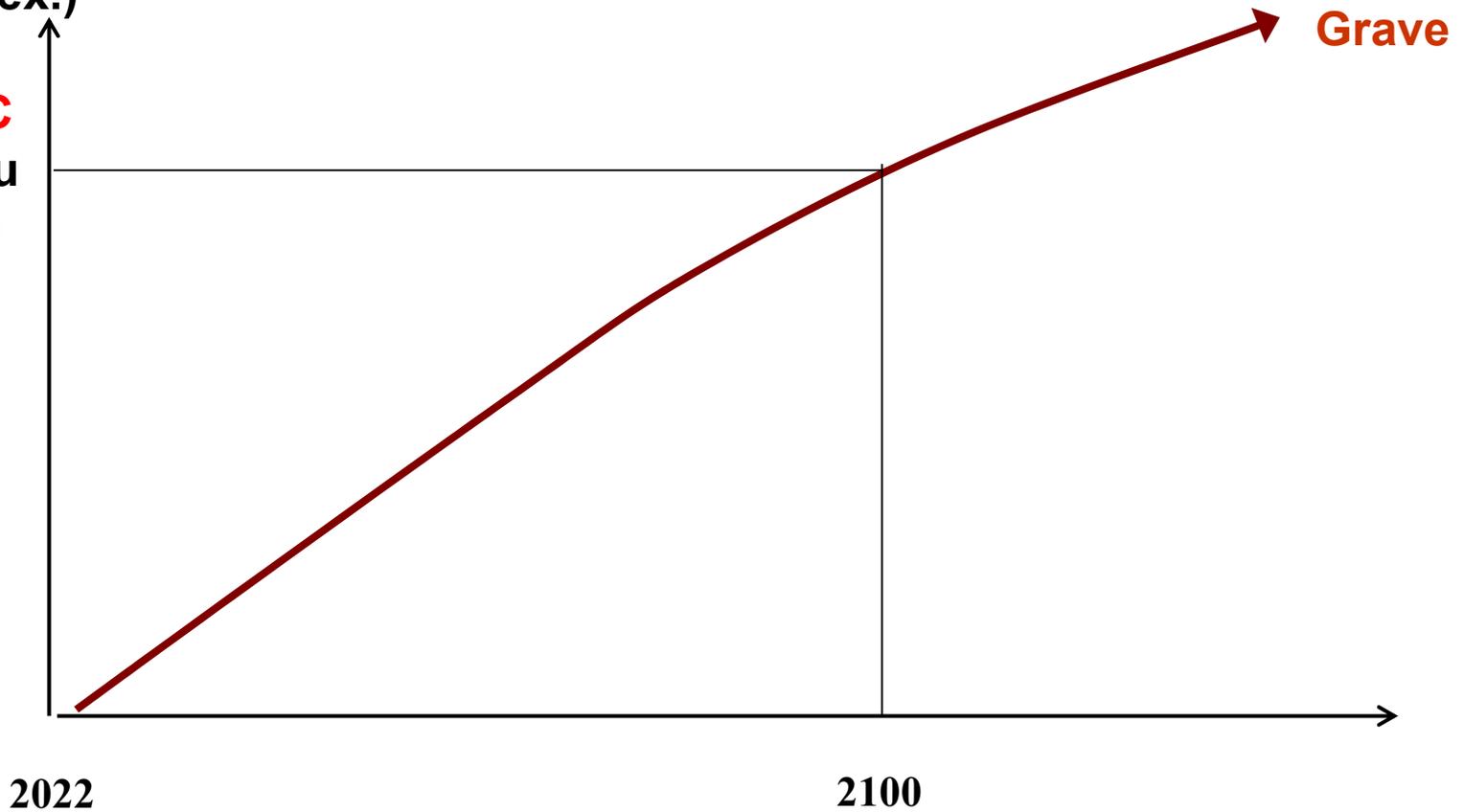


# Vision prospective rappel: le film, pas la photo

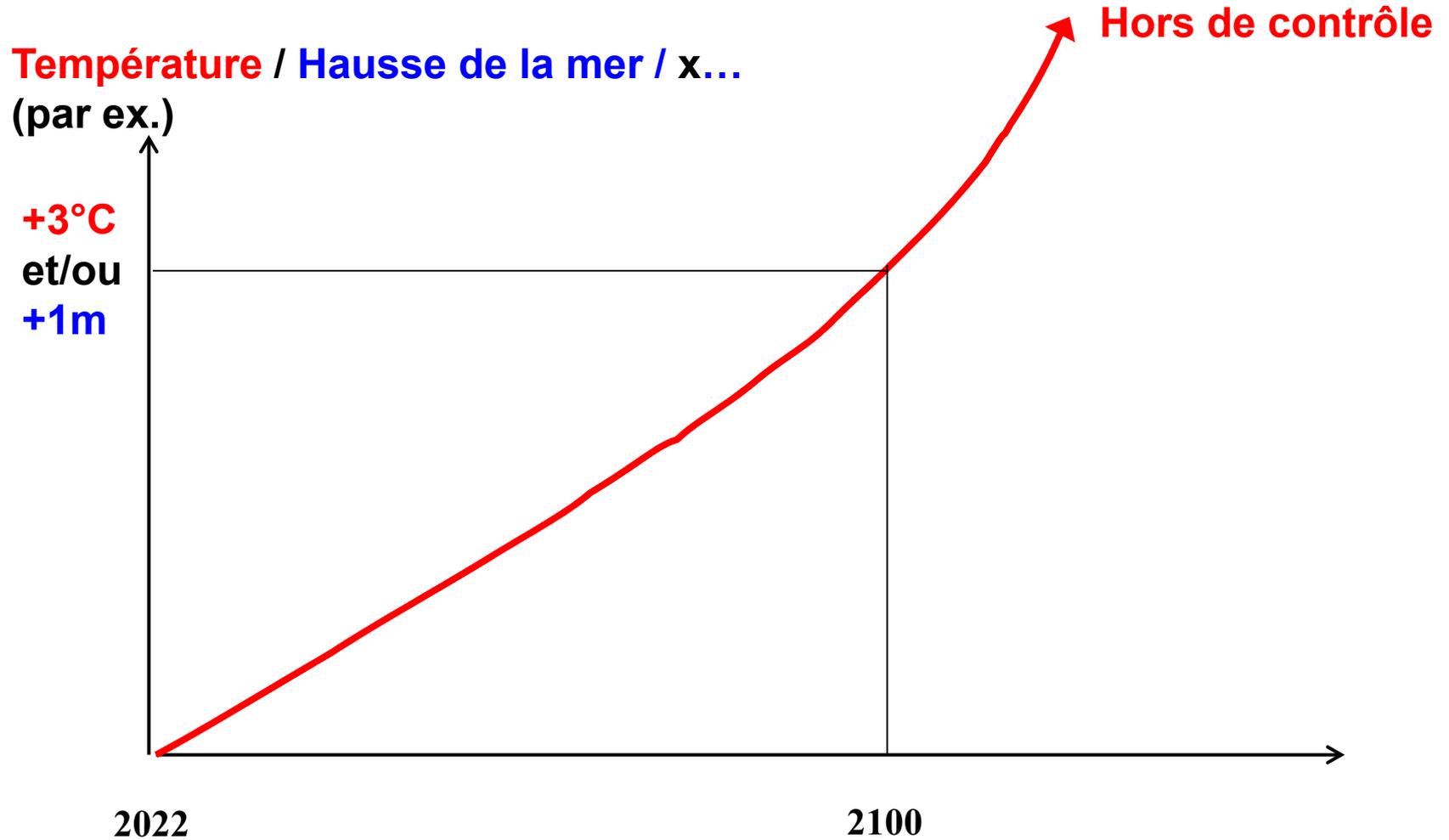
**Température / Hausse de la mer / x...**

(par ex.)

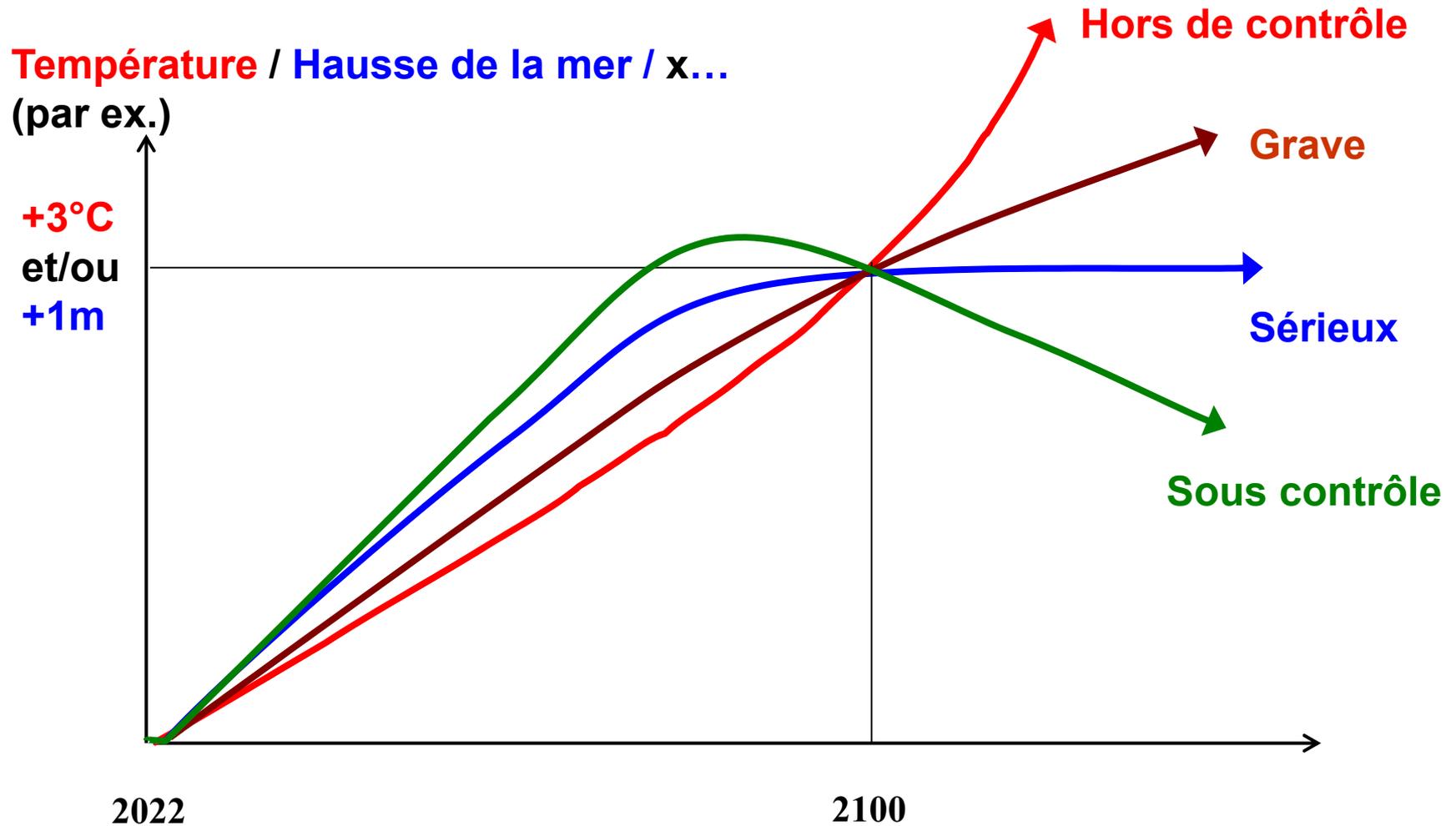
**+3°C**  
et/ou  
**+1m**



# Vision prospective rappel: le film, pas la photo



# Vision prospective rappel: le film, pas la photo



# Utilité de réfléchir au(x) futur(s)

Dans une organisation, la prospective

- Renforce le potentiel d'**intelligence collective**
- Améliore le travail collaboratif / **relations personnelles**
- Accroît la **capacité d'anticipation, d'action, de réaction,**
- Contribue à la **réduction des crises et des coûts**

# Intérêt de la prospective

## UN CATALYSEUR DE CONSENSUS

### 1. Pour l'étude collective des enjeux

Résultat : une approche plus « objective » du problème

### 2. Pour l'élaboration d'un programme commun d'actions

Résultat : des propositions concrètes, via des scénarios

**Utilité: un outil de DIALOGUE et de PROPOSITIONS**

**MAIS, les risques de toute étude:**

- un **impact limité**, au milieu de fort lobbying,
- ne pas être publiée au **bon moment**
- **effet de court terme** (5 ans environ)

**Une école de modestie et d'écoute**

(le sens du dialogue: prendre le risque de la pensée de l'autre)



“La vraie responsabilité n’est pas celle des intentions  
Mais celle des conséquences de ses choix”

Max Weber

“Apprendre à éviter l’ingérable  
Pour pouvoir gérer l’inévitable”

**GIEC**

## Quelques références

Merci de votre attention

- Cornish Edward. 2004 : Futuring : the exploration of the future; Bethesda (Md) : World Future Society, 313 p.
- Gaudin Thierry et al. 1990 : 2100 récit du prochain siècle. Etude du Ministère de la recherche ; France. Ed. Payot, Paris. 689 p.
- Institute for security studies, 2006 : the new global puzzle : what world for the EU in 2025 ? Ed. Gnesotto & Grevi. Paris; 249 p
- Jouvenel Hughes de. 2004 : invitation to foresight; Futuribles 87 p.
- Godet Michel et al, 1991 : de l'anticipation à l'action; manuel de prospective et de stratégie. Ed. Dunod, Paris. 390 p.
- Mediterranean : perspectives of the Blue Plan on environment and development; Ed. By G. Benoit and A. Comeau. Ed. de l'Aube. 430 p.
- NACA/FAO. 2001 : Aquaculture in the third Millenium. R. Subasinghe et al; Proceedings of the conference. Bangkok 20-25 Feb 2000. 471 p
- Passet René, 1979 : L'Economie et le Vivant; Payot. 350 p.
- Mermet, L. (2005) "Etudier des écologies futures. Un chantier ouvert pour les recherches prospectives environnementales", P.I.E.-Peter Lang, EcoPolis, Vol5, 411p.



### **Photos & remerciements à :**

***Ifremer, NOAA, National Geographic, J. Rougerie, S. Sadek (AACO), F. Simard (UICN), Bernard David (CEA), Véronique Lamblin (Futuribles), Nicolas de Menthière (IRSTEA), H. de Jouvenel (Futuribles), S. Treyer (Iddri), Marie de Lattre-Gasquet (CIRAD)***

# Annexe Rappel: Les grandes fonctions de la mer:

elle régule, supporte et renouvelle

1: absorbe 90% de la **chaleur** en excès

2: enfouit 40% du Carbone émis (CO2 surtout)

3: fournit 50% de l'Oxygène planétaire

4: apporte 16% des **protéines** à l'homme  
(Aquaculture et pêche)

5: supporte 85% du **trafic marchand** mondial

6: constitue le plus grand réservoir de **biodiversité**

7: recèle des **ressources énergétiques, minérales, biologiques** - fossiles et renouvelables

8: offre des espaces de **bien-être et de liberté**

