



# ***Les Trajectoires de Vulnérabilité des Territoires au service de l'interdisciplinarité : retour d'expérience et pistes de recherche***

Virginie Duvat, Professeur de Géographie

UMR LIENSs 7266, Université de la Rochelle-CNRS

Ecole d'été interdisciplinaire, Autour du 2°C – 3 au 7 juin 2019, Autrans





- Du régional au local -> **entrée par les territoires, définis comme des morpho-éco-socio-systèmes complexes, évolutifs et spécifiques**



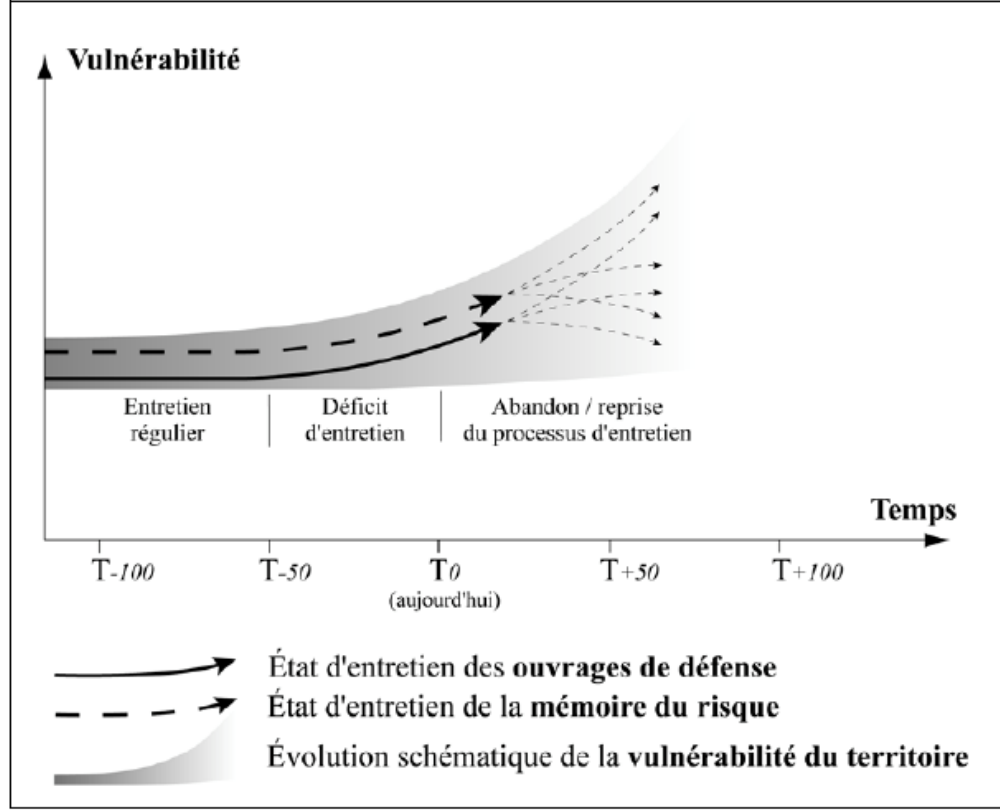
Philipsburg, Saint-Martin  
(après le passage d'Irma)

# ➤ Appréhendus à travers leurs Trajectoires de Vulnérabilité

La vulnérabilité (GIEC, 2001) dépend de trois facteurs :

- ⇒ Exposition (aux aléas)
- ⇒ Sensibilité (caractéristiques intrinsèques, physiques & humaines des territoires  
-> Forces et Faiblesses)
- ⇒ Capacité d'adaptation

## ➤ Approche **territorialisée, systémique** et **dynamique**



Cardona et al., 2012. Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Field et al. (eds) *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, pp 65–108

Duvat et al., 2017. Trajectories of exposure and vulnerability of small islands to climate change. *WIREs Climate Change*, e478.

Duvat et al., 2016. Trajectoires de vulnérabilité des littoraux de l'île de la Réunion aux risques liés à la mer (1950-Actuel). *Study Iddri*, 4 (16), 72 p.

Fazey et al., 2011. Maladaptive trajectories of change in Makira, Solomon Islands. *Global Environmental Change*, 21, 1275-1289.

Fawcett et al., 2017. Operationalizing longitudinal approaches to climate change vulnerability assessment. *Global Environmental Change*, 45, 79-88.

Magnan et al., 2012. Reconstituer les trajectoires de vulnérabilité pour penser différemment l'adaptation au changement climatique? *Natures Sciences Sociétés*, 19, 1-10.

**1. Pourquoi reconstruire des Trajectoires de Vulnérabilité Territoriale pour s'adapter au changement climatique ?**

**2. Comment construire l'interdisciplinarité autour des Trajectoires de Vulnérabilité ?**

**3. Quels sont, dans ce domaine, les défis scientifiques actuels ?**

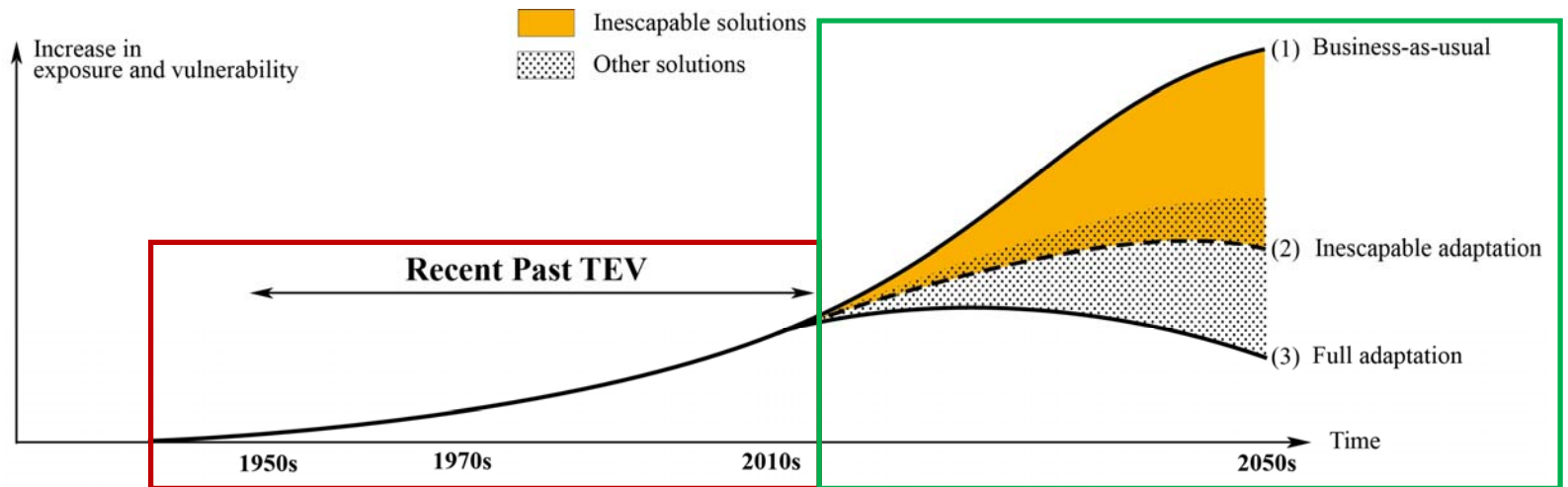
# 1. Pourquoi reconstruire des Trajectoires de Vulnérabilité Territoriale pour s'adapter au changement climatique ?

a. Parce que la Vulnérabilité, bien plus qu'un état, est **un processus continu qui s'inscrit dans des échelles spatio-temporelles emboîtées** : l'Anthropocène est une période de changements rapides qui révolutionnent les territoires à toutes les échelles (mondialisation, croissance démographique, littoralisation, expansion, avènement des modes de consommation actuels, etc.)

b. Parce que, dans le contexte du **Changement Global**, une approche par les TV permet de mettre en évidence les **Facteurs et Processus de contrôle des changements** : approche compréhensive qui vise, au-delà de *décrire les changements en cours (étape 1)*, à *les expliquer (étape 2)*, pour pouvoir *in fine...*

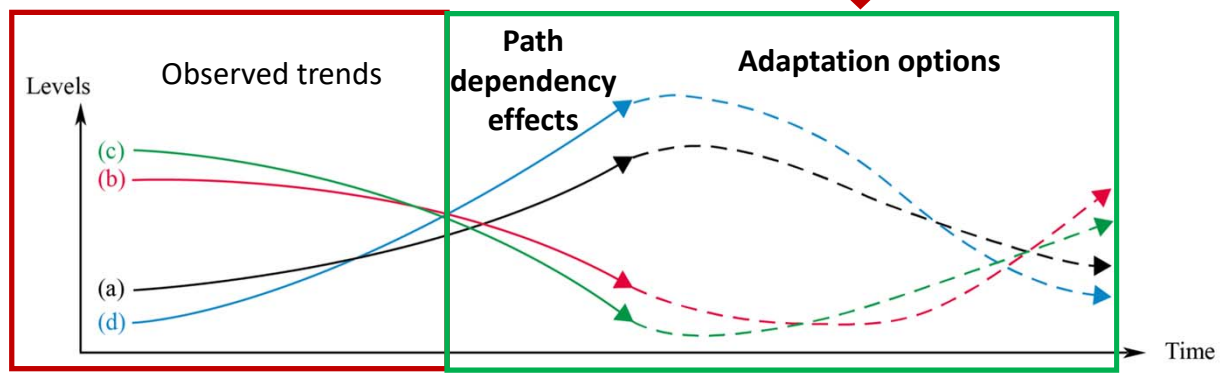
c. ... **Appréhender les changements futurs (approche prospective SHS)** : les sociétés humaines et leurs territoires étant difficiles à modéliser, en dehors de paramètres comme la démographie... -> **Quelles méthodes pour pouvoir dire quelque chose de robuste du futur ? Et qui soit utile aux acteurs en charge de la gestion/de l'ACC ?**



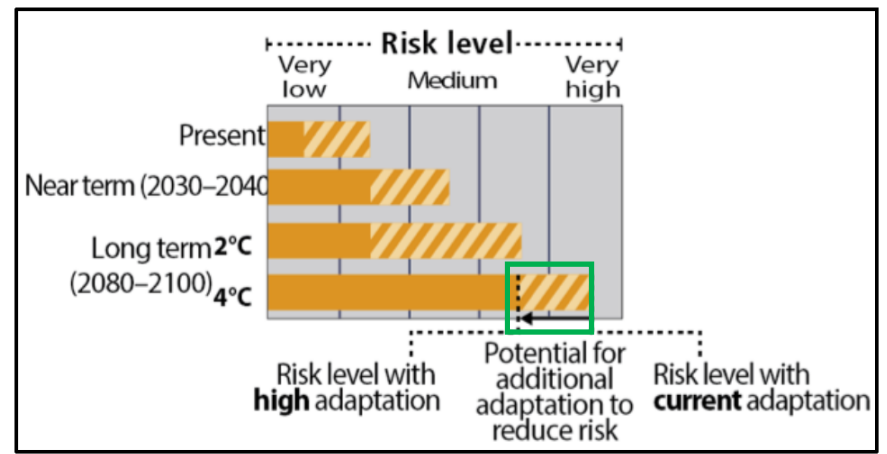


Magnan et Duvet, submitted


Adaptation pathways



- (a) Number of human assets within the 100-m wide coastal strip
- (b) Change in shoreline position
- (c) Change in the area of terrestrial natural coastal buffers (e.g. vegetated beach-dune systems)
- (d) Change in the spatial extent of coastal defences (seawalls, etc.)



-> Renseigner le Passé pour informer le Futur :  
*'Back to the Future'*

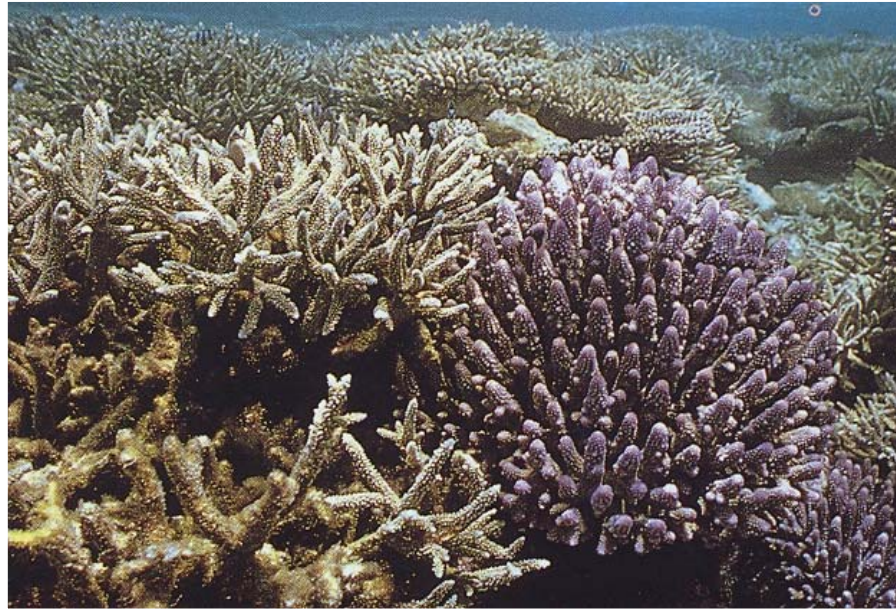
An aerial photograph of a coral atoll, showing a series of interconnected reefs and lagoons. The water is a deep blue, while the shallow areas near the reefs are a lighter, turquoise color. The atoll is surrounded by a vast expanse of deep blue ocean.

**ILLUSTRATION DES BÉNÉFICES DE L'APPROCHE PAR LES  
TRAJECTOIRES DE VULNÉRABILITÉ POUR L'ADAPTATION :  
*LE CAS DES ATOLLS***





Tarawa  
Kiribati



## VULNÉRABILITÉ ACTUELLE TRÈS FORTE

- Surface :  $<1 \text{ km}^2$
- Altitude :  $<4 \text{ m}$
- Contexte : hyper-océanique (exposition sur  $360^\circ$ )
- Structure : sédiments non consolidés, dépendance/écosystème récifal
- Forte sensibilité aux perturbations anthropiques



OCÉAN

LAGON

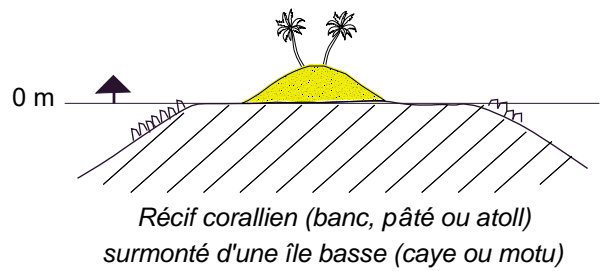




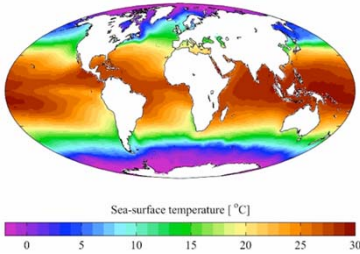
# CE QUI S'IMPOSE JUSQU'EN 2010

SLR + hausse des  
T° océaniques +  
acidification + intensification  
des vagues de tempête

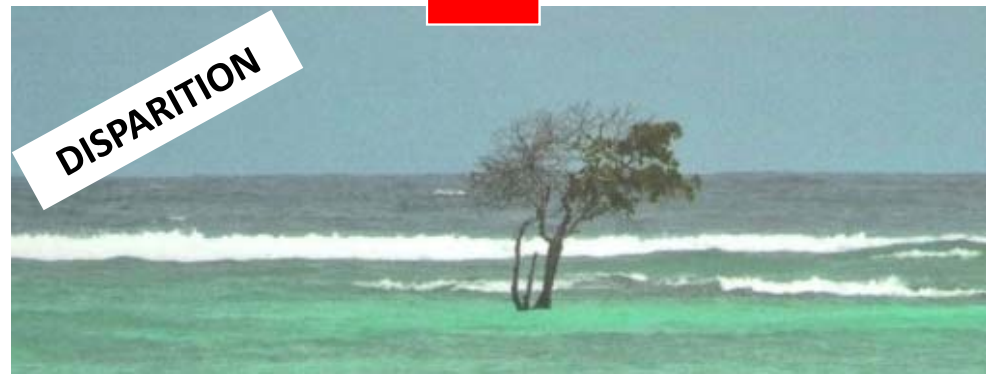
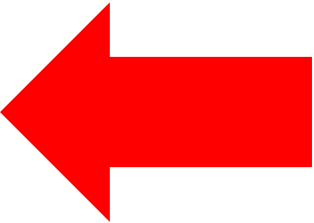
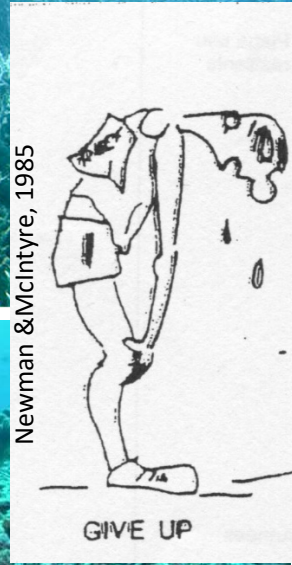
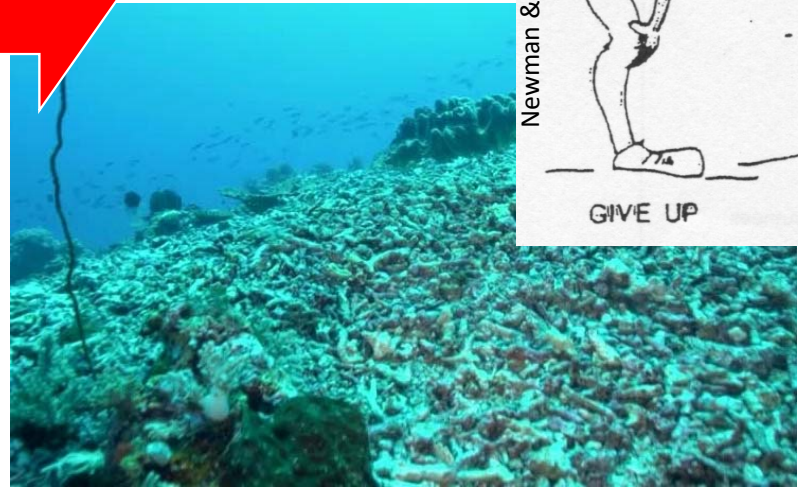
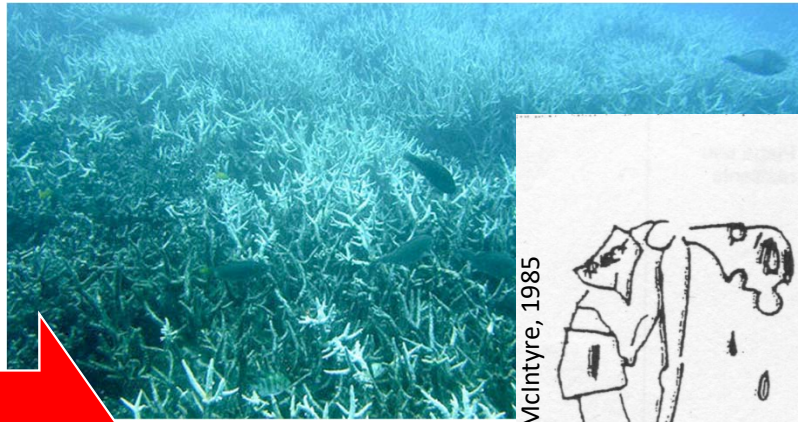
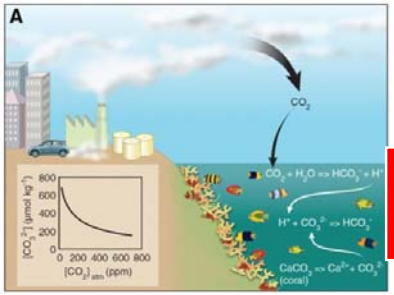
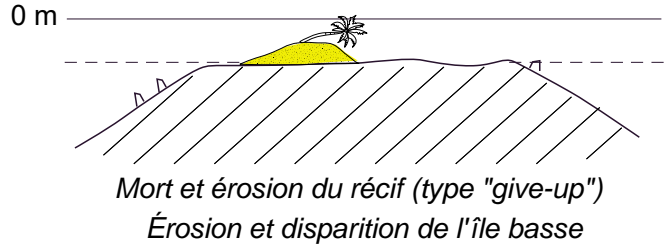
2019

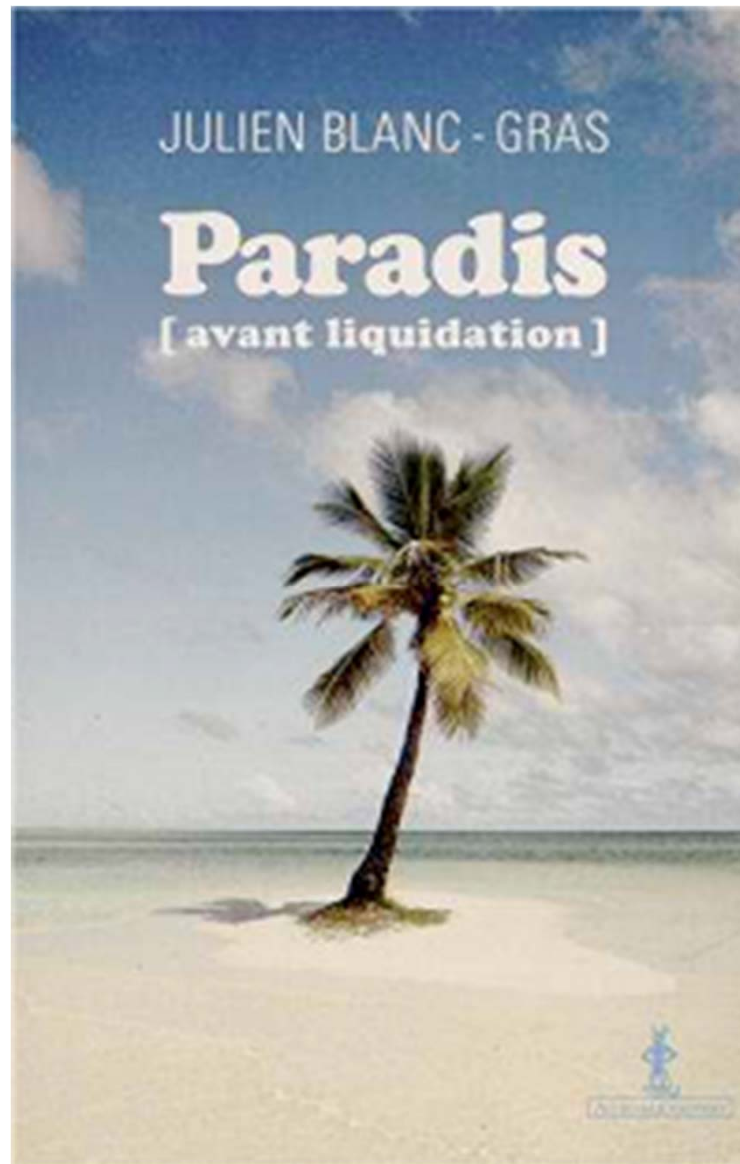


+



2050-70 ?

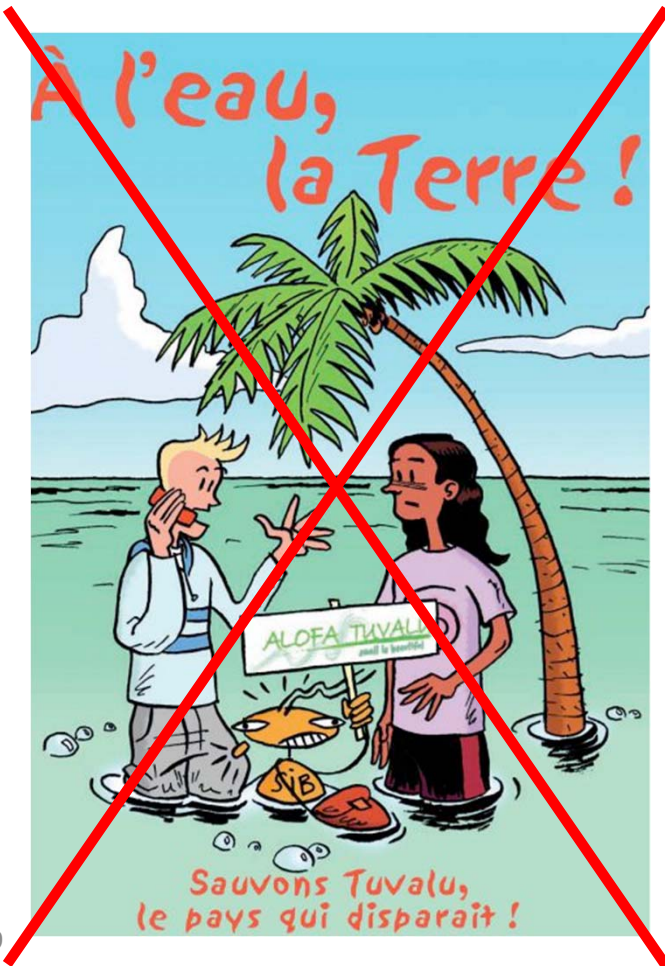




**MIGRATION  
INTERNATIONALE  
EN URGENCE**



# « RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE » EN 2010 ! CONFIRMATION DEPUIS LORS

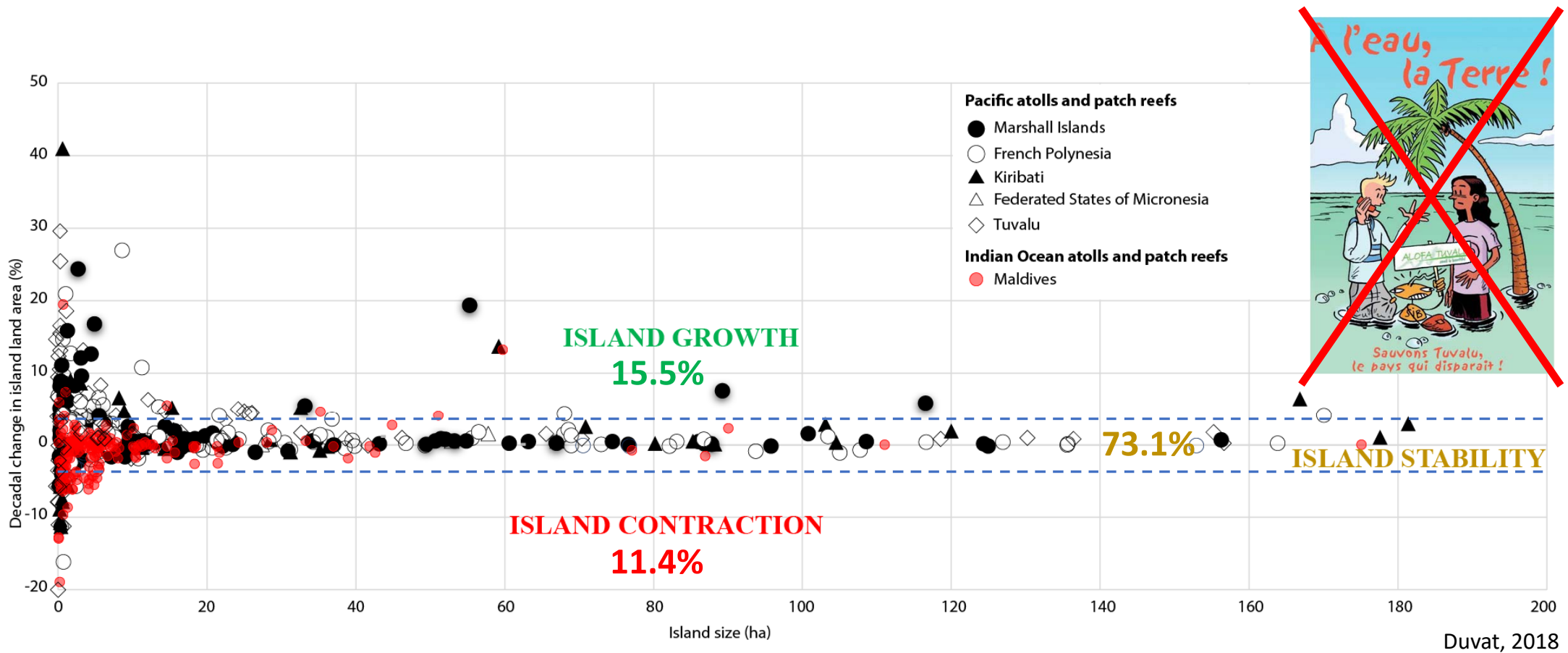


		Change in atoll land area	Change in island land area	Rate of sea-level rise (mm/yr)		Change in atoll land area	Change in island land area	Rate of sea-level rise (mm/yr)*
Kiribati	North Tarawa	40	27.5 12.5 (red), 60.0 (green)	2.5 (ref 8)	Tuvalu	Funafuti	26 11.5 (red), 38.5 (green)	5.1 (ref 8)
	South Tarawa	8	12.5 12.5 (red), 75 (green)	2.5 (ref 8)		Nanumaga	7 28.6 (red), 57.1 (green)	3.9 (ref 42)
FSM	Pingelap	3	100.0	2.0 (ref 8)	Niulakita	1	100.0	3.9 (ref 42)
	Mokil	3	100.0	2.0 (ref 8)		Niutao	1	100.0
French Polynesia	Rangiroa	7	100.0	2.5 (ref 8)	Nui	13	100.0	3.9 (ref 42)
	Tikehau	11	45.5 9.0 (red), 45.5 (green)	2.5 (ref 8)		Nukufetau	26 19.3 (red), 53.8 (green)	3.9 (ref 42)
	Mataiva	13	15.4 84.6 (green)	2.5 (ref 8)	Nukulaelae	19 15.8 (red), 47.4 (green)	3.9 (ref 42)	
	Takaraoa	68	80.1 19.9 (green)	2.5 (ref 8)	Vaitupu	8 12.5 (red), 37.5 (green)	3.9 (ref 42)	
	Takapoto	26	7.7 11.5 (red), 80.8 (green)	2.5 (ref 8)	Ebon	19 5.3 (red)	2.2 (ref 32)	
	Manihi	41	63.4 36.6 (green)	2.5 (ref 31)		Lae	15 93.3 (green)	2.2 (ref 32)
Maldives	Tetiaroa	12	8.3 8.3 (red)	2.4 (ref 33)	Likiep	56 1.8 (red), 10.7 (green)	2.2 (ref 32)	
	Tupai	5	20.0 80.0 (green)	2.4 (ref 33)		Majuro	15 60.0 (green), 40.0 (red)	3.0 (ref 27)
	Manuae	6	100.0	2.9 (ref 31)	Rongerik	11 9.1 (red), 27.3 (green)	2.2 (ref 32)	
Huvadho	176	23.3 6.2 (red), 70.5 (green)	3.2 (ref 34)	Ujae	9 100.0	2.2 (ref 32)		
					Wotje	49 91.8 (green)	2.2 (ref 32)	
					Wotho	15 80.0 (green)	2.2 (ref 32)	

56 Number of study islands per atoll

- Stability
  - Decrease
  - Increase
- in atoll land area

● Proportion of islands that were stable (orange), increased (green) or decreased (red) in size over the past decades to century



-> **86.6%** des îles coralliennes ont connu une stabilité ou une augmentation de leur surface au cours du passé récent (dernières décennies au dernier siècle)

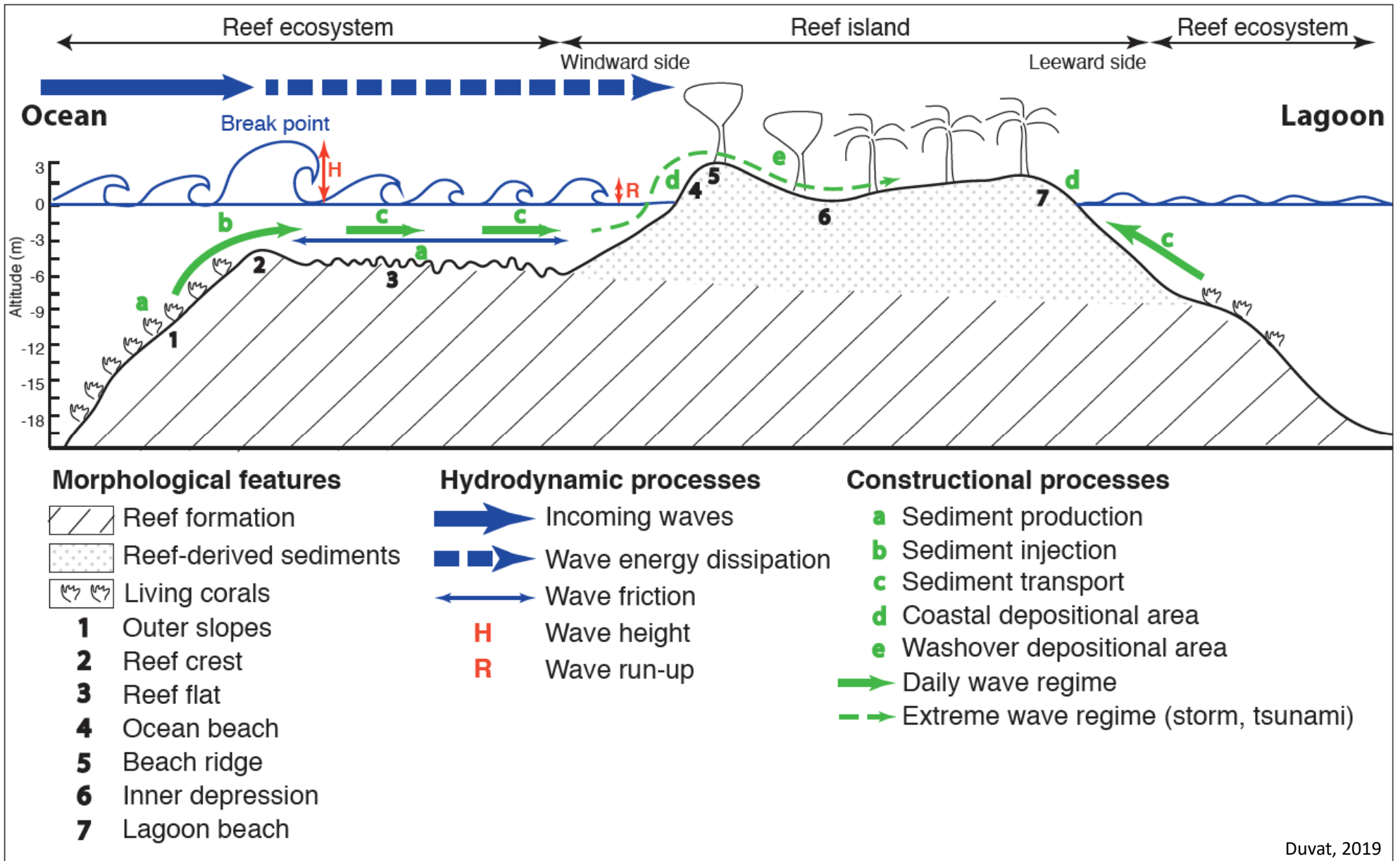
-> À ce stade, **SLR** n'a pas encore engendré une érosion massive de ces îles



# POURQUOI ?

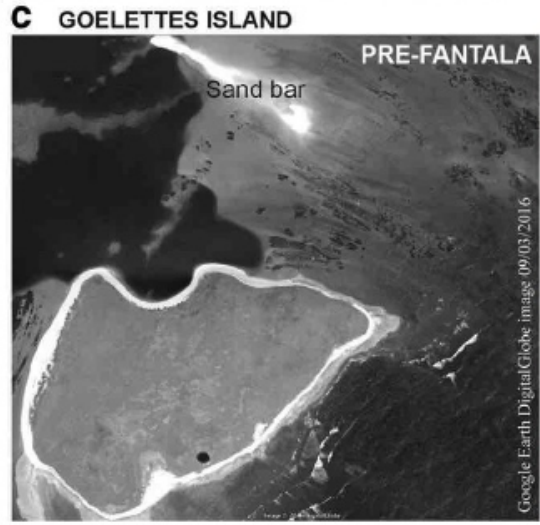
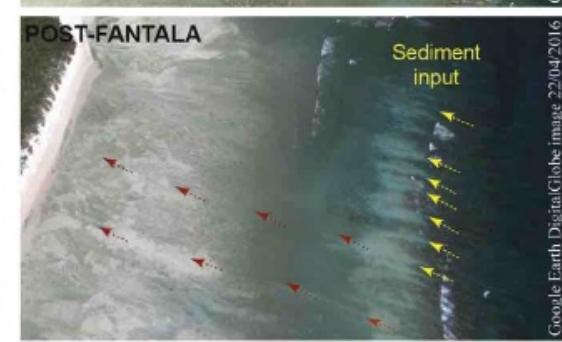
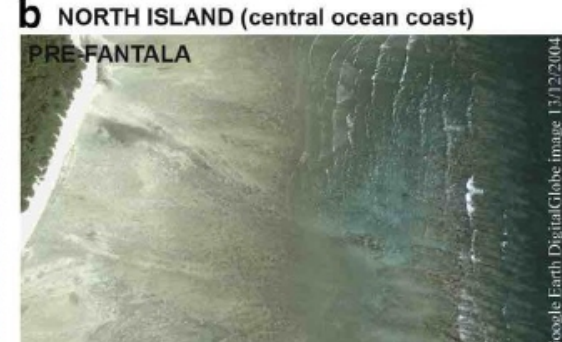
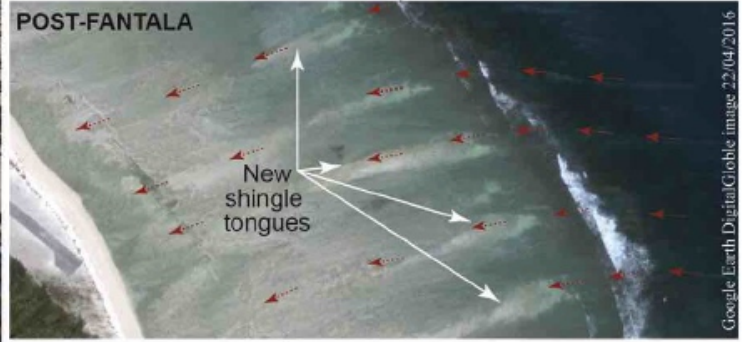
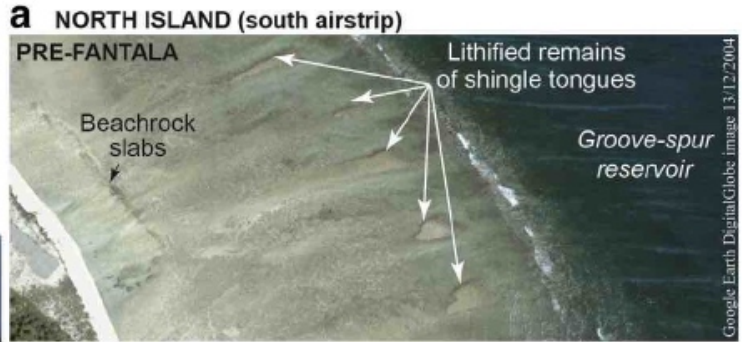
## RÉALITÉ COMPLEXE, FACTEURS DE CONTRÔLE MULTIPLES







Ex. de l'atoll de Farquhar, Seychelles : cyclone de catégorie 5 Fantala (avril 2016)



- Sediment path
- Sediment input from the groove-spur reservoir

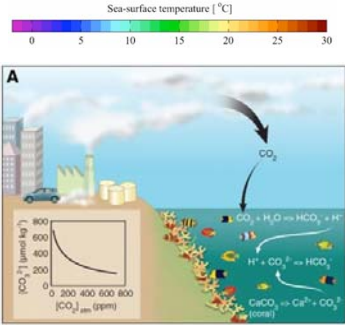
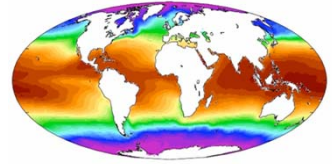
Duvat et al., 2017



2018



Récif corallien (banc, p $\hat{a}$ t $\hat{e}$  ou atoll)  
surmont $\acute{e}$  d'une  $\hat{i}$ le basse (caye ou motu)



KEEP UP

Newman & McIntyre, 1985

2030-50-70



Compensation de l' $\acute{e}$ l $\acute{e}$ vation du niveau  
de la mer par la croissance r $\acute{e}$ cifale (type "keep-up")  
et maintien de l' $\hat{i}$ le basse par exhaussement



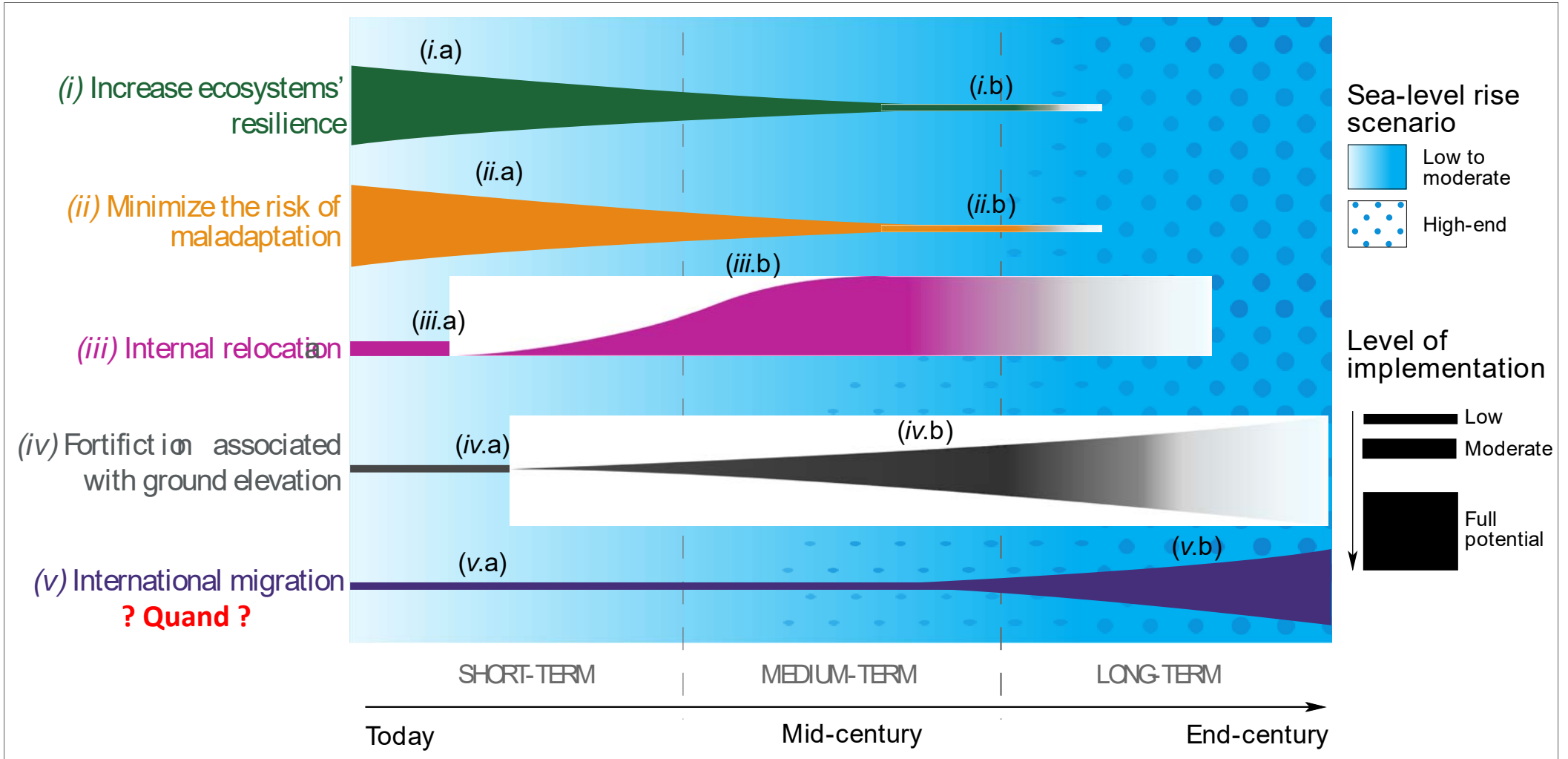
CATCH UP



MAINTIEN



# IMPLICATIONS EN TERMES D'ADAPTATION

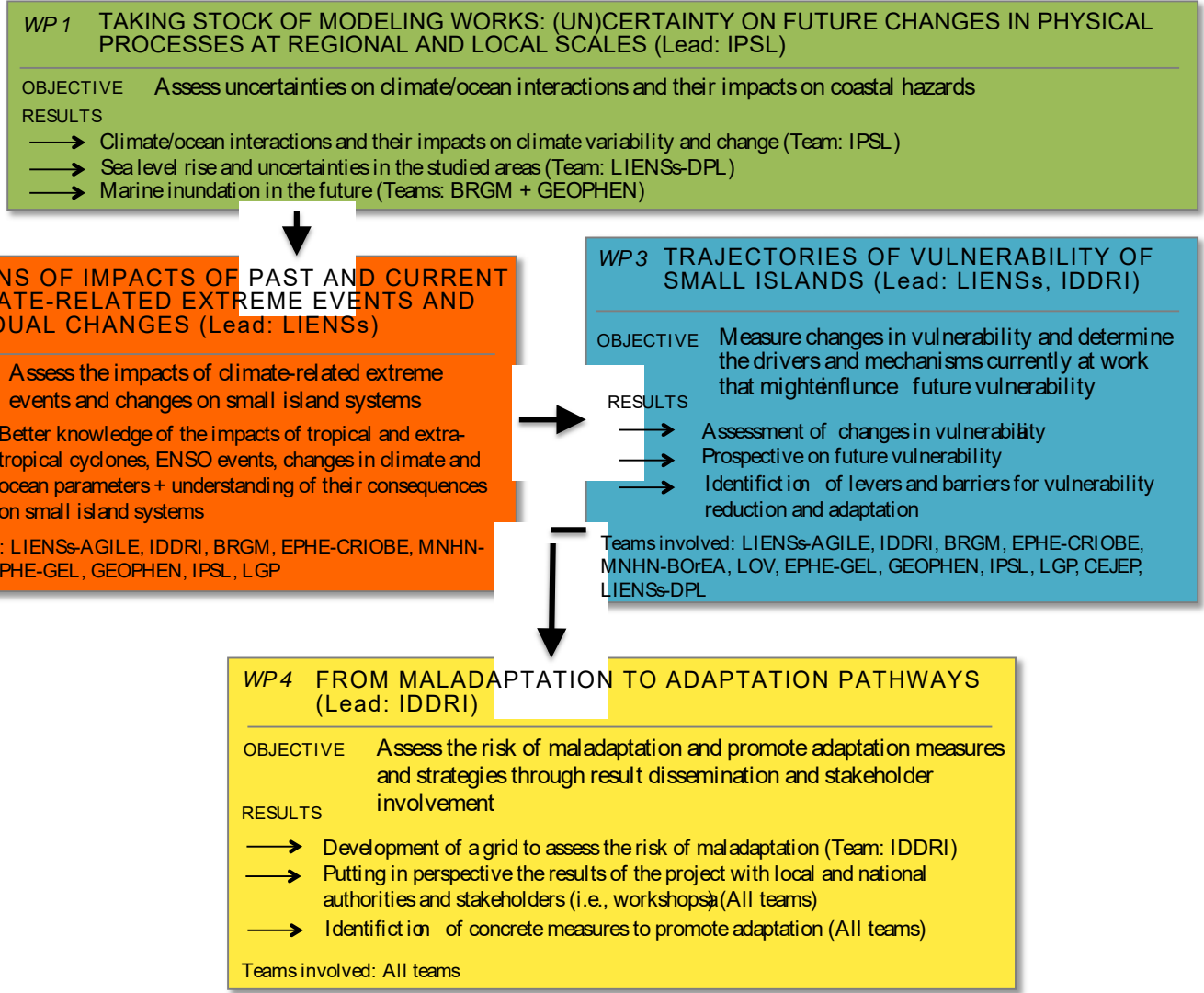


# 2. Comment construire l'interdisciplinarité autour des Traj. de V. ?

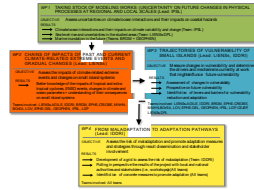
**ANR STORISK**  
**Small islands**  
**addressing climate**  
**change: towards**  
**storylines of risk and**  
**adaptation (2015-2020)**



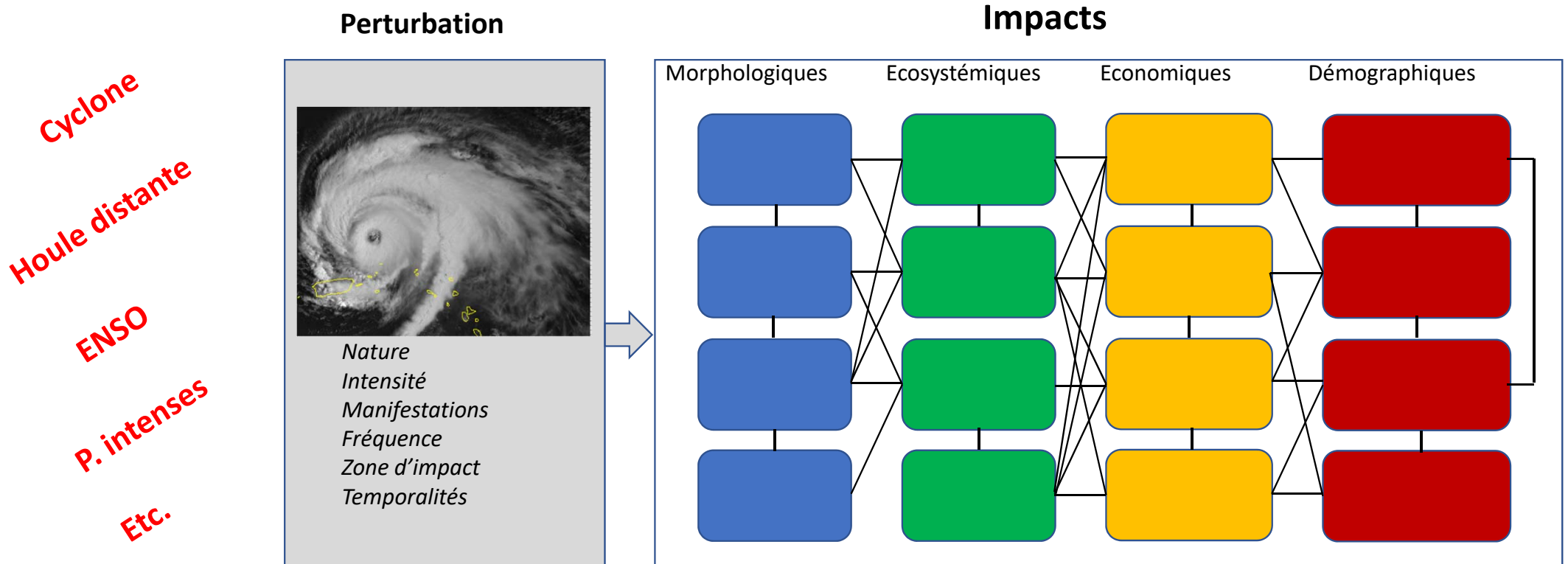
**12 équipes sur 4 ans (5 ans)**  
 Sciences du climat, de l'océan,  
 géosciences, écologie marine,  
 géomorphologie, droit,  
 géographie humaine, sciences  
 politiques



## WP2 - Chaînes d'impacts



Mode de **retranscription et d'analyse** des effets d'enchaînement et d'imbrication des impacts d'un événement naturel sur les différentes composantes d'un territoire (morphologie, ressources et écosystèmes, activités économiques, etc.)





# 29

## Small Islands

### Coordinating Lead Authors:

Leonard A. Nurse (Barbados), Roger F. McLean (Australia)

### Lead Authors:

John Agard (Trinidad and Tobago), Lino Pascal Briguglio (Malta), Virginie Duvat-Magnan (France), Netatua Pelesikoti (Samoa), Emma Tompkins (UK), Arthur Webb (Fiji)

### Contributing Authors:

John Campbell (New Zealand), Dave Chadee (Trinidad and Tobago), Shobha Maharaj (Trinidad and Tobago), Veronique Morin (Canada), Geert Jan van Oldenborgh (Netherlands), Rolph Payet (Seychelles), Daniel Scott (Canada)

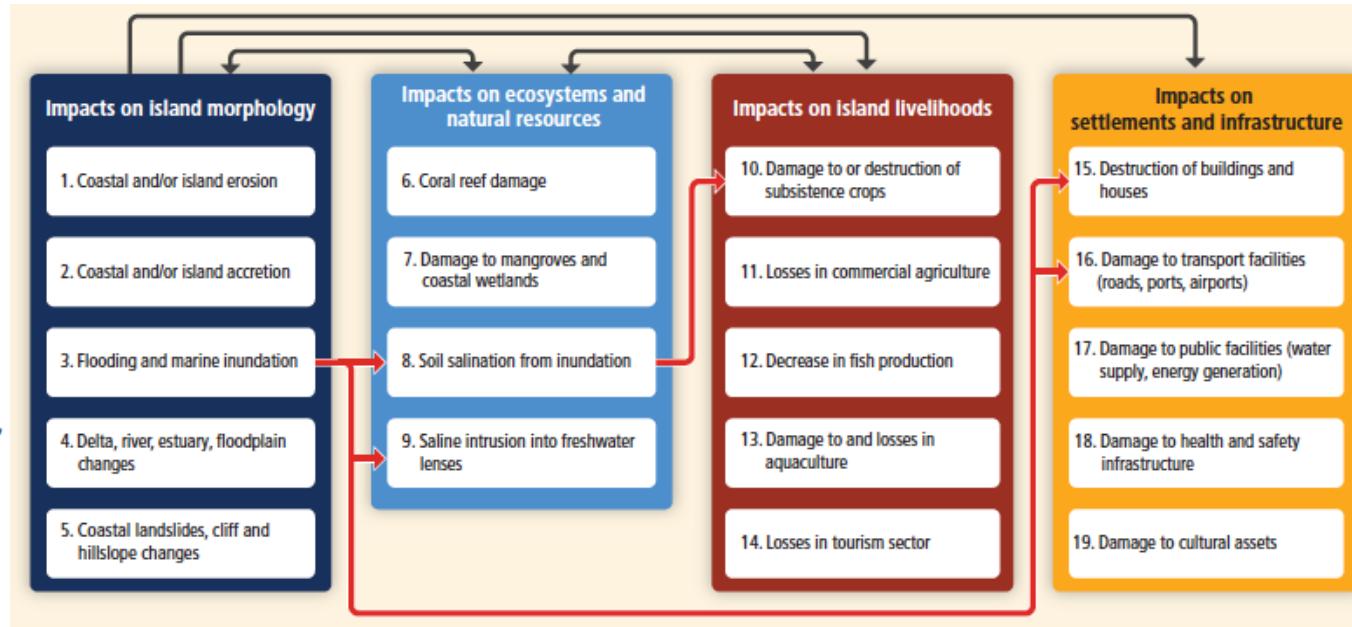
### Review Editors:

Thomas Spencer (UK), Kazuya Yasuhara (Japan)

### Volunteer Chapter Scientist:

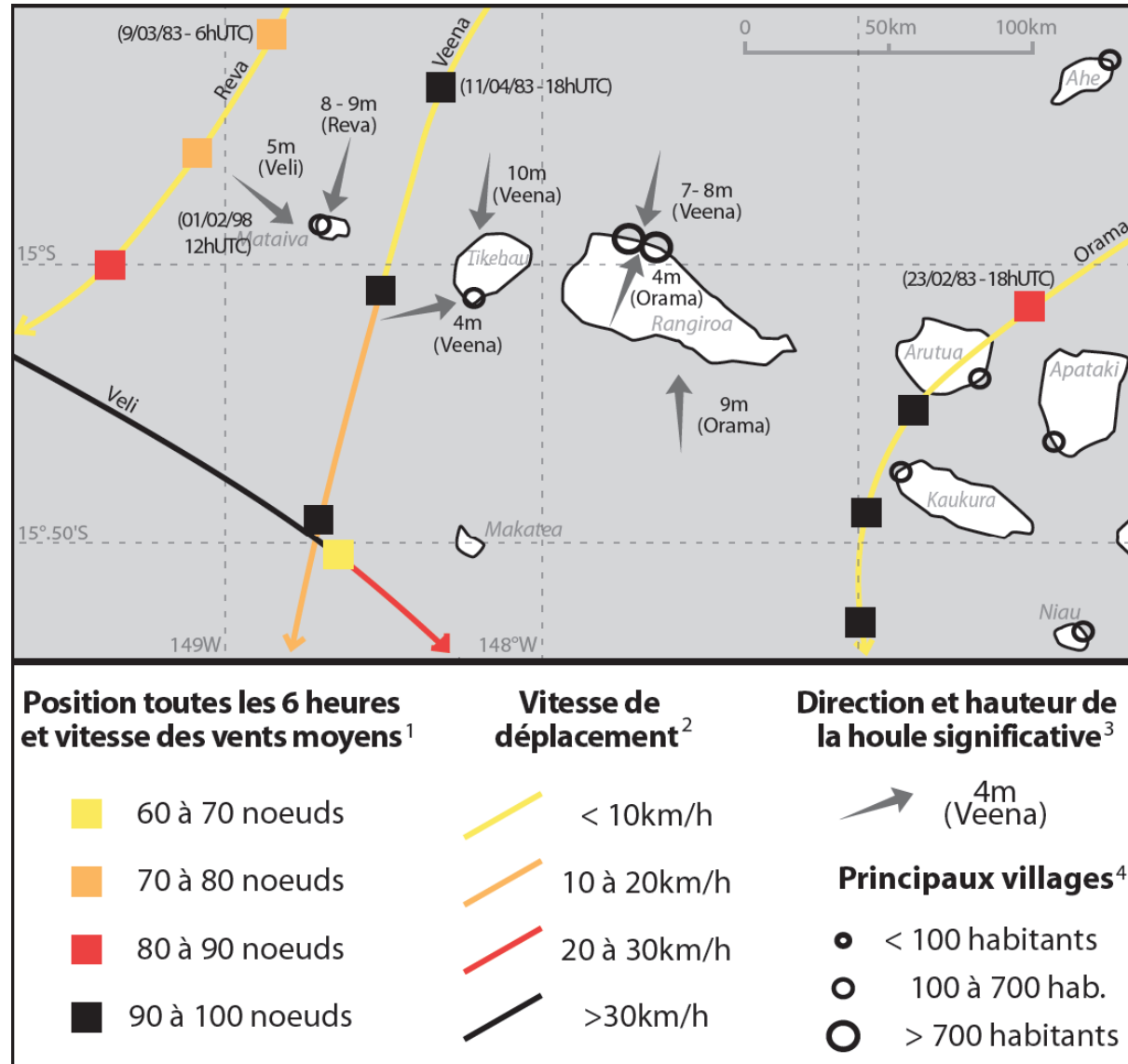
Veronique Morin (Canada)

Nurse et al., 2014



# Exemple : Cyclones ORAMA et VEENA (1983)

Climatologues  
de Météo-France



Duvat et al., 2017

Météo-France

Géomorphologie  
Géographie humaine

Géomorphologie  
Géographie humaine

Géomorphologie  
Écologie marine

Géographie humaine  
Écologie, hydro-géologie

Géographie humaine  
Économie

Géographie humaine  
Économie

Géographie humaine  
Économie

Démographie  
Santé

PRINCIPAUX IMPACTS

PRINCIPALES MANIFESTATIONS

- Vents violents : rafales à 200-250 km/h
- Fortes précipitations
- Hausse du niveau du lagon de 2 à 4 m pendant 2 à 3 jours
- Fortes vagues à la côte : 2 à 3 m côté lagon, 3 à 4 m côté océan

INONDATION SUBMERSION

Inondation par débordement des marécages (> 1 m), remontée de la lentille, accumulation d'eau dans les zones imperméabilisées (jusqu'à 2 semaines)

Submersion de la côte océanique ou lagonaire, des abords des passes et hoas (0,30 à 2 m d'eau), et des espaces intérieurs (réactivation d'anciens hoas, notamment)

MORPHOLOGIQUES SUR LES ÎLES

Recul du trait de côte côté lagon (max. 5 m), océan (> 30 m), dans les hoas et en bordure de passe (4 m max.)

Transferts de blocs coralliens des pentes externes vers le platier récifal et la côte, et des plages vers l'intérieur des terres (+ 0,50 m)

Contraction, fragmentation et/ou migration d'îlots vers le lagon

MORPHOLOGIQUES SUR LE RÉCIF

Destruction du récif: sur les pentes externes, arrachement de blocs (>1m), destruction des colonies jusqu'à 20-30 m, voire 80-100 m ; dans le lagon, retournement de patates de corail d'1 t

SUR LES RESSOURCES ET ÉCOSYSTÈMES

Destruction de la végétation littorale

Dégâts causés aux forêts intérieures (Mataiva)

Dégradation de la ressource en eau/ pénurie : salinisation de la lentille (inexploitable 2 à 10 ans), pollution de l'eau des citernes

Dégradation des sols : salinisation (inexploitables 2 mois à 10 ans), recouvrement par des débris

SUR LES ACTIVITES SUBSISTANCE ECONOMIQUES

Destruction des arbres fruitiers et maraichages

Destruction du cheptel

Dégâts causés aux pensions et aménagements touristiques

Destruction des cocoteraies > 90 %, chute de la production de coprah 3 à 5 ans

Effondrement de la pêche lagonaire, au large et sur les pentes externes (6 mois à 5 ans) : destruction des parcs à poissons, équipements et embarcations, perturbation du milieu lagonaire et récifal

SUR LES INFRASTRUCTURES ET LES SERVICES

Coupures d'électricité (3 jours à 1 mois)

Pénurie d'eau (destruction des citernes, pollution de l'eau (plusieurs mois à 1 an))

Arrêt du trafic aérien : dégâts sur aérogare et piste d'atterrissage (qqs jours à 1 an)

Perturbation du trafic routier : dégâts sur routes et ponts hoas (jusqu'à 6 mois)

Perturbation du trafic maritime : dommages aux quais et ports (jusqu'à 6 mois)

SUR LE BÂTI

Destruction à 90-95 % de l'habitat : arrachement des toits, effondrement de murs, occupation de logements temporaires (jusqu'à 5 ans)

Destruction de bâtiments administratifs (mairie)

Destruction de bâtiments religieux (église, temple)

Destruction de bâtiments éducatifs (école)

Dégâts sur biens patrimoniaux (marae)

DÉMOGRAPHIQUES ET SANITAIRES

Déplacements de population au sein des atolls (des zones de production vers le village) et des atolls vers Tahiti (jusqu'à 10% de la population, temporaires ou définitifs)

Blessés

Évacuation sanitaire vers Tahiti

Dégradation de l'état sanitaire

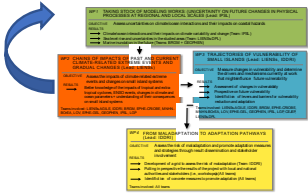
□ Type de manifestation  
 □ Impact  
 □ Impact perçu comme majeur  
 ■ Impact général résultant  
 → Engendre  
 □ → □ Effet d'enchaînement

Les impacts associés à une manifestation donnée sont reliés par une même couleur

Les impacts générés par plusieurs manifestations sont indiqués en noir



# WP1 - Indicateurs climatiques de risques d'impacts



1

Détermination des types d'impacts perturbateurs pour la société

Érosion côtière

Submersion

Mortalité corallienne

2

Détermination des facteurs climatiques générateurs d'impacts et des seuils d'impacts

Cyclones, houles distantes, SLR, vents  
Fan et al., 2014

T° (SST > 30°C)  
pH (< 8.1 -> 7.7)  
Donner et al., 2005  
Gattuso et al., 1999

4

Évaluation des risques d'impacts au XXI<sup>ème</sup> siècle (modèles)

Réunion  
■ ▲ ●  
SLR + SST

Tuamotu  
■ ▲ ●  
Houles distantes + alizés

3

Définition des indicateurs climatiques de risque d'impact

Géographie humaine  
Chaînes d'impacts  
WP2

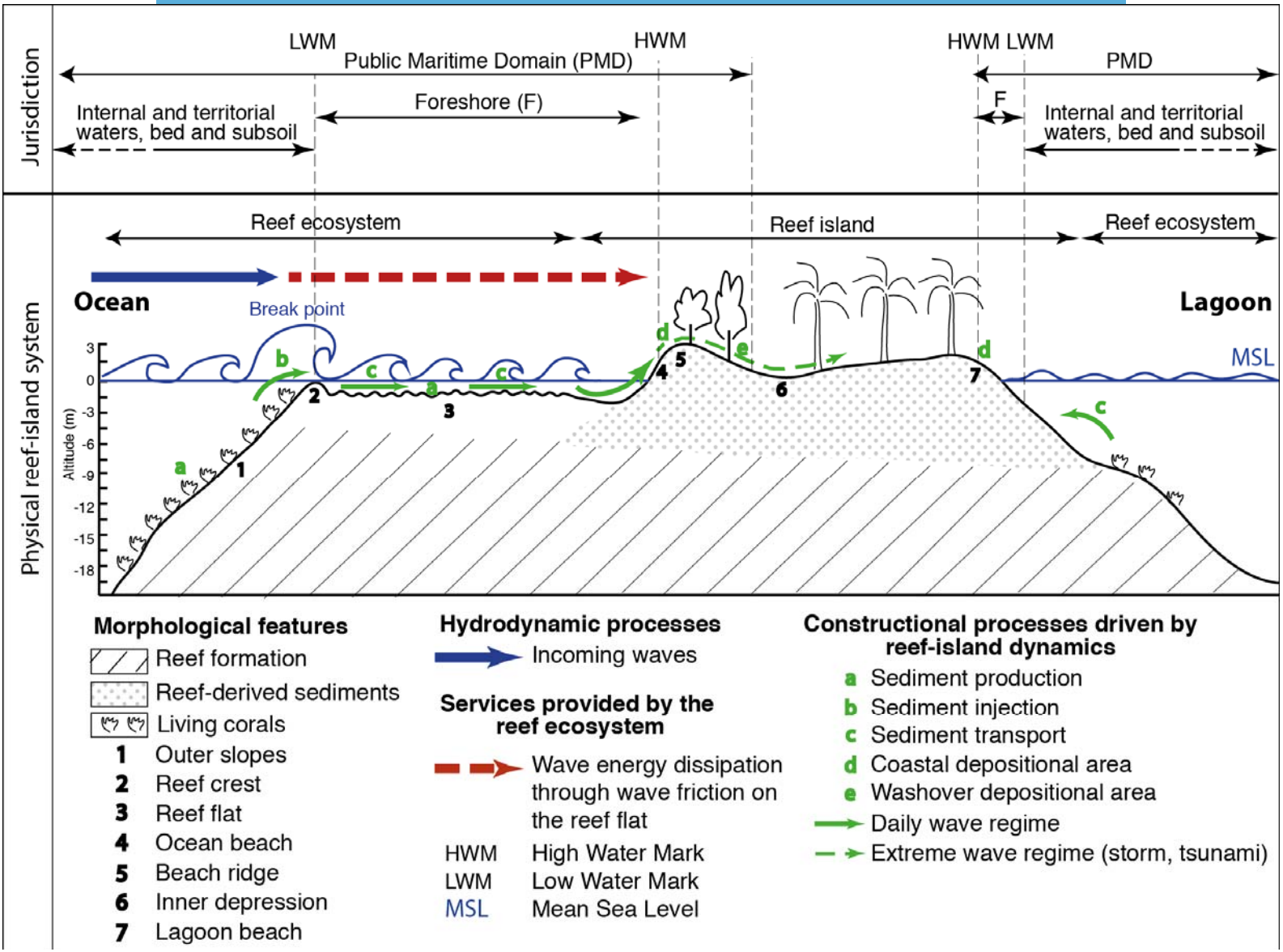
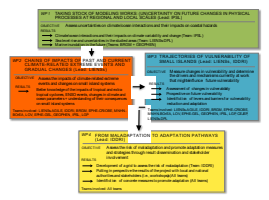
Sciences du Climat  
WP1

Sciences du Climat  
WP1

Géomorphologie  
Écologie marine  
Océanographie  
WP1

Adapted from Dayan et al., submitted

# WP3 - Perturbations anthropiques et Droit





# 1. Recensement des perturbations anthropiques dans les espaces côtier/intertidal/intérieur

Géomorphologie

Observed human disturbance	Likely impact on atoll island configuration and natural dynamics	Occurrence on the atoll sample scale, location	Concerned atolls
1. Sediment mining from beaches and sand dunes	Sediment loss, shoreline retreat Reduction in storm wave attenuation by the beach-dune system, likely to increase shoreline erosion and island flooding during storm events	High, observed on inhabited and uninhabited islands	All
2. Road construction or track establishment on the upper beach or dune system, aimed at facilitating island habitability or exploitation, or even aggregate mining from remote islands	Beach or beach-dune system degradation and fragmentation likely to cause or aggravate shoreline retreat and to alter its buffering function in the face of storm waves Change in coastal elevation likely to increase (e.g. in the case of dune flattening) or decrease (in the case of raising) marine inundation	High, observed on inhabited and uninhabited islands	All
3. Erection of longitudinal coastal protection structures (e.g. seawalls, ripraps)	Contraction of the accommodation space required for shoreline adjustment and sediment deposition Shoreline hardening and destabilisation, including beach loss Decrease in storm wave attenuation by beach and beach-dune systems, likely to increase storm-induced sediment loss and marine inundation	High, mainly observed on inhabited and exploited islands	All

## 2. Pour chaque perturbation anthropique : dispositions légales/application

Legal framework		Problem and limits to law enforcement
Tool	Provisions	
PMD (FP, 2004 Delib.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Submitted to prior authorisation (Art. 6)</li> <li>- If authorised, fee of 0.42€/m<sup>2</sup> (Art. 35)</li> <li>- Possibility of purchase and privatisation after a 5-year authorisation (Art. 39)</li> <li>- Authorised after a natural disaster or to compensate coastal erosion (Art. 38)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commonly carried out without any prior authorisation (tolerated, limited legitimacy of 'modern' law)</li> <li>- Limited control on the ground due to remoteness, limited human capacity and absence of inter-service coordination</li> <li>- Post-reclamation regularisation</li> </ul>
EIA procedure (FP, Environmental Code)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Required for land reclamation &gt;5,000m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High threshold for atolls (allows small-scale projects that are detrimental to island equilibrium)</li> <li>- Splitting of projects into several phases or areas allows circumventing the EIA procedure</li> <li>- Post-disaster or 'urgent' works not submitted to EIA</li> </ul>
FP, Code de l'aménagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Works submitted to prior ministry authorisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Not applicable to port and airport infrastructures, which can, in some cases, be built without any prior authorisation</li> </ul>



### 3. Solutions

#### Legal framework

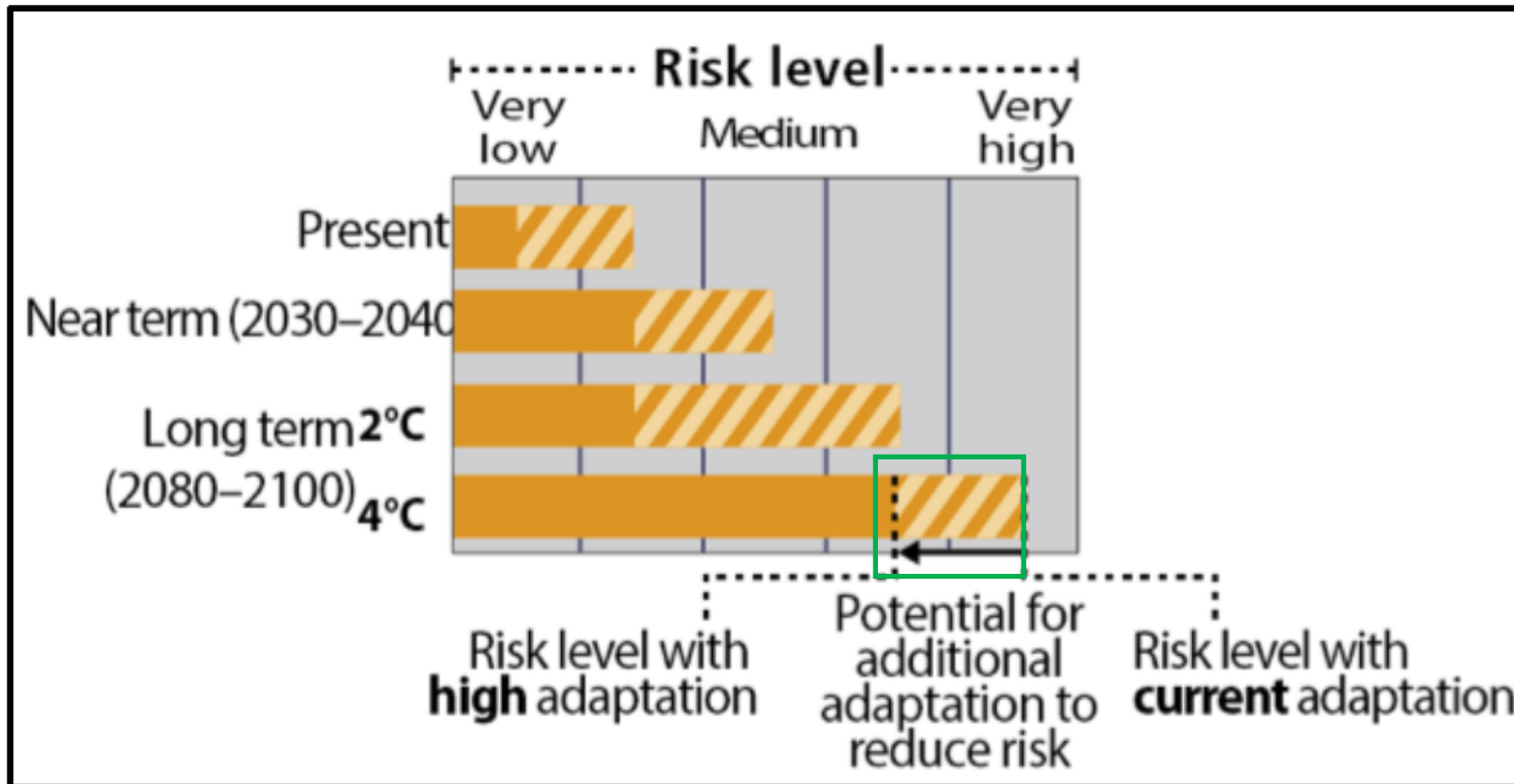
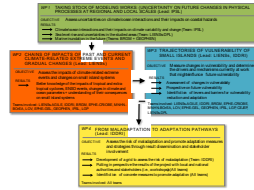
#### Problem and limits to law enforcement

Tool	Provisions
PMD (FP, 2004 Delib.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Submitted to prior authorisation (Art. 6)</li> <li>- If authorised, fee of 0.42€/m<sup>2</sup> (Art. 35)</li> <li>- Possibility of purchase and privatisation after a 5-year authorisation (Art. 39)</li> <li>- Authorised after a natural disaster or to compensate coastal erosion (Art. 38)</li> </ul>
EIA procedure (FP, Environmental Code)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Required for land reclamation &gt;5,000m<sup>3</sup></li> </ul>
FP, Code de l'aménagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Works submitted to prior ministry authorisation</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commonly carried out without any prior authorisation (tolerated, limited legitimacy of 'modern' law)</li> <li>- Limited control on the ground due to remoteness, limited human capacity and absence of inter-service coordination</li> <li>- Post-reclamation regularisation</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- High threshold for atolls (allows small-scale projects that are detrimental to island equilibrium)</li> <li>- Splitting of projects into several phases or areas allows circumventing the EIA procedure</li> <li>- Post-disaster or 'urgent' works not submitted to EIA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Not applicable to port and airport infrastructures, which can, in some cases, be built without any prior authorisation</li> </ul>

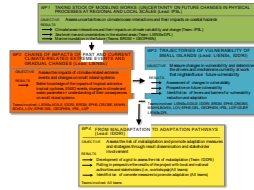
Legal	Non-legal
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amend the 2004 Delib.: prohibit small reclamation projects, and the purchase and privatisation of the PMD</li> <li>- Reinforce ground controls</li> <li>- Create deterrent, proportional and effective sanctions (e.g. update penalties)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promote adequate technical solutions (e.g. by-pass to allow sediment drift)</li> <li>- Promote long-term integrated planning</li> <li>- Promote population awareness on the impacts of land reclamation by involving the population in designing better-adapted law</li> <li>- Support capacity building</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establish atoll-specific (i.e. lower) thresholds to take into account the specific sensitivity of atoll environment</li> <li>- Establish a specific procedure to address post-disaster requirements</li> </ul>	<p><i>Ingénierie technique</i></p> <p><i>Planification territoriale</i></p> <p><i>Sociologie</i></p> <p><i>Anthropologie</i></p> <p><i>Etc.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abolish exemptions</li> </ul>	

# WP4 – Trajectoires d'adaptation : application à Rangiroa

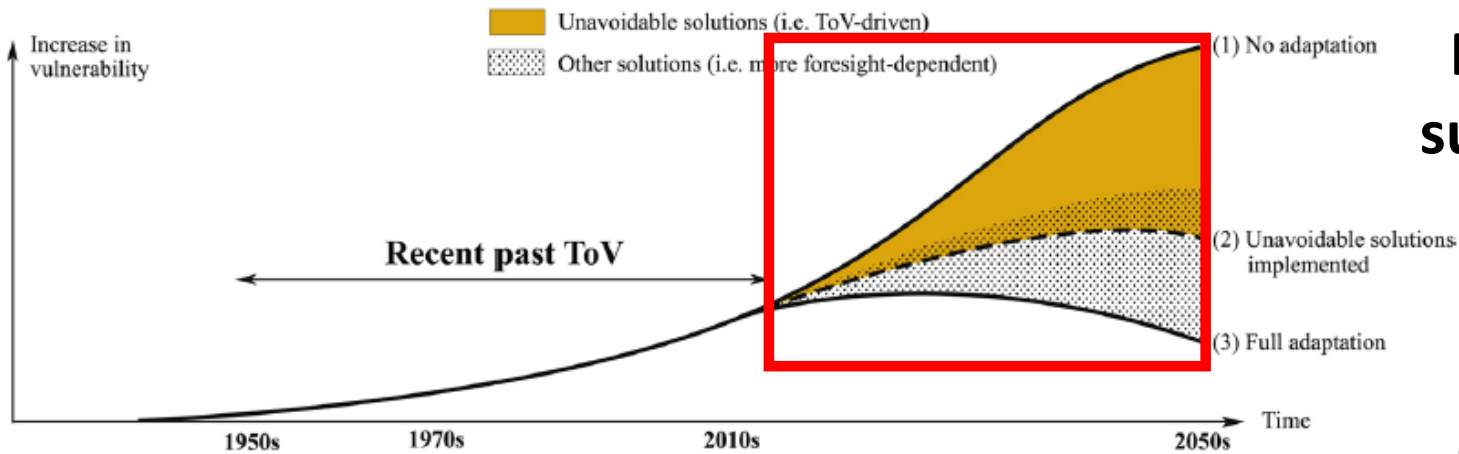


IPCC, AR5

# WP4 – Trajectoires d'adaptation : application à Rangiroa

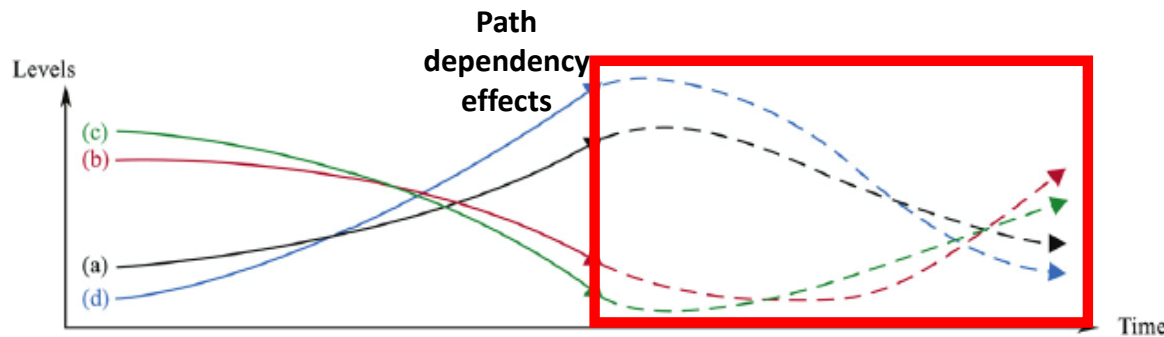


Panel A



**Réduire la V en agissant sur ses leviers -> solutions « incontournables » : *inverser des tendances en cours* (urb. côtière, effets pervers des ouvr. de défense...)**

Panel B

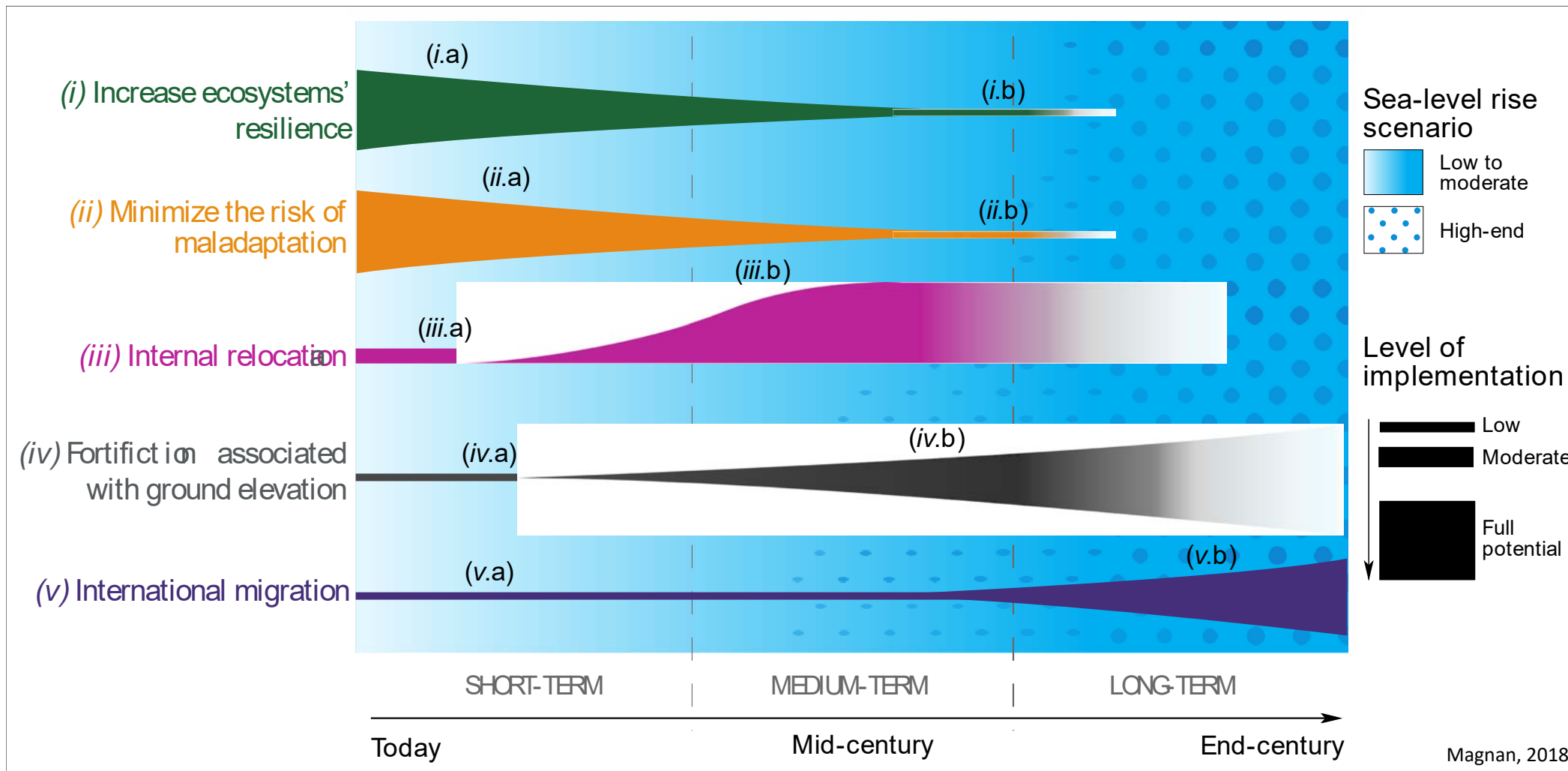


- (a) Number of human assets within the 100-m wide coastal strip
- (b) Change in shoreline position
- (c) Change in the area of terrestrial natural coastal buffers (e.g. vegetated beach-dune systems)
- (d) Change in the spatial extent of coastal defences (seawalls, etc.)

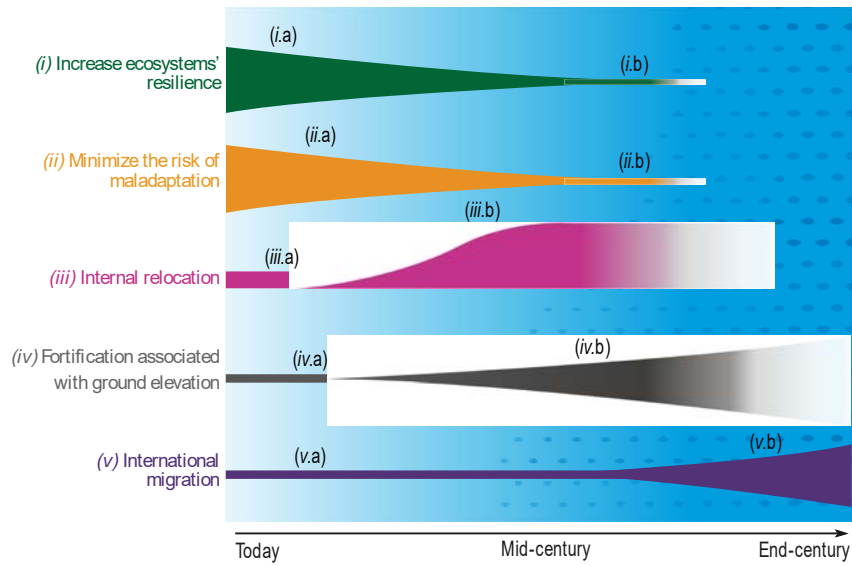
Magnan & Duvat, 2018



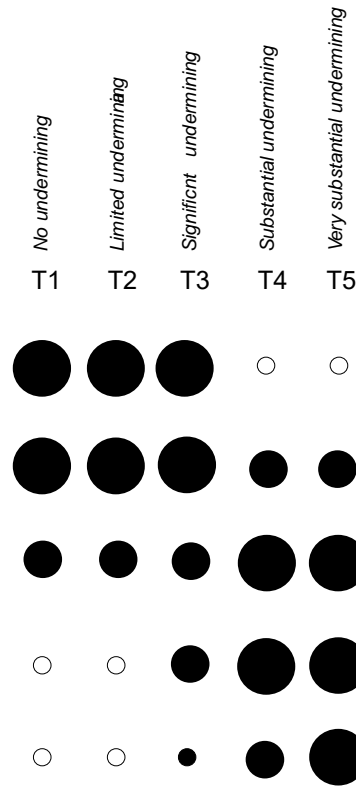
# En fonction des risques d'impacts et de leurs temporalités, concevoir des trajectoires d'adaptation spécifiques à chaque contexte



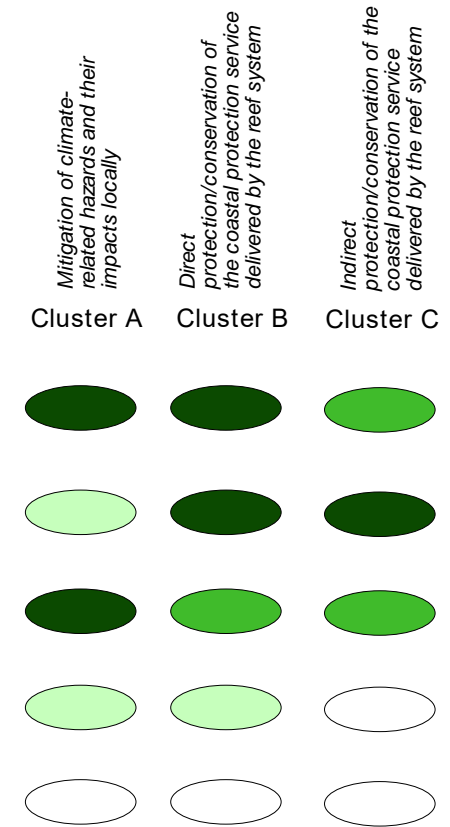
# Panel A



# Panel B



# Panel C



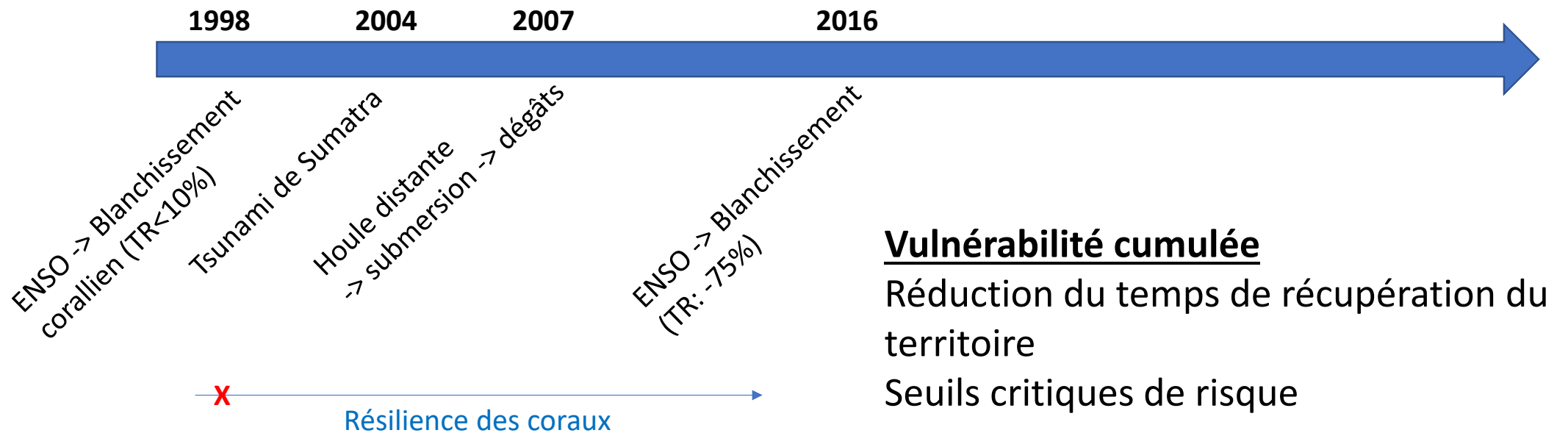
<p><b>Level of implementation of the adaptation pathway pillar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Low</li> <li>Moderate</li> <li>Full potential</li> </ul>	<p><b>Sea-level rise scenario</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Low to moderate</li> <li>High-end</li> </ul>	<p><b>Type-dependence potential benefit from the adaptation pillars</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nil</li> <li>Low</li> <li>Moderate</li> <li>High</li> </ul>	<p><b>NBS possible contribution to adaptation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>High to very high</li> <li>Moderate</li> <li>Low to very low</li> <li>Nil</li> </ul>
--	---	--	---

Duvat et Magnan, à paraître

### 3. Les défis scientifiques actuels

- **Impacts des événements combinés** ('compound events') sur les trajectoires de vulnérabilité des territoires : Hypothèse : succession rapprochée d'événements de même nature ou de nature différente -> affaiblissement durable des territoires -> infléchissement de leur Trajectoire de V

Ex : MALDIVES



Autre ex.: tempête de novembre 2009 (pré-Xynthia) qui en a renforcé les impacts en fragilisant les systèmes plages-dunes atlantiques



➤ **Impacts : forte intensité faible fréquence (ex. : cyclones) / faible intensité forte fréquence (houles)**

Hypothèse : les seconds guident l'action (ex.: houles -> ouvrages de défense) et ont, au regard de leur fréquence, des impacts plus critiques pour les territoires = remise en cause de l'habitabilité ?

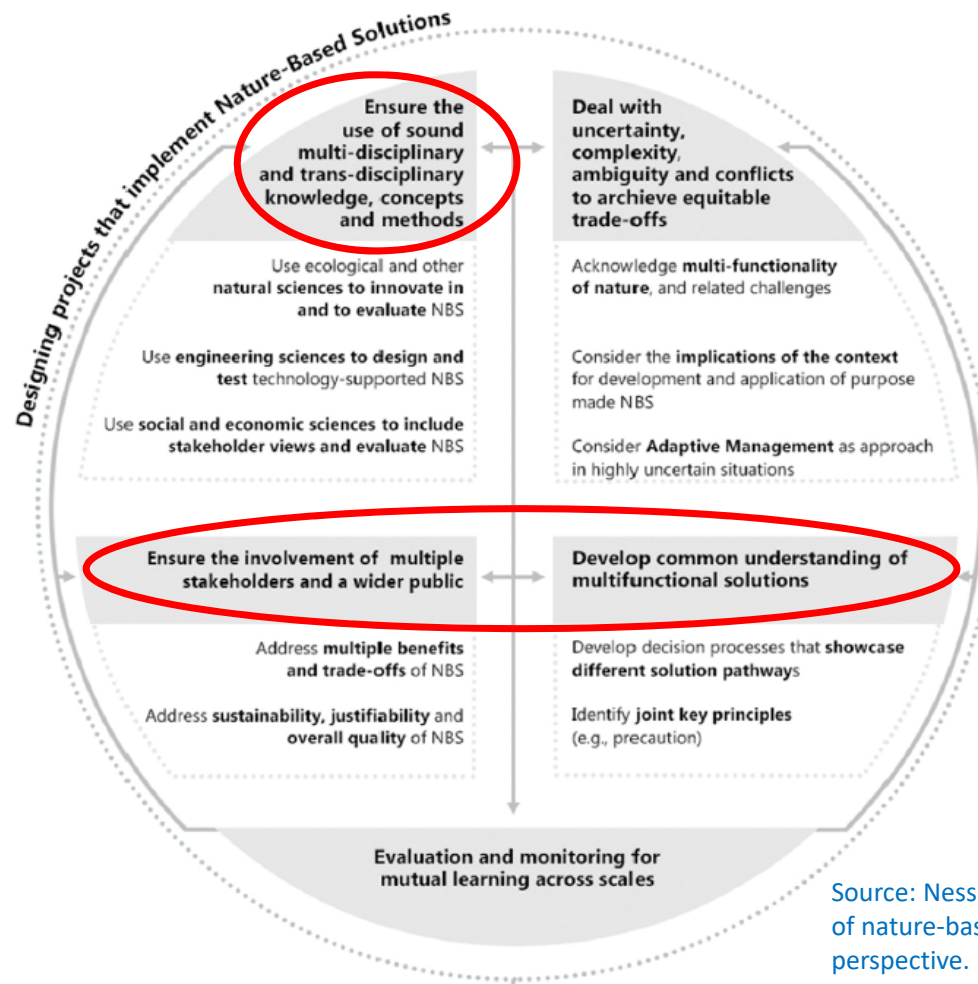
Ex : dans les atolls, pour une submersion marine à taux de retour annuel, qui affecterait les lentilles d'eau souterraines et les sols)

Ex. : Tempêtes hiver 2013-14 sur la côte Atlantique

➤ **Adaptation : comprendre en quoi les réponses actuelles relèvent de l'adaptation (cad sont des solutions) ou relèvent de la maladaptation (accroissent la V future de manière non intentionnelle)**

Ex.: Ouvrages de défense -> Faux sentiment de sécurité (baisse de la conscience du risque) + poursuite du développement (urb., act. écon.) => Hausse de V

**Virage actuel** : remise en cause des solutions conventionnelles/reconnaissance de l'efficacité et de l'avantage coût-bénéfice, sur le long terme, des solutions basées sur la nature (protection/restauration des écosystèmes)



Source: Nesshöver et al., 2017. The science, policy and practice of nature-based solutions: an interdisciplinary perspective.



[virginie.duvat@univ-lr.fr](mailto:virginie.duvat@univ-lr.fr)