

IMPACTS ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Une perspective mondiale et locale

Sebastian Weissenberger
ISE-UQAM 2016

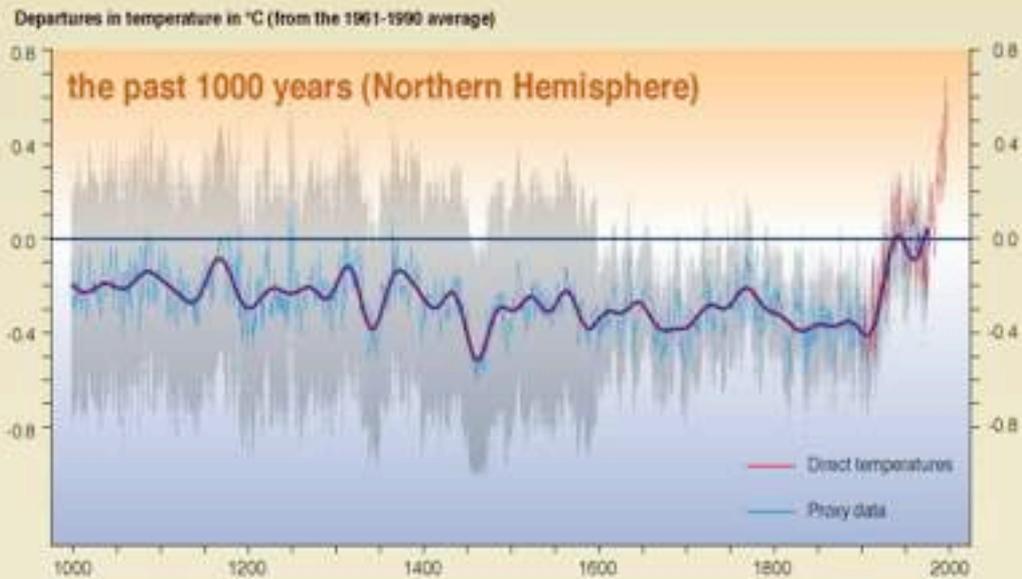
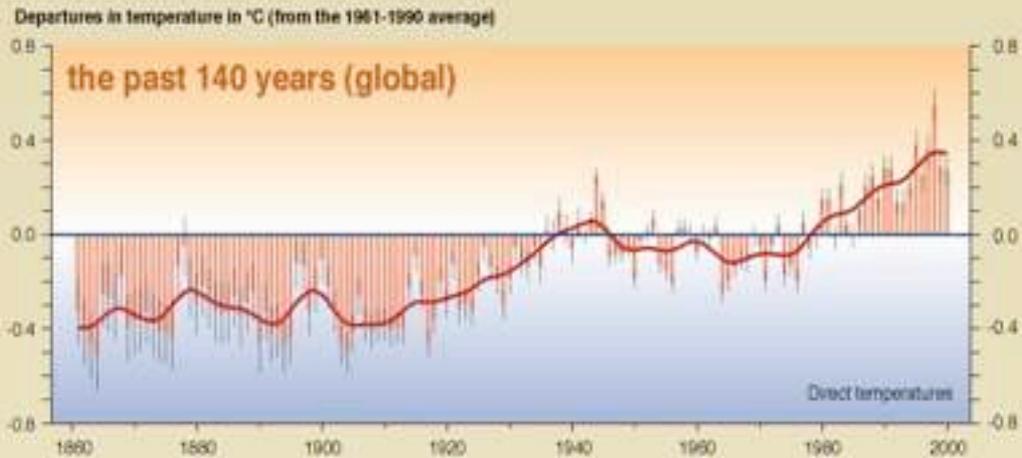
Atelier de transfert : 11 et 12 février 2015
Centre Culture et Environnement Frédéric Back à Québec



Les changements climatiques



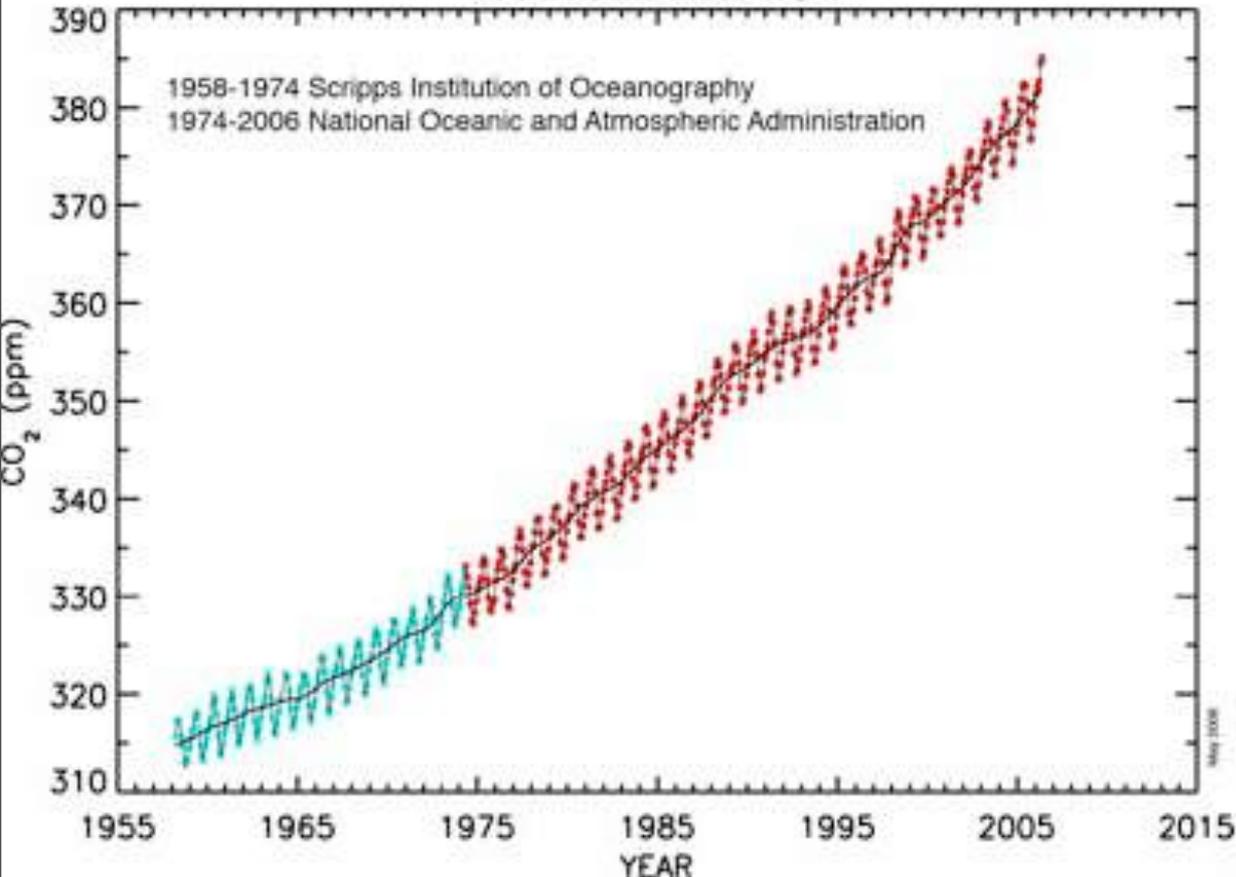
Variations of the Earth's surface temperature for...



SYR - FIGURE 2-3

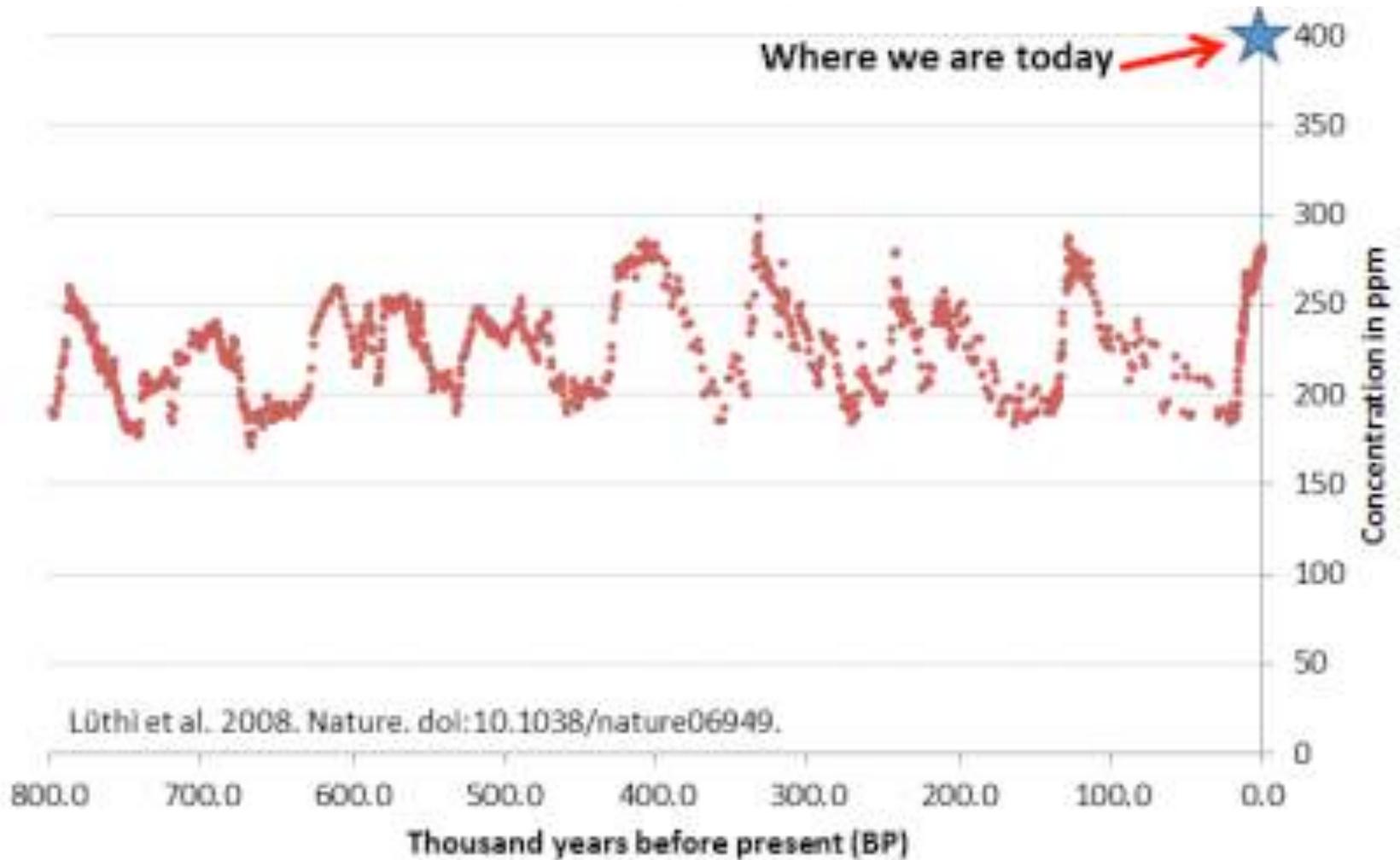
Augmentation des concentrations de CO₂

Mauna Loa Monthly Mean Carbon Dioxide
NOAA ESRL GMD Carbon Cycle

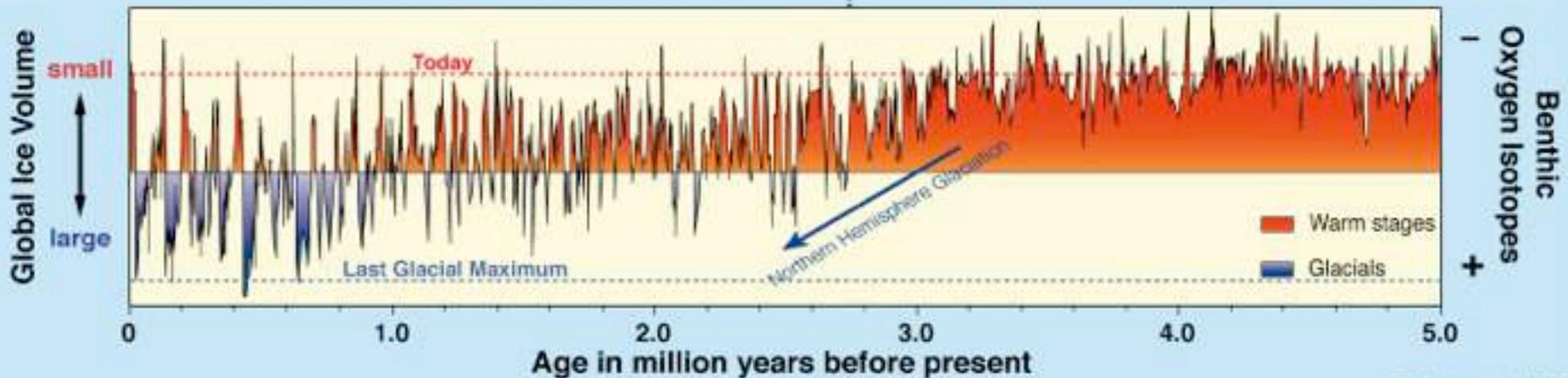


1958 Charles David Keeling, Scripps Institute
Mesures continues de CO₂ atmosphérique à
Mauna Loa, Hawaii.

400 ppm!

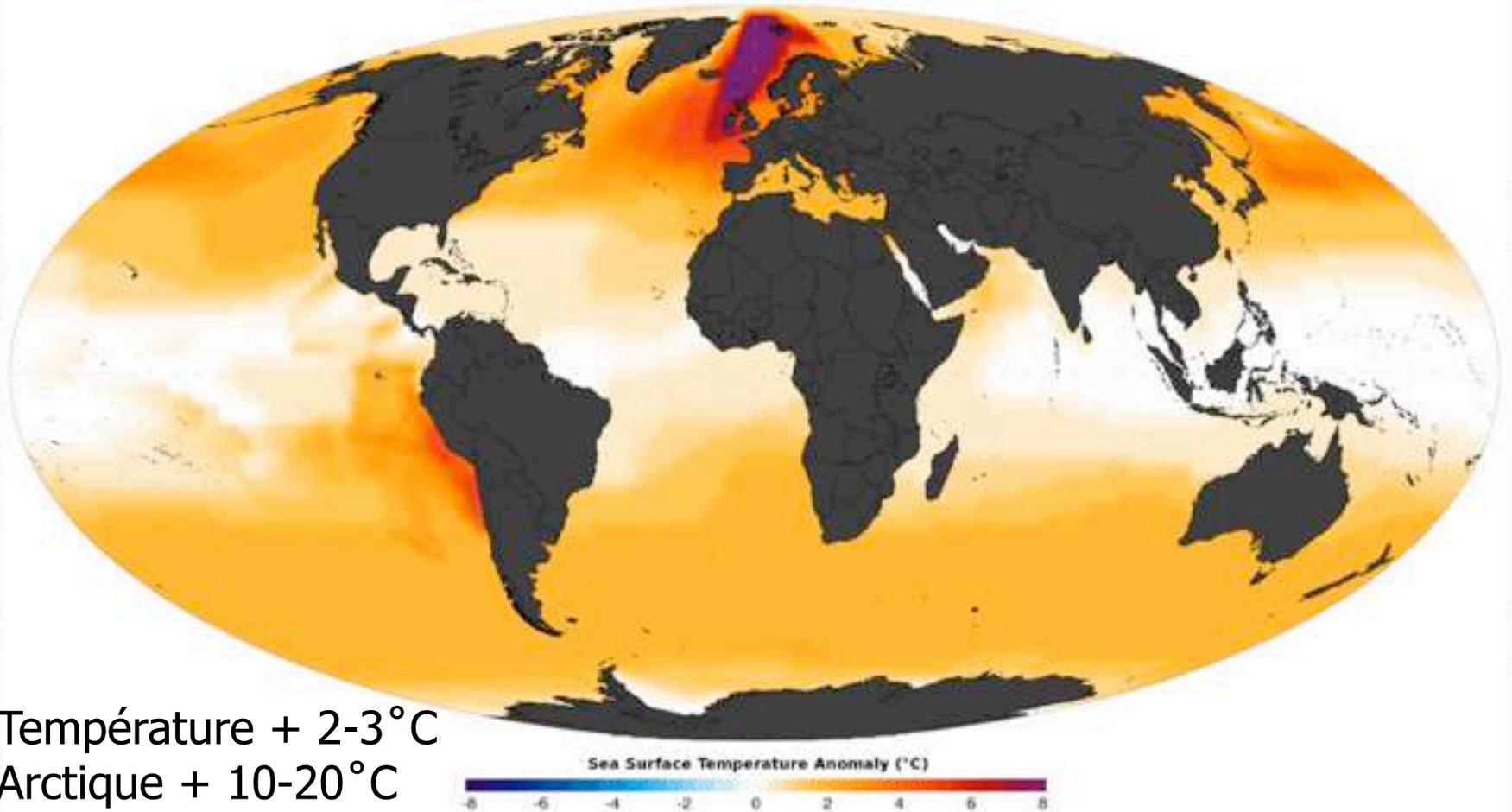


400 ppm, qu'est-ce que cela signifie ?



Tiedemann et al., 1994

Un climat très différent avec 400 ppm: le pliocène



Température + 2-3°C
Arctique + 10-20°C

Niveau de la mer 22 ± 5 m plus haut qu'aujourd'hui (Miller et al., Geology, 2013)

Qu'en pense Lucy?



Joseph Fourier



John Tyndall

« If the quantity of carbonic acid increases in geometric progression, the augmentation of the temperature will increase nearly in arithmetic progression »

Arrhenius, S. 1896. Über den Einfluss des atmosphärischen Kohlensäuregehalts auf die Temperatur der Erdoberfläche, Proceedings of the Royal Swedish Academy of Science, 22, 1–101.

The release of carbon dioxide to the atmosphere by the burning of fossil fuels is, conceivably, the most important environmental issue in the world today." (Nature, éditorial, 1979)



1^e Conférence Mondiale sur le Climat (1979) À Genève



Conférence mondiale sur l'atmosphère en évolution Toronto, 1988

Les délégués de 46 pays demandent que les émissions de CO₂ autour du globe soient réduites de 20 % par rapport aux niveaux de 1988, d'ici à 2005.

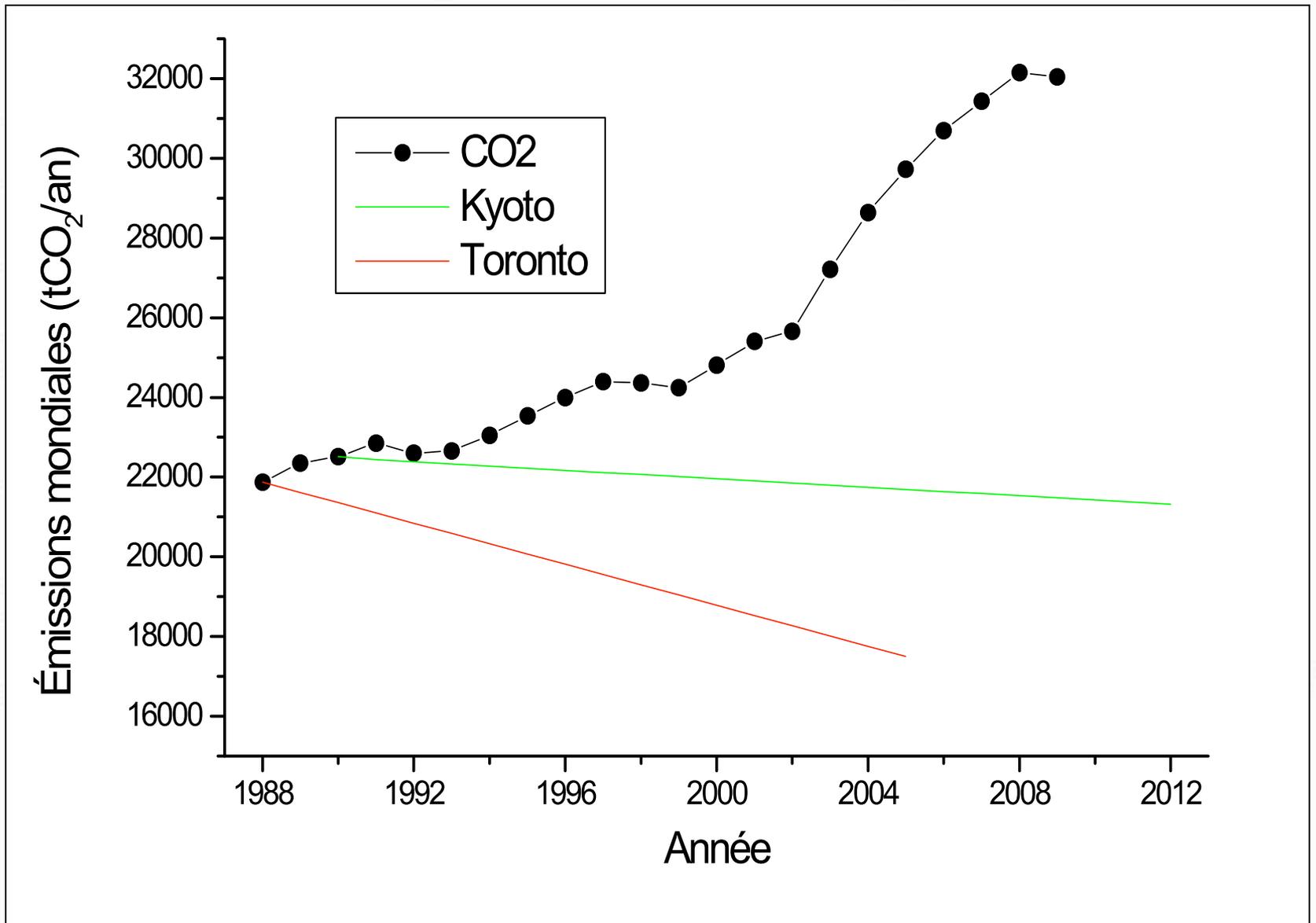


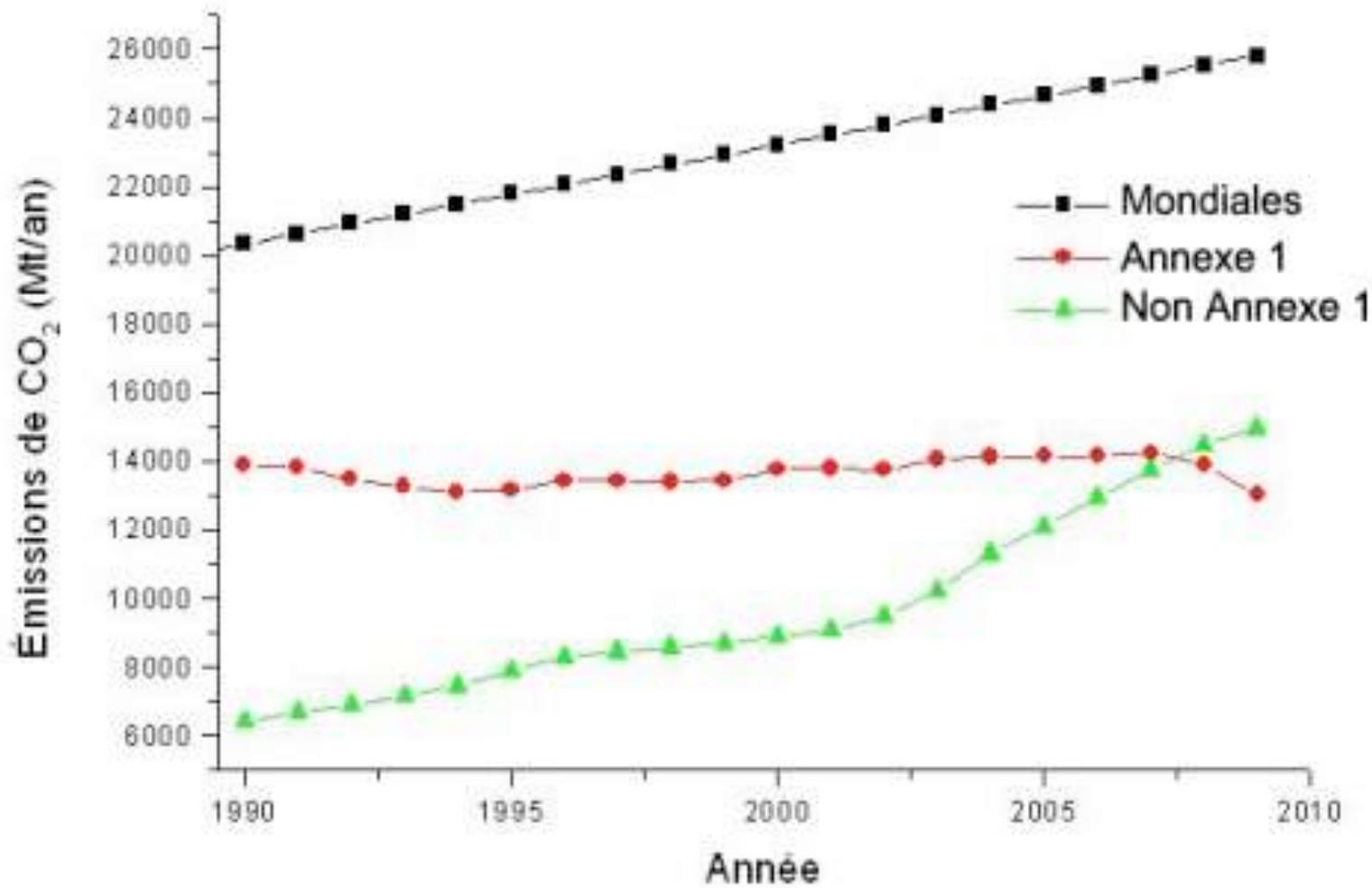
Sommet de la Terre Rio de Janeiro 1992

Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)



Traité international visant à: « commencer à considérer ce qui pouvait être fait pour réduire le réchauffement global et faire face à toute hausse inévitable des températures ».





Weissenberger, Vertigo, 2012

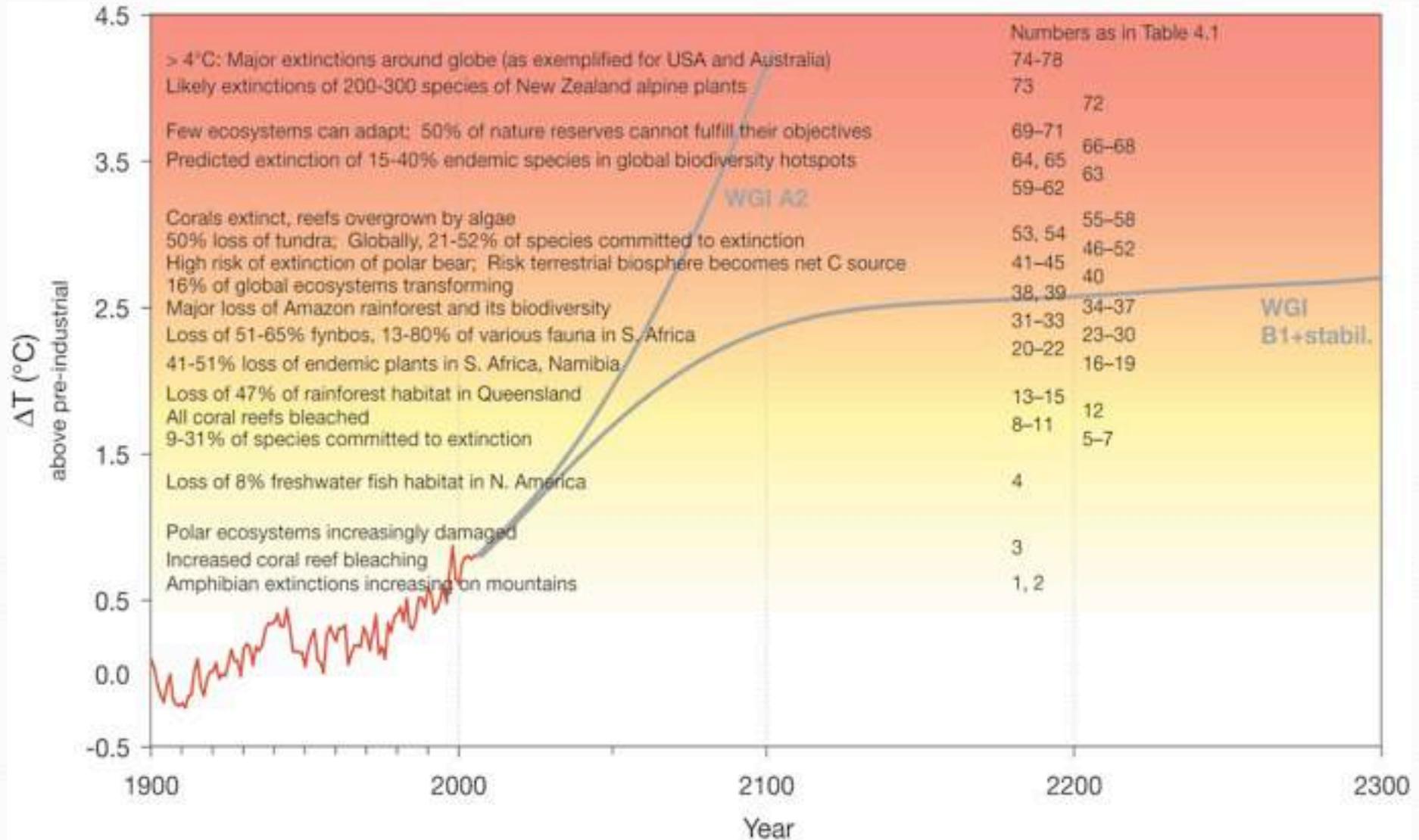


<http://ualbertasustainabilityblog.ca/tag/cop21/>



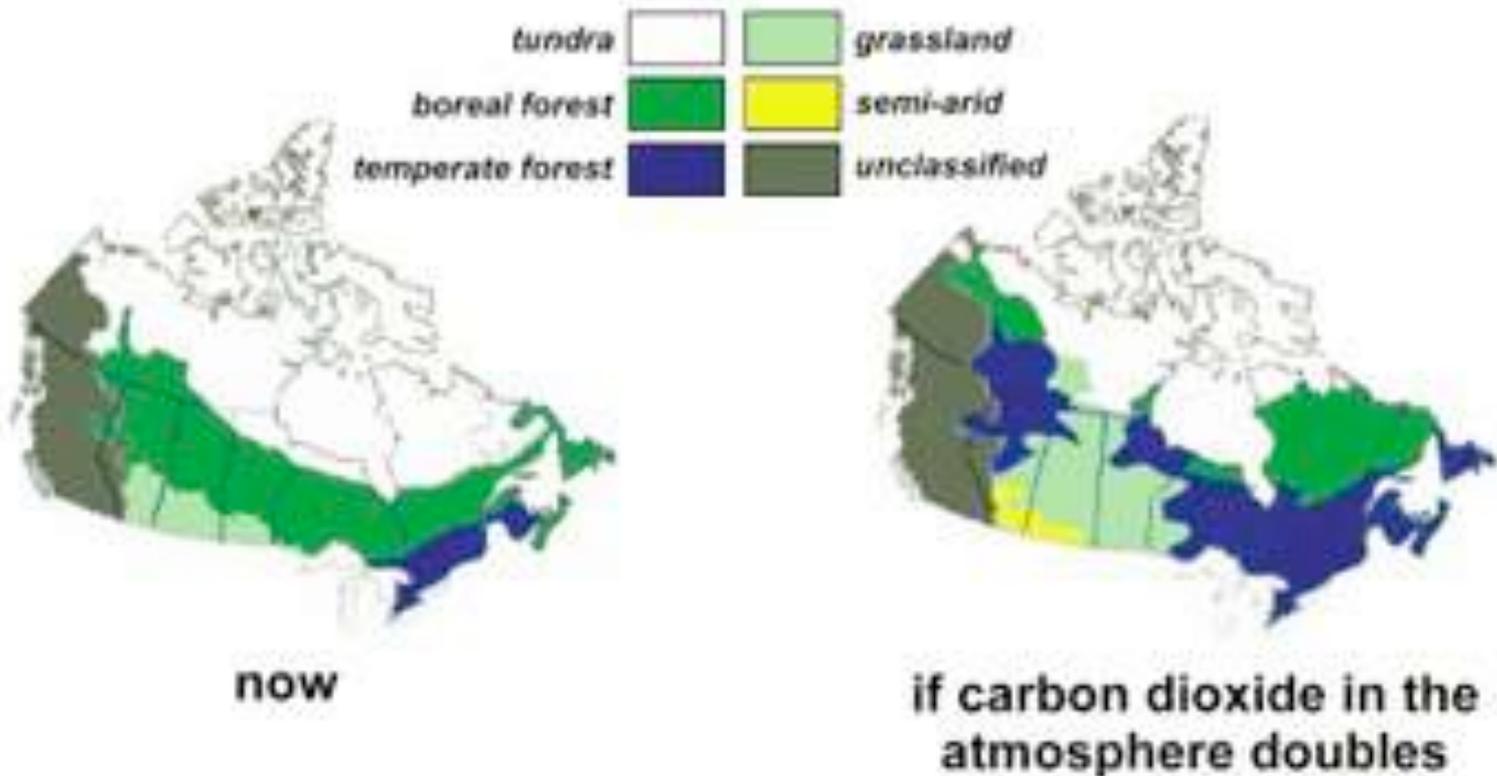
- Tous les pays
- Objectif de 2°C (1,5°C)

Quelques impacts: Biodiversité, migration d'espèces, altération des rythmes saisonniers

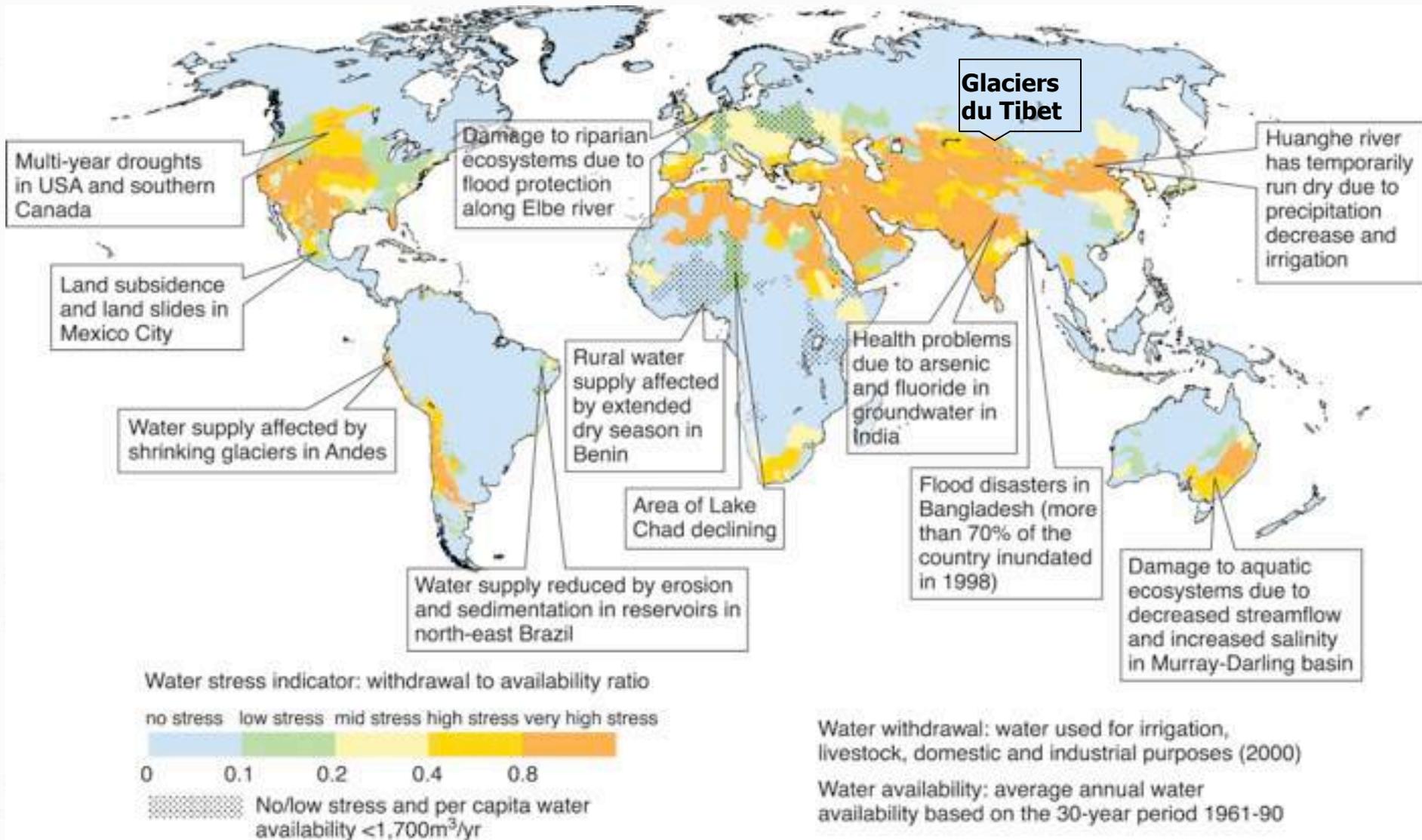


Quelques impacts: déplacement des zones écologiques

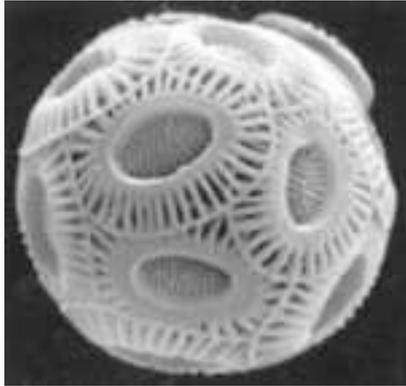
Canada's Natural Ecosystem Types



Quelques impacts: les ressources en eau



Quelques impacts: l'acidification de l'océan





Quelques impacts: le blanchissement des coraux



UC Davis School of education
Earthyblog.com

Fonte du pergélisol



Manitoba



Vorkuta, Sibérie



Alaska



Alaska

Érosion côtière



Shishmaref
Alaska



Sibérie, mer de Laptev, jusqu'à 100 m/an



Alaska

Augmentation du niveau de la mer



I DON'T BELIEVE IN
GLOBAL WARMING



mardi 16 février 16



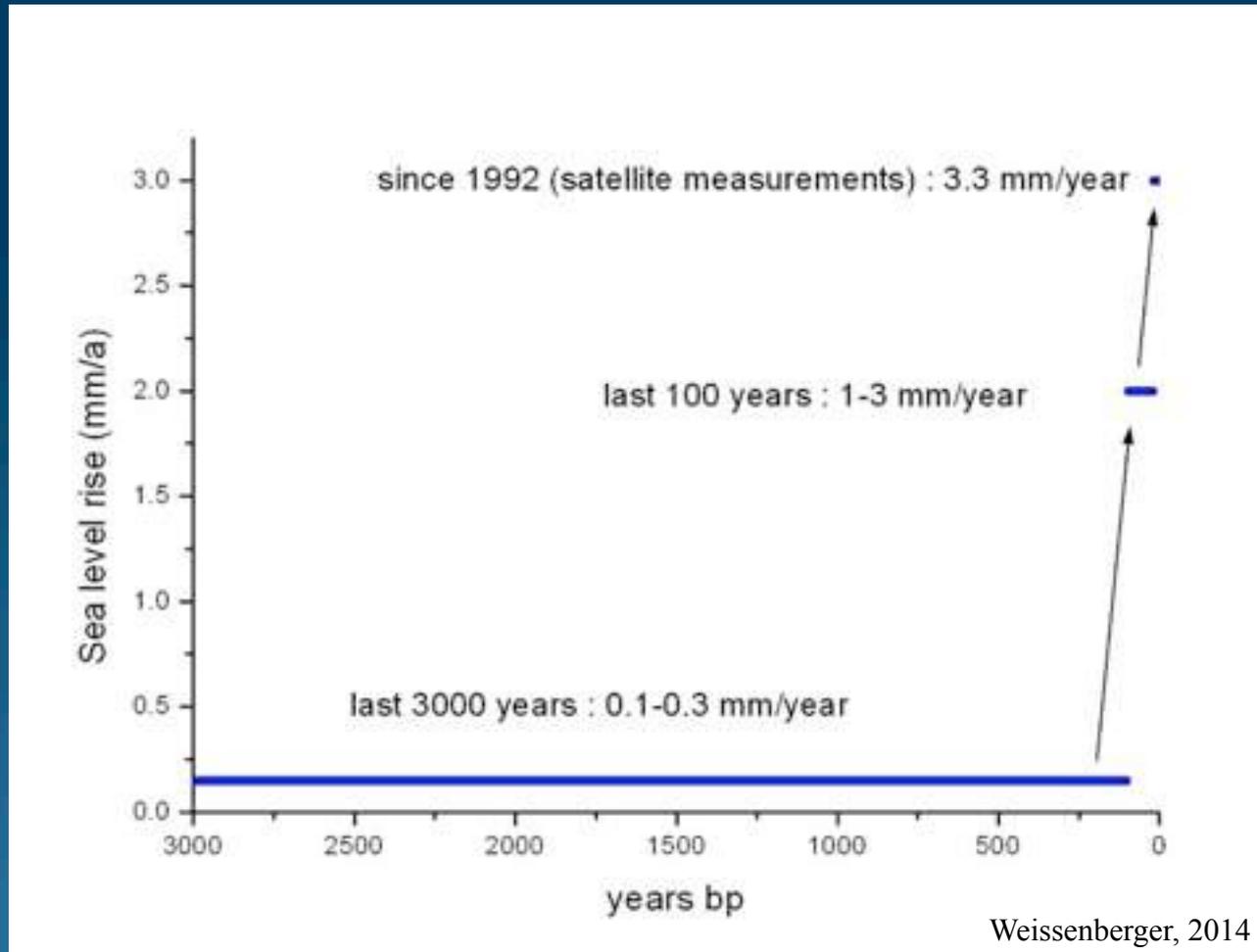
mardi 16 février 16



21/12/2010

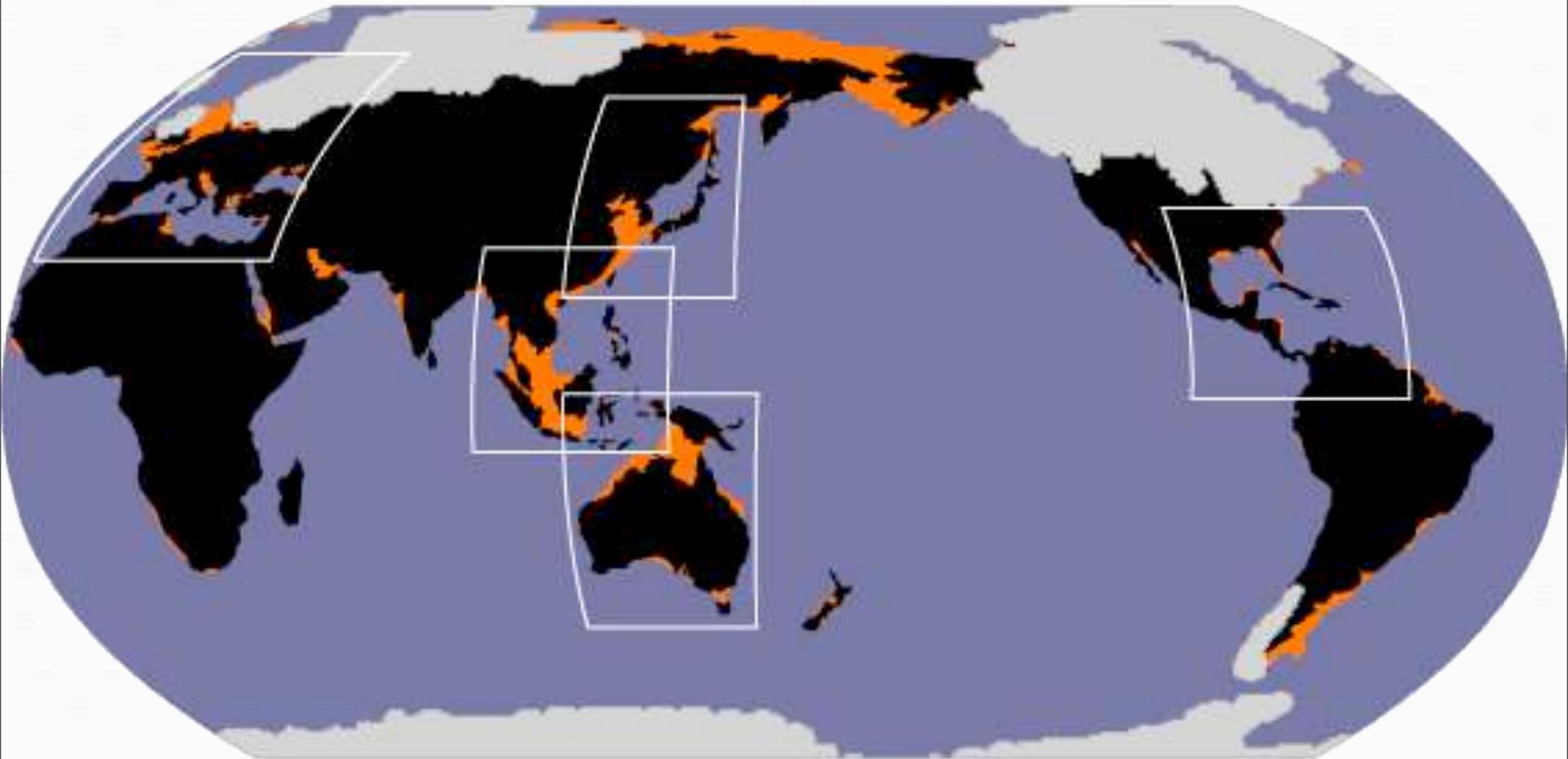
mardi 16 février 16

L'augmentation du niveau de la mer – un problème pour des siècles à venir



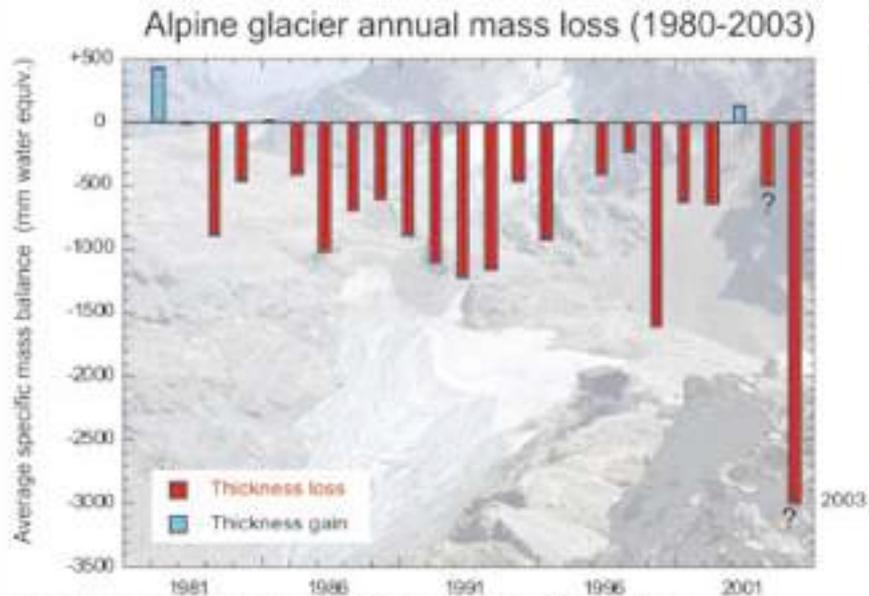
SLR- glacier melt

Grounded Ice Exposed Land



© Proudman Oceanographic Laboratories

Fonte des glaciers

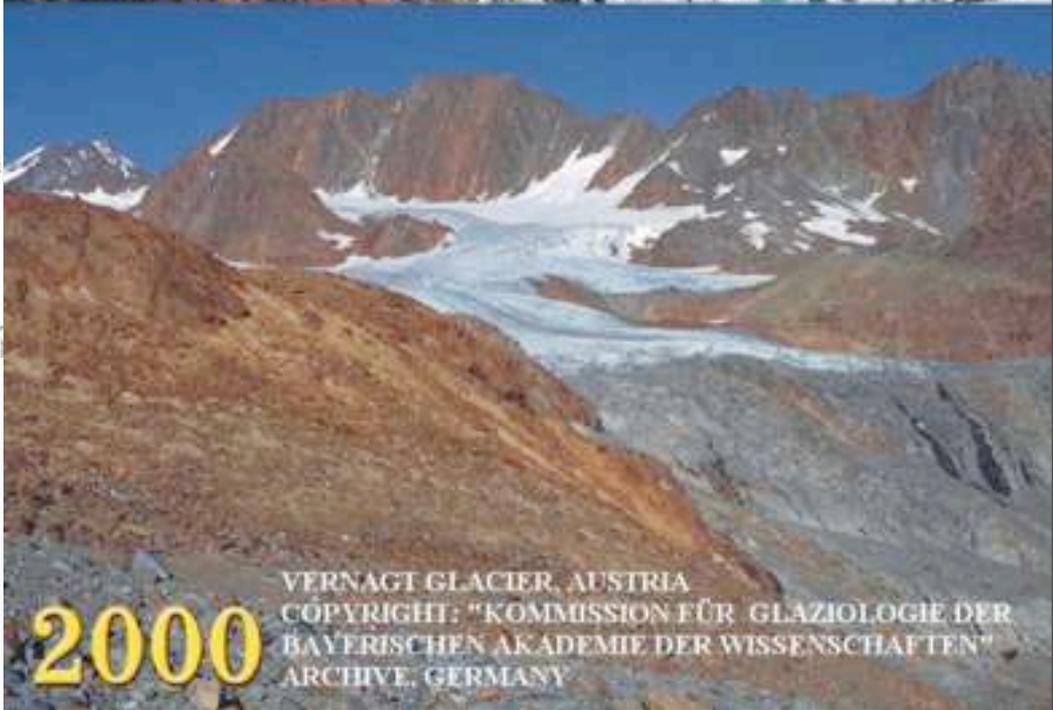


Average based on 10 alpine glaciers: St. Sorlin, Sarennes, Silvretta, Gries, Sonnblickkees, Vernagtferner, Kesselwandferner, Hintereis-ferner, Careser.

Courtesy: Regula Frauenfelder (World Glacier Monitoring Service, Zürich)



1985



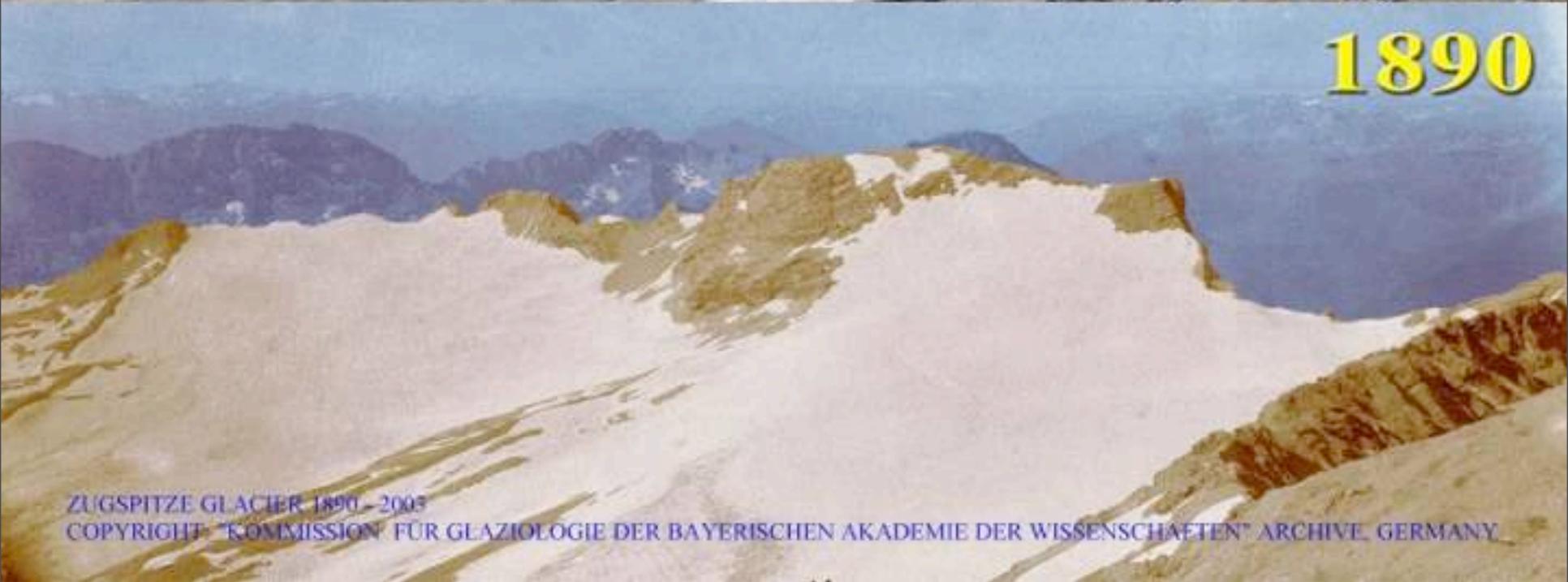
2000

VERNAGT GLACIER, AUSTRIA
COPYRIGHT: "KOMMISSION FÜR GLAZIOLOGIE DER
BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN"
ARCHIVE, GERMANY

2003



1890



ZUGSPITZE GLACIER 1890 - 2003

COPYRIGHT: "KOMMISSION FÜR GLAZIOLOGIE DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN" ARCHIVE, GERMANY



Patagonie, Argentine

Amérique du Sud

Qori Kalis glacier,
Quelccaya ice cap,
Peruvian Andes

February 17, 1993



February 21, 2000



Kilimandjaro Afrique



1904

USGS / 1906

2004

Carroll glacier, Alaska



1904



2004



Carroll glacier, Alaska

USGS / Bruce Molnia, 2004



USGS / 1899

Muir Inlet, Alaska



USGS / 1899

Muir Inlet, Alaska



NPS / Karpilo, 2003



Riggs Glacier,
Muir Inlet,
Alaska's Glacier Bay
National Park



USGS / 1941

Riggs Glacier,
Muir Inlet,
Alaska's Glacier Bay
National Park



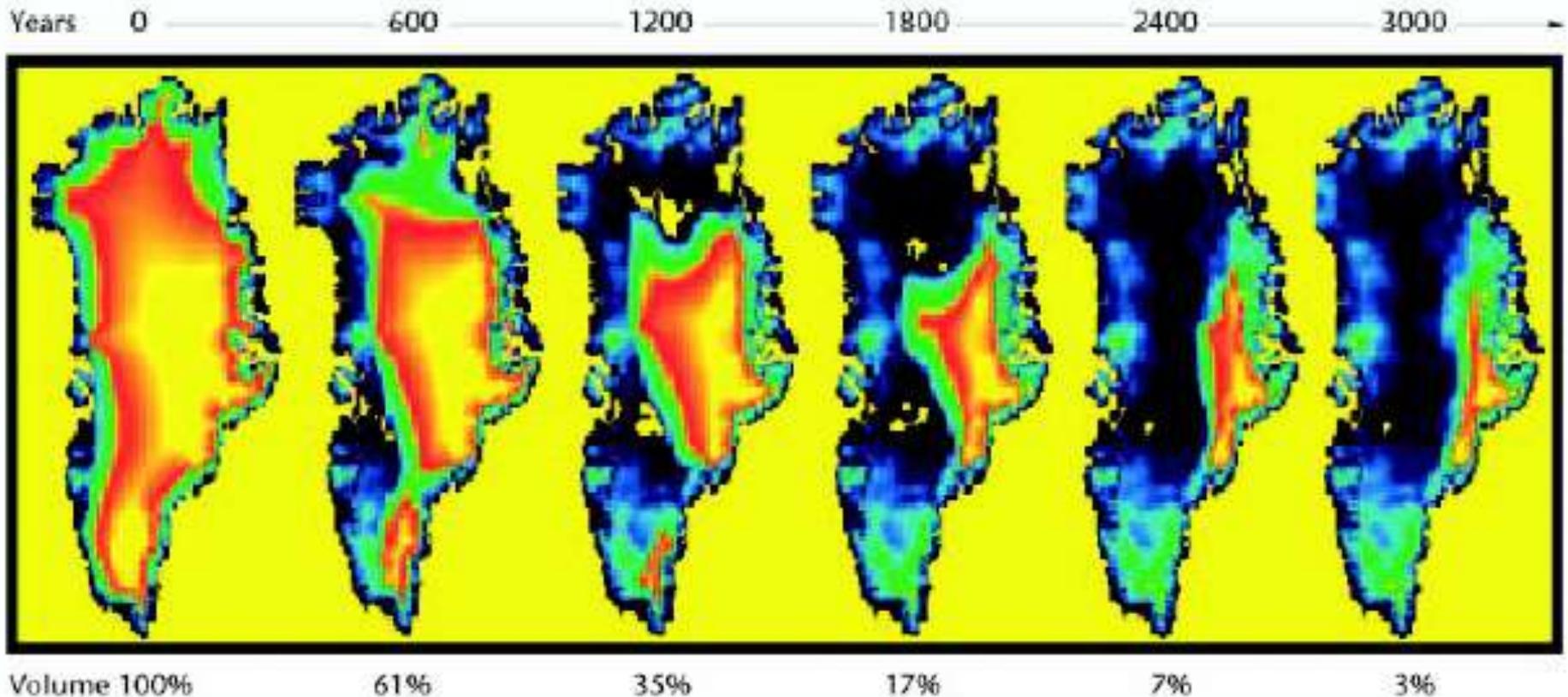
USGS / Bruce Molnia



Groenland: 3 km de glace, 3 millions km²,
7 m d'équivalent de niveau de la mer

Groenland: 3 km de glace, 3 millions km²,
7 m d'équivalent de niveau de la mer

Change in the ice sheet volume predicted by the Hadley Centre climate model coupled to the Alfred-Wegener Institut ice-sheet model, following a quadrupling of atmospheric CO₂ in year 0. Yellow indicates thick ice while blue indicates thin (or no) ice





Calotte Antarctique Ouest (WAIS): Équivalent de 6 m de niveau de la mer

3e interglaciaire (Eémien), 125 000 ans, 4-6 m niveau de la mer

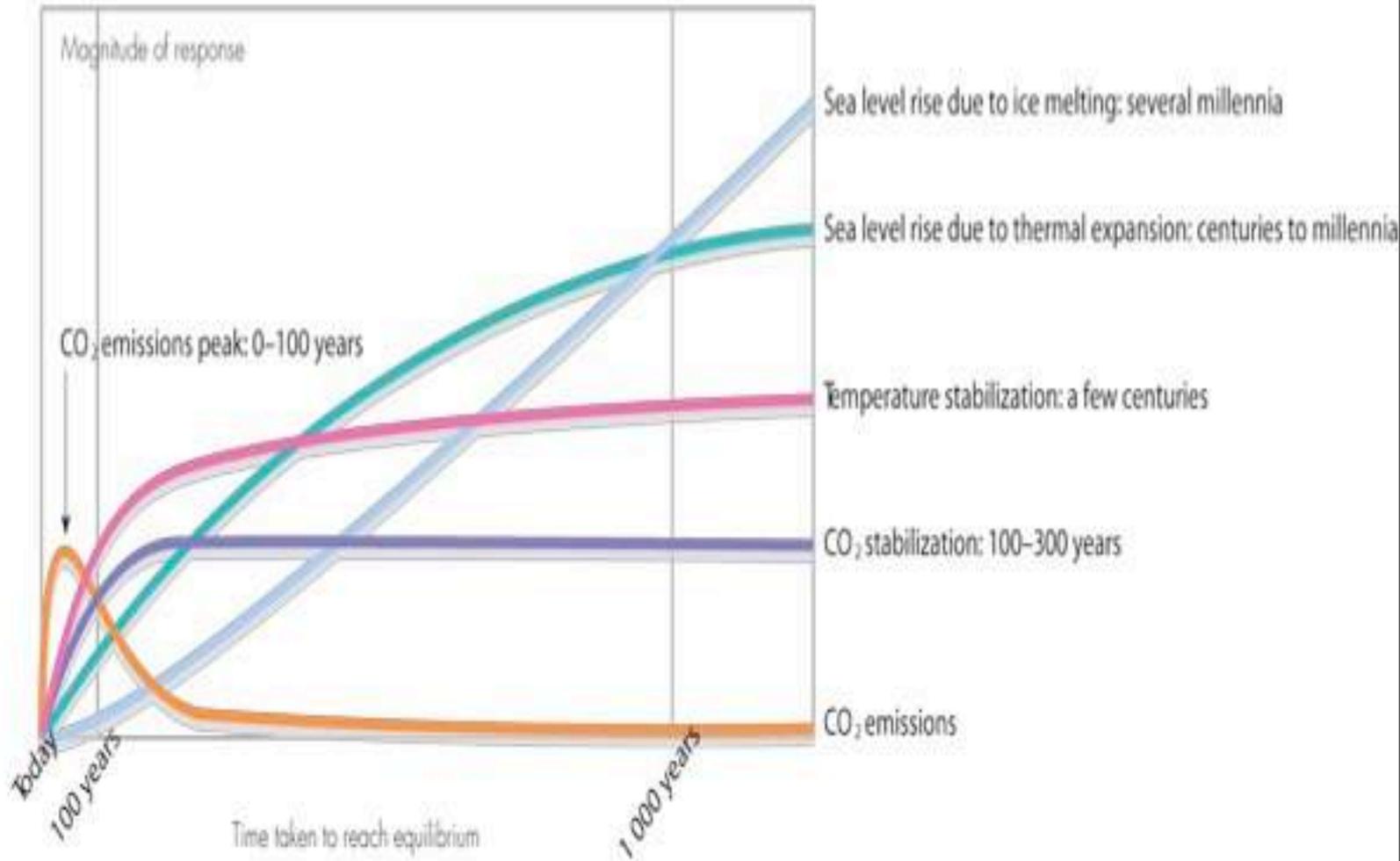
Tableau 2. Différents estimés de l'augmentation du niveau de la mer durant le 21e siècle.

Augmentation prévue	Référence	Commentaire
9-88 cm	IPCC, 2001	Expansion thermique 10-41 cm ; fonte de glaciers continentaux 7-17 cm ; fonte de la calotte du Groenland 1-12 cm ; calotte de l'Antarctique - 1-3 cm (baisse)
18-59 cm	IPCC, 2007	Modélisation semi-empirique
26-98 cm	IPCC, 2013	Modélisation semi-empirique
143 cm	Rahmstorf, 2007	Modélisation semi-empirique - corrélation historique entre la température et le niveau de la mer
74-190 cm	Vermeer et Rahmstorf, 2010	Corrélation statistique entre les forçages radiatifs et le niveau océanique
0.6-1.6 m	Jevrejeva et al., 2010	Corrélation statistique entre les forçages radiatifs et le niveau océanique
0.9-1.3 m	Grinsted et al., 2009	Corrélation entre température et niveau de la mer calibrée sur 2000 ans
29 cm pour les calottes glaciaires, avec une probabilité de 5 % de 84 cm	Bamber et Aspinall, 2013	Enquête auprès d'experts sur la stabilité de calottes glaciaires

Source : Compilation par S. Weissenberger, 2013.

Échelles de temps

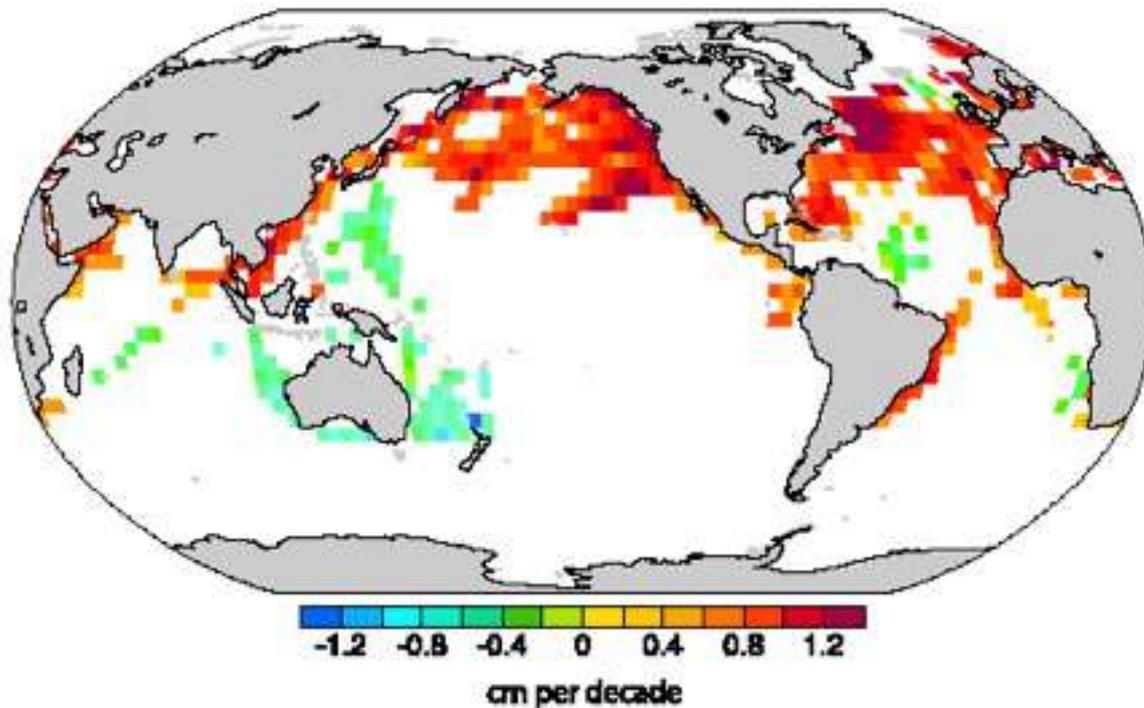
Time scales and sea level rise



Note: Even if CO₂ emissions decline over a period of a couple of centuries, sea level rise will continue for several centuries to millennia.

Source: IPCC 2007a

Augmentation des évènements météorologiques exceptionnels



Évolution de la hauteur significative des vagues entre 1950 et 2002

Gulev et Grigorieva (2004) dans IPCC, 2007.

Stress climatique (exposition)

- Températures
- Précipitations
- Événements extrêmes
- Variabilité

Sensibilité

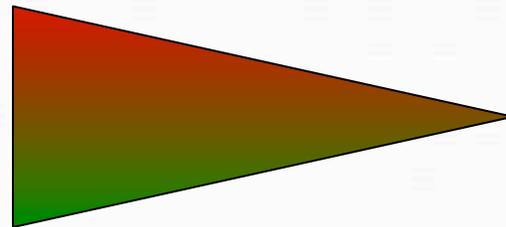
- Territoire
- Écosystèmes
- Ressources
- Economie
- Population

Capacité d'adaptation

- Capital social et humain
- Ressources matérielles
- Ressources technologiques
- Connaissances scientifiques
- Capacité institutionnelle
- Gestion de l'eau, des ressources naturelles et du territoire



IMPACTS



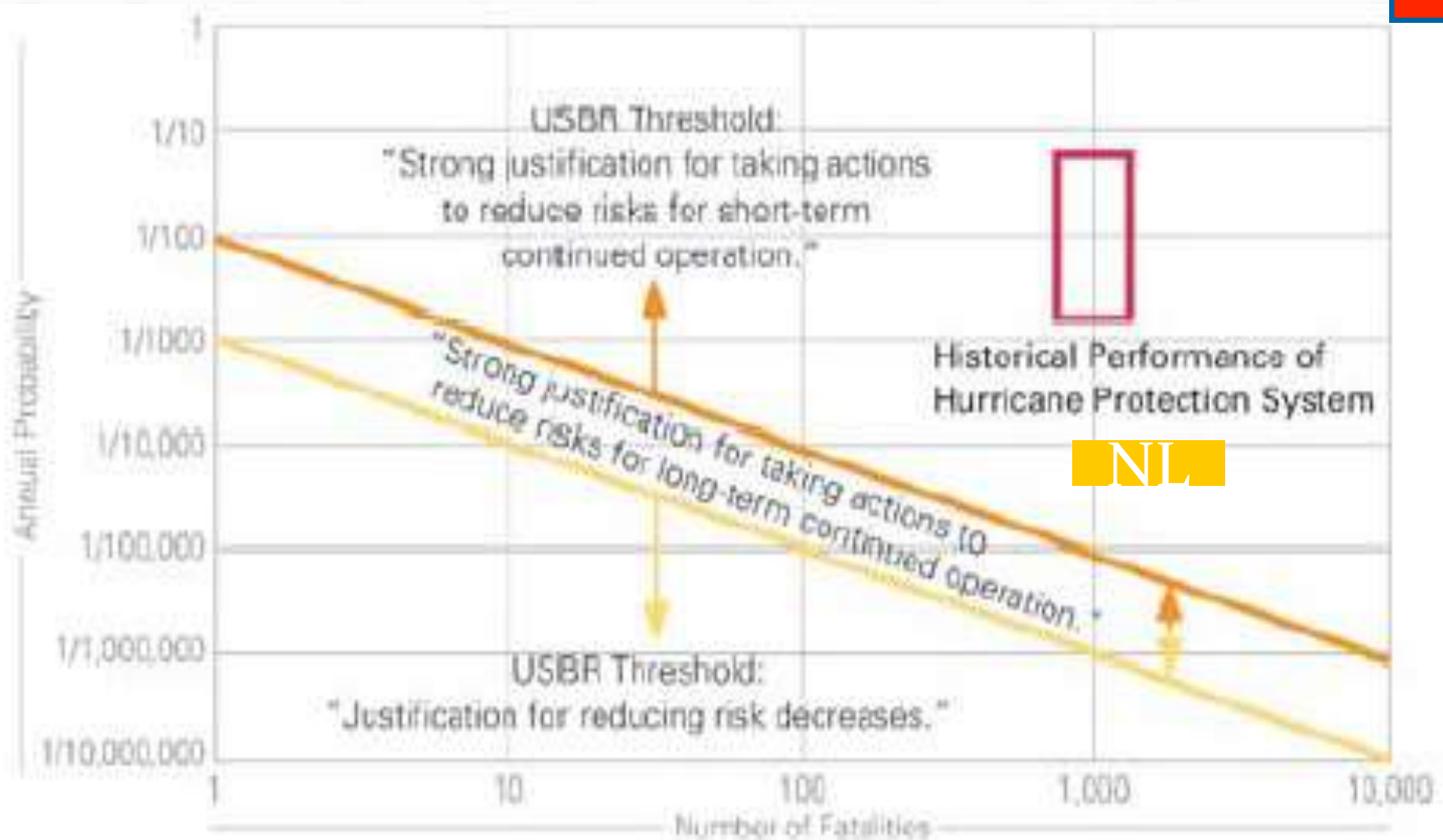
ADAPTATION



VULNÉRABILITÉ

La notion de risque acceptable

Fréquence / probabilité



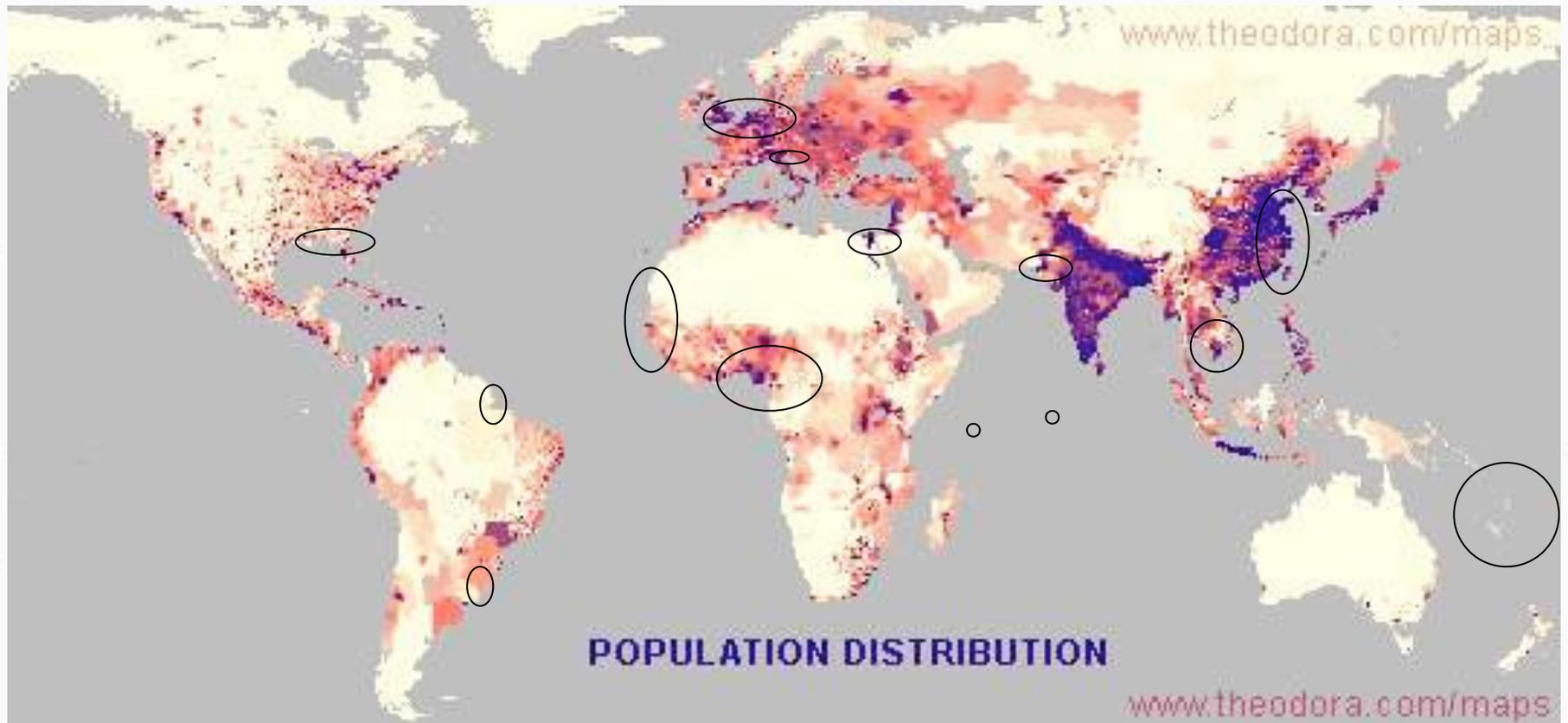
Risque

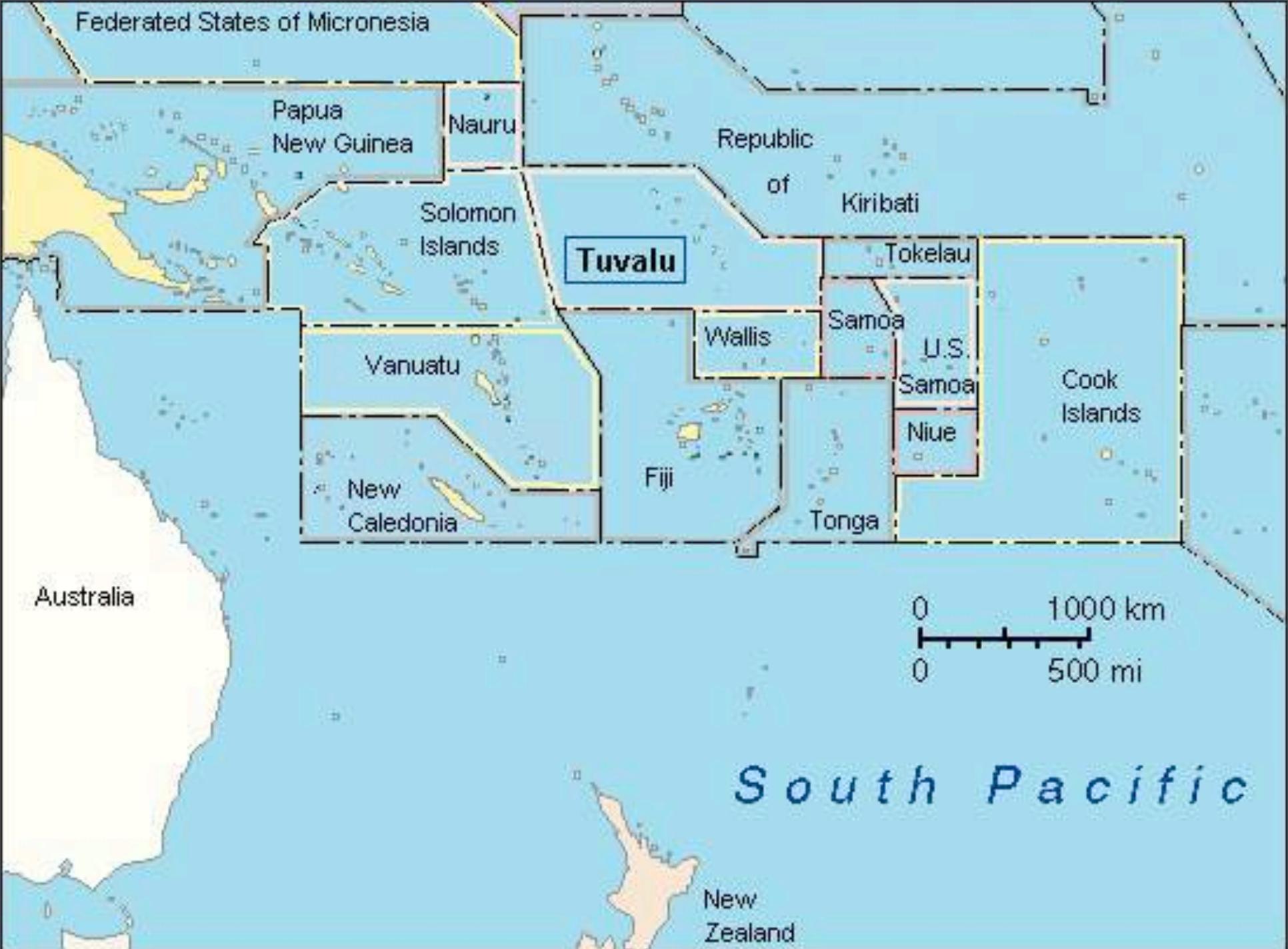
Trois stratégies d'adaptation

- Protection
- Accommodement
- Retrait
- + Précaution

Dépend de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation

Exemples dans différent pays





Funuati



mardi 16 février 16

Nanumaga



mardi 16 février 16

Nanumea





Nanumea



Funafuti

(C) Shuuichi Endou

Tuvalu



Tuvalu

- 3000 Tuvaliens vivent à l'étranger, un programme gouvernemental en relocalise 75 de plus chaque an en Nouvelle-Zélande
- Un autre plan est de relocaliser la population entière sur une île inhabitée du Great barrier reef en Australie
- "We cannot just float on the water hoping that the sea will go down again."
(secretary to the Tuvalu government Panapasi Nelesone)

AOSIS



<http://youtu.be/M4VRb6myfzU>

Bangladesh



CIA
factbook



NASA
Satellite
image

Potential impact of sea-level rise on Bangladesh



Today

Total population: 112 Million

Total land area: 134,000 km²



1.5 m - Impact

Total population affected: 17 Million (15%)

Total land area affected: 22,000 km² (16%)

Bangladesh

Population: 144 millions (7ème);
926 hab/km² (Inde 300, Chine 126, USA 31, Canada 3)
580 km côte
740 000 téléphones, 1,4 millions cellulaires

Inondations, cyclones réguliers

1970: 500 000 morts

1991: 143 000 morts

2004: 2/3 inondé, 10 million sans-abri, 400 morts



A cyclone shelter in Bangladesh. Photo: Pitchford

Germanwatch.e.V

Bangladesh

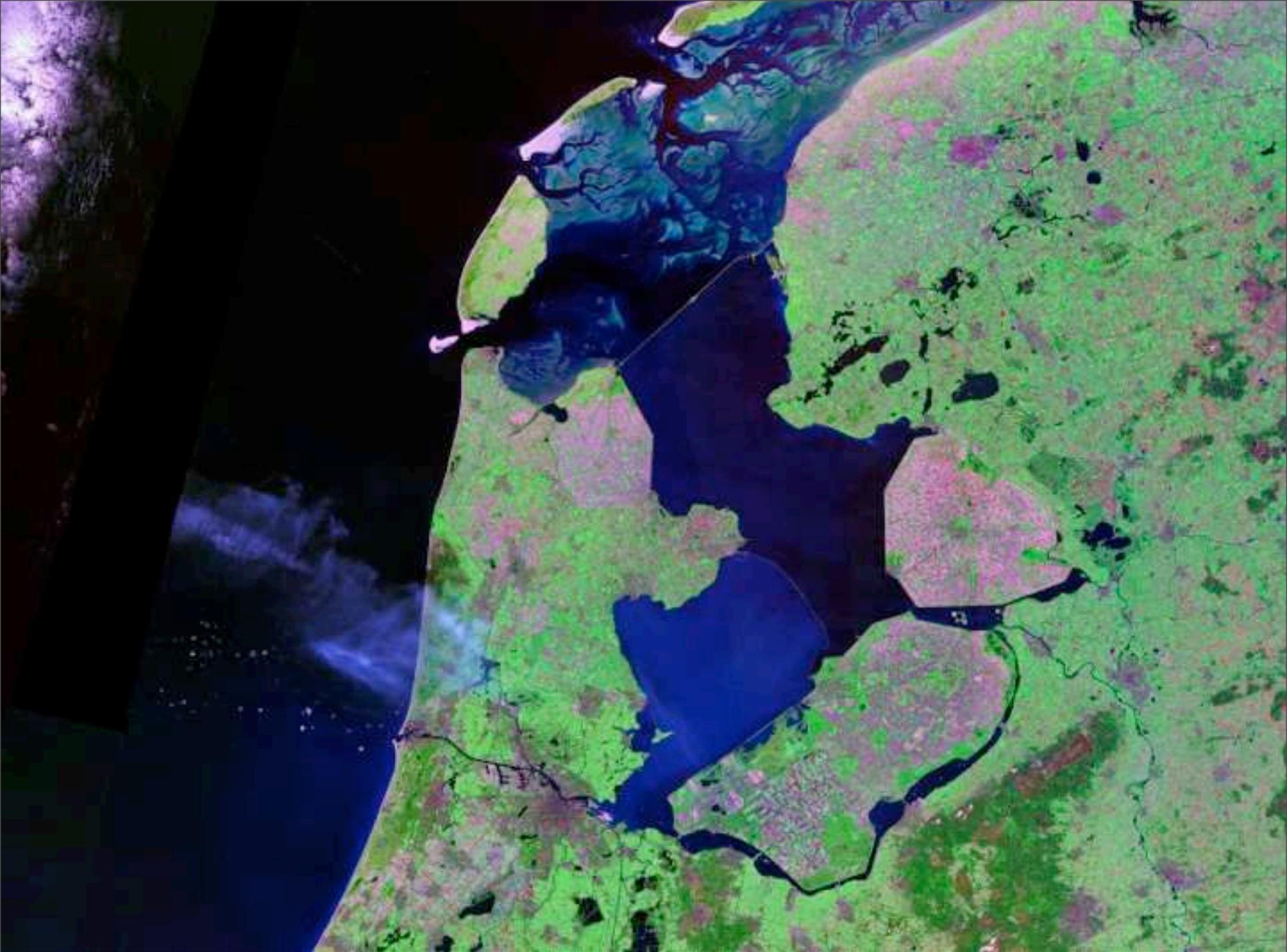
- Construction de 8 000 km de digues, 10 milliard \$US, financé par Banque mondiale, France, Japon, USA
- Digues et voies de communication en terre, abris anti cyclones
- Adaptation des pratiques agricoles: canards au lieu de poulets, crevettes au lieu du riz

Europe



Les Pays-Bas

- Population 16 407 491; 477/km² (plus dense d'Europe)
- Superficie 41 526 km², 451 km de côtes
- *Point le moins élevé: Zuidplaspolder -7 m*
point le moins élevé: Vaalserberg 322 m
- PNB per capita 29 500 \$/an



mardi 16 février 16



> 3000 km digues,
Dans zones 13 et 14
pour crue de
10 000 ans

1953 inondations
2000 morts





Oosterschelde Deltawerken



Planifié 1937
Décidé 1953
Construit 1858-1986
Utilisé pour la
première fois 2007

Maeslantkering Port de Rotterdam



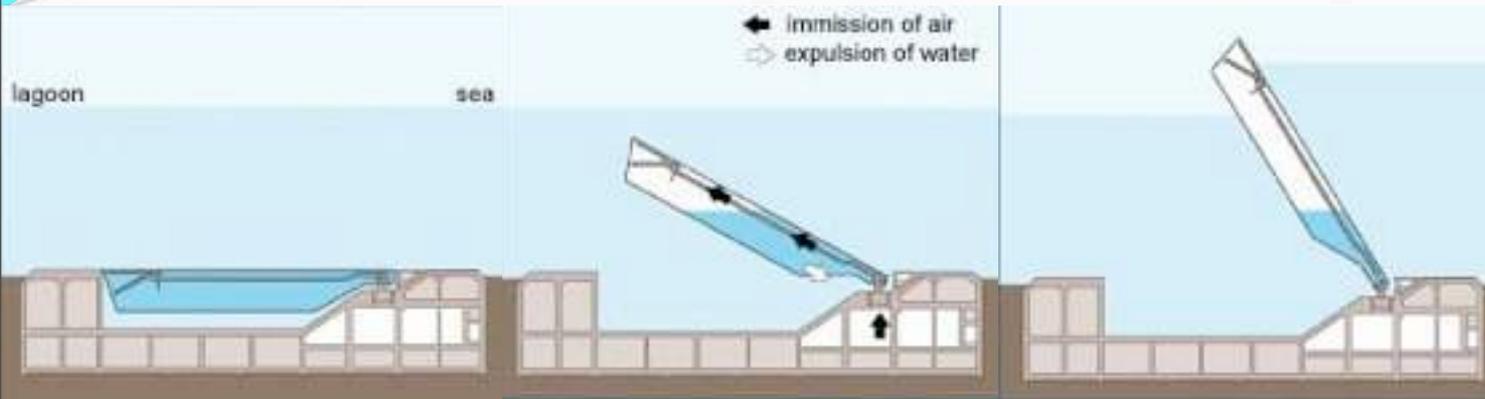
Deux portes d'un poids de deux fois la Tour Eiffel chaque peuvent en moins de deux heures bloquer le chenal de 300 m de larges .

Projet Moïse

Patrimoine
mondial
UNESCO
Inondations:
moins de 10
fois par an au
début du 19^e
siècle, presque
100 fois en
1996



Projet Moïse – lagune de Venise



IFREMER

Nécessite 8 ans de construction
3.5-5 milliards €



IFREMER

Londres – un barrage contre la Tamise

1953: 307 décès, 30 000 évacuation, 5 G£ de dommages

1983: ensemble de 10 barrages amovibles qui peuvent se refermer en 15 minutes, résistent à une pression de 9000 t, 1280 m largeur.



By Diliff - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9424680>

Les Pays-Bas

- Originellement protection absolue des côtes,
- Mais inquiétudes environnementales et impacts esthétique des digues
- Maintenant zones tampon désignées (politique de 1998)
- Adaptation de l'utilisation du territoire
- Problématique dans un pays densément peuplé

Projet Moïse

Critiques

Conçu pour 50 cm d'élévation; fourchette de l'IPCC de 26-99 cm. Si > 50 cm, les portes seraient plus souvent fermées (5/an dans projet initial).

Impacts écologiques, renouvellement des eaux, eutrophisation, accumulation de métaux lourds et autres contaminants



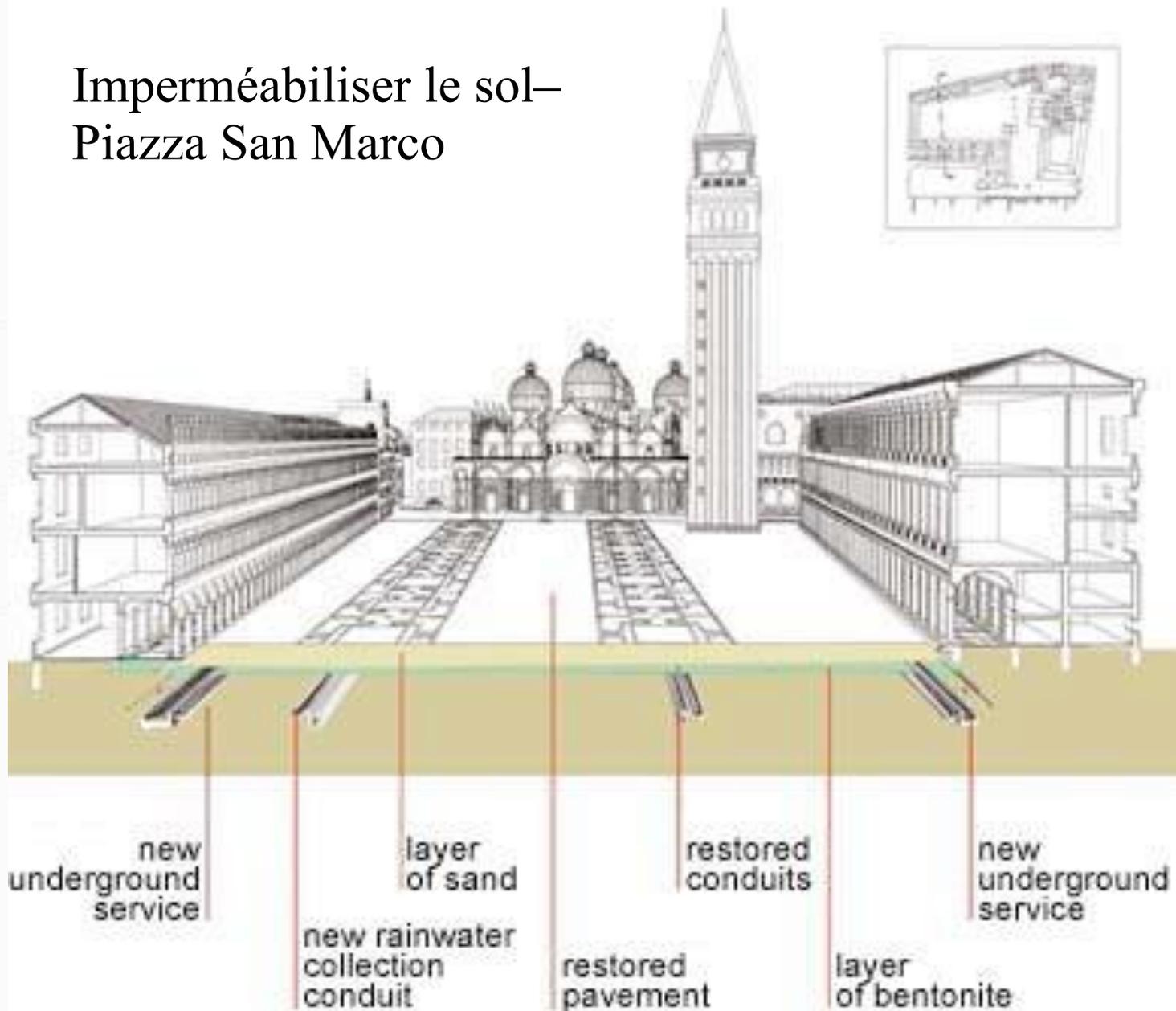
Italie1.com

Projet Moïse

Plan alternatif des Associations de défense de l'environnement:

- Faire cesser le trafic des navires et pétroliers à l'intérieur de la lagune en construisant des quais à l'extérieur, le long de l'île du Lido, où se trouve déjà l'aéroport
- Réduire la pollution
- Protéger les zones les plus basses de Venise
- Réaliser des travaux pour réguler le débit des eaux dans les trois passes
- Construire une île artificielle à 10km de Venise pour accueillir les pétroliers et acheminer le pétrole par un pipe-line sous-marin

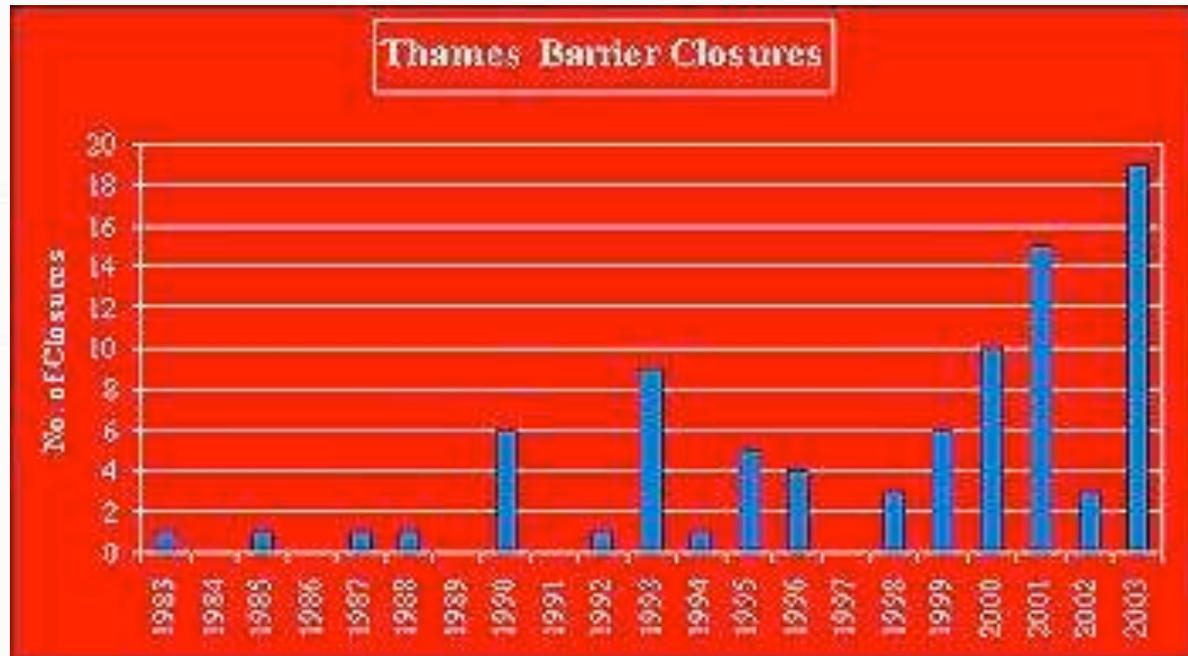
Imperméabiliser le sol— Piazza San Marco



The Thames Barrier

Très grande efficacité: tempête de 2007 (2,75 m) - aucune digue n'a failli, aucuns dommages ou victimes, 7500 personnes évacuées par mesure de prudence

MAIS!



Au début: environ deux fois par an
2007: jusqu'à 24 fois par an

États-Unis

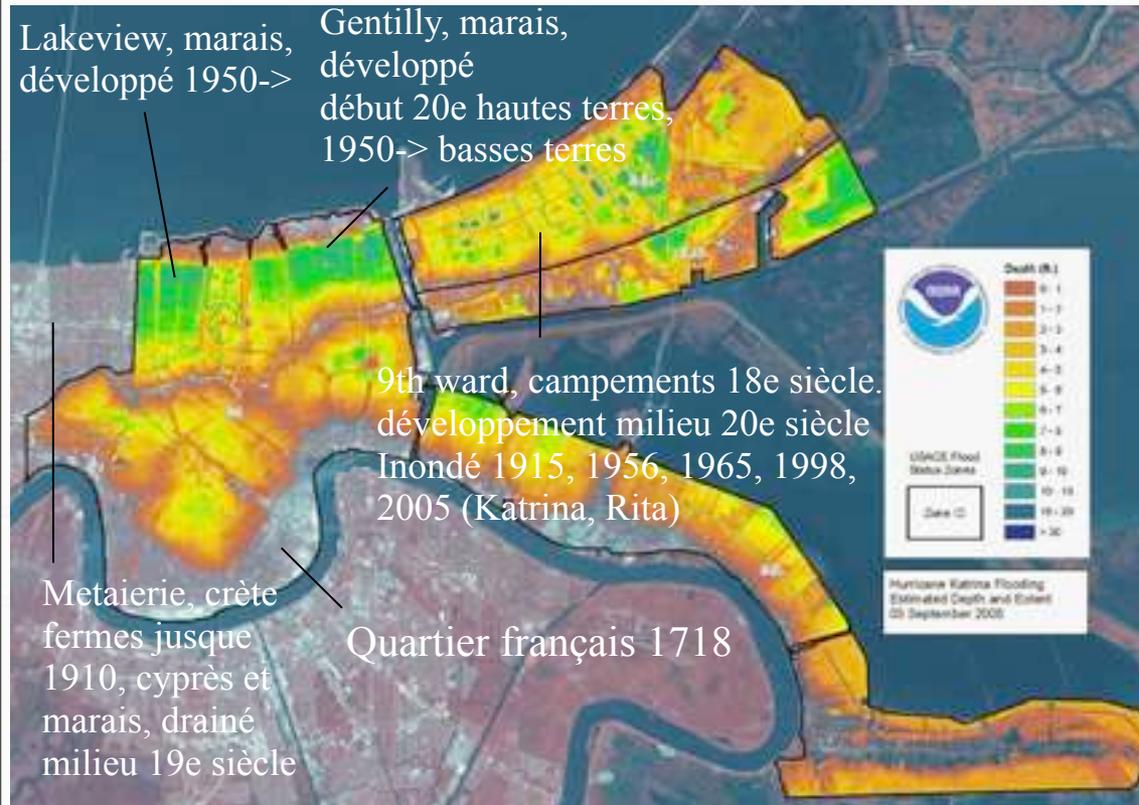


États-Unis : Katrina



Louisiane et Mississippi 375 000 réfugiés, la majorité ne rentrera pas.
Reconstruction difficile. Problèmes sociaux, organisationnels, institutionnels.
Assurances deviennent inabordables.

Principe de précaution



Inondations 2005



1863

Enseignements d'études de cas internationales

- Canada
- Bénin
- Sénégal
- Haïti



MINISTÈRE DE
L'ENVIRONNEMENT ET
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE DU SÉNÉGAL



Institut des sciences
de l'environnement

UQÀM



IDRC | **CRDI**

International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international

Canada



Augmentation du niveau de la mer et érosion côtière – une vulnérabilité partagée



Érosion côtière à la Plage Parlee,
Nouveau-Brunswick, S. Weissenberger,
2014



Maison endommagée au Sénégal,
M. Noblet, 2012



Structure endommagée sur la côte du
Bénin. Source :PANA 2008

Augmentation du niveau de la mer et érosion côtière – une vulnérabilité partagée



Rue détériorée par les inondations à
Léogâne, Haïti
S. Weissenberger, 2012



Endommagement d'une route dans la
péninsule Acadienne
S. Weissenberger, 2013



Route abandonnée sur la pointe de
Richibucto.
P. Jordan/MENB, n.d.

Des mesures d'adaptation communes



Enrochement, Beaubassin-Est, Nouveau-Brunswick, Canada
S. Weissenberger, 2014



Sénégal, Petite Côte
M. Noblet, 2012



Digue à Felir, Delta du Saloum, Sénégal
É. Lacoste-Bédard, 2014

Des thèmes récurrents

- Développement dans des zones à risque
- Augmentation de la valeur et de l'attrait du domaine littoral
- Développement croissant
- Manque de soutien des autorités
- Absence d'une vision à long terme
- Déficit d'information scientifique
- Adaptation réactive avec des moyens improvisés
- Adaptation axée fortement sur la protection – souvent irréaliste
- Vulnérabilité des femmes

Les pays “développés” ne sont souvent pas mieux préparés à affronter les risques côtiers

Des possibilités d'apprentissage mutuel



Plan de gestion intégrée de la zone côtière Carleton St. Omer, 2006



Barrages de Carleton

La mise en place d'un comité de gestion intégrée de la zone côtière de Carleton et de Saint-Omer est issue de la volonté locale de prendre en main le développement durable du milieu. Afin de profiter de toute l'expérience acquise dans le domaine de la gestion intégrée, le Comité s'est inspiré de plusieurs autres initiatives en cours dans le monde et au Québec. Les multiples défis environnementaux et socio-économiques auxquels la zone côtière est confrontée ont en effet incité plusieurs communautés et régions à se lancer dans un processus de concertation. Cette démarche cohérente et inclusive de tous les acteurs est appelée gestion durable, participative ou intégrée.

Les expériences réalisées en Guinée Bissau[®] et au Sénégal[®] (Afrique de l'Ouest) ainsi que sur la côte du Dorset[®] en Angleterre ont particulièrement été bénéfiques pour orienter les travaux du Comité. Plusieurs expériences semblables sont aussi présentement en cours au Québec : la gestion de l'eau par

Gaspésie, 5 aux Îles-de-la-Madeleine, une sur la Côte-Nord[®] et 2 au Bas-Saint-Laurent. Ces pionniers de la gestion intégrée de la zone côtière au Québec expérimentent les avantages et les défis de cette approche.

Une excellente collaboration est établie entre les groupes de gestion intégrée pour partager des ressources, des expériences et des idées. Par exemple, le Comité des usagers de la Baie de Cascapédia, ayant un territoire contigu avec celui du Comité côtier Carleton-Saint-Omer, est devenu un partenaire important et plusieurs projets ont été réalisés en collaboration.

C'est la première fois qu'on assiste à une telle mobilisation pour la zone côtière de Carleton et Saint-Omer et la démarche est désormais bien implantée dans la communauté. Par la rédaction de ce plan de gestion intégrée, le Comité côtier désire aller plus loin dans la démarche et engager plusieurs acteurs locaux dans la mise en œuvre du plan. Il

Quelques constats au Nouveau-Brunswick, au Sénégal et au Bénin

- **L'importance de la participation des communautés dans l'élaboration de stratégies d'adaptation**
- *Le processus participatif et les solutions localement adaptées*
- *Une représentation changeante de la zone côtière*
- *La cohésion communautaire*
- *Émancipation des communautés – Renforcement de la gouvernance locale et du pouvoir de négociation à travers l'appropriation de connaissances*
- *L'importance des connaissances locales*
- *L'importance de la gouvernance locale*
- *L'importance des associations (ONG)*

Quelques constats au Nouveau-Brunswick

- *Le processus participatif et les solutions localement adaptées*

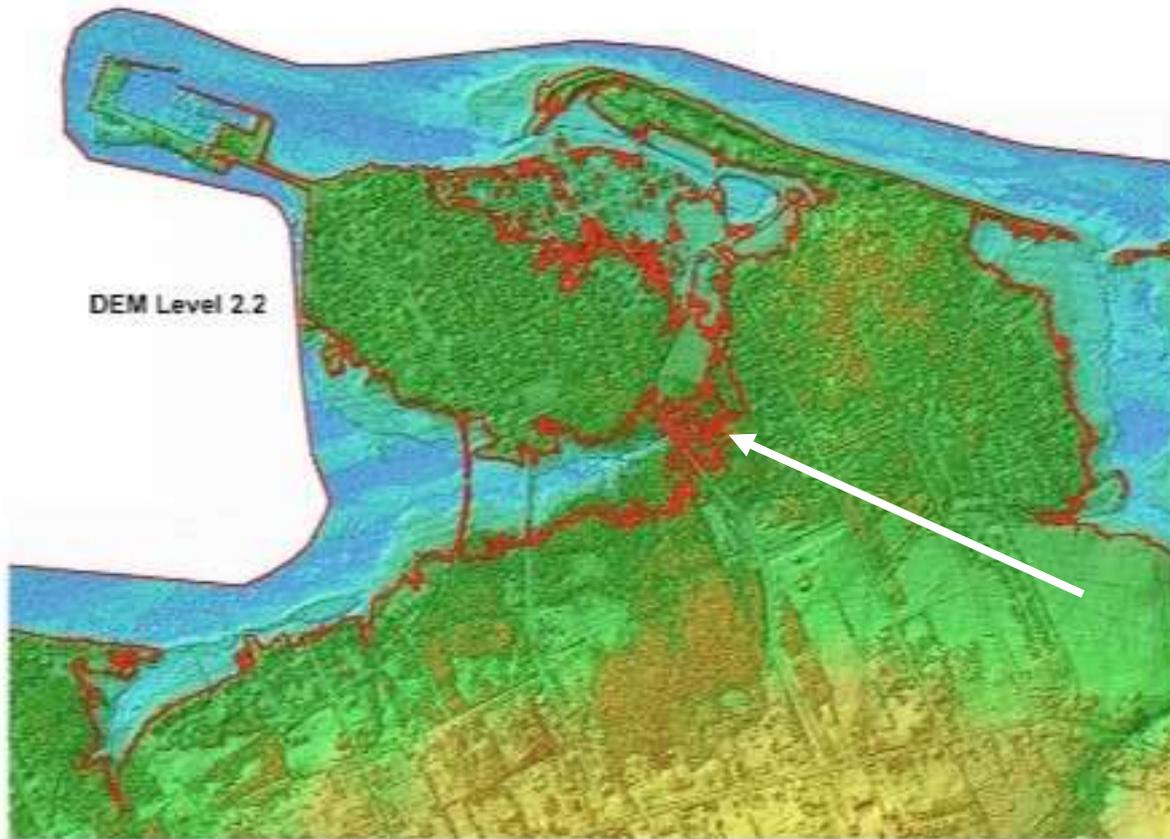


Figure 55. Aerial extent of the White Juan flood of February 19, 2004, in Pointe-du-Chêne. LIDAR mapping (valid May 2003) by Applied Geomatics Research Group, Nova Scotia Community College.

Quelques constats au Nouveau-Brunswick

- *Le processus participatif et les solutions localement adaptées*



Étude de cas	Action prioritaire à la fin du projet
Bathurst / Bayshore	Structures de protection construites selon les spécifications
Shippagan	Évaluation du risque de submersion et d'érosion, restriction du développement dans les zones à risque, éducation de la population
Le Goulet	Relevé LIDAR du territoire
Cocagne et Grande-Digue	Système de digues, élever les routes et les bâtiments, reculer route et bâtiments, programme gouvernemental « buy-me-out »
Pointe-du-Chêne	Rehaussement du pont connectant Pointe-du-Chêne à la terre

Quelques constats au Nouveau-Brunswick

- ***La cohésion communautaire – résidents de première et deuxième génération***

« Il faut trouver un moyen d'impliquer les résidents saisonniers dans les projets de la communauté » -Un participant au focus group de la CSR du Sud-est

« Il faut trouver une solution collective et non pas individuelle car c'est tout le monde qui est affecté par l'aménagement côtier » -Un participant au focus group de la CSR du Sud-Est

Quelques constats au Nouveau-Brunswick

- L'importance de la participation des communautés dans l'élaboration de stratégies d'adaptation
- *Le processus participatif et les solutions localement adaptées*
- *Une représentation changeante de la zone côtière*
- *La cohésion communautaire – résidents de première et deuxième génération*
- **Émancipation des communautés – Renforcement de la gouvernance locale et du pouvoir de négociation à travers l'appropriation de connaissances**
- *L'importance des connaissances locales*
- *L'importance de la gouvernance locale*
- *L'importance des associations (ONG)*



Quelques constats au Nouveau-Brunswick

- *L'importance des connaissances locales*

Tableau 4 Concordance entre les observations locales et les données scientifiques sur le territoire de Shippagan, NB. N = nombre de répondants qui ont évoqué cette variable.

Source Stervinou et al., 2013.

Variable	N	Correspondance entre les observations et les mesures		
		Forte (≥4)	Faible (<4)	s/o
Température atmosphériques hivernales	8	X		
Températures de surface de la mer	1			X
Précipitations de neige	4			X
Fréquence des tempêtes	2		X	
Durée du couvert de glace	7			X
Augmentation du niveau de la mer	9	X		
Érosion côtière	10			X

Quelques constats du Delta du Saloum

Problèmes constatés:

- Érosion côtière
- Submersion de la mangrove
- Salinisation des terres
- Inondations



Quelques constats du Delta du Saloum

Stratégies d'adaptation :

- se retirer vers les hauteurs de l'île, où de l'espace est encore disponible (Fayako)
- attendre que l'eau se retire après des inondations pour essayer d'utiliser ce qu'il reste (Fayako)
- accueillir des visiteurs pour des études sur les changements climatiques (mais « ils ne font que discuter mais ça s'arrête là. Il n'y a pas eu de changements significatifs ou d'aide, rien de concret. ») (Fayako)
- construction de digue (mais réfection nécessaire parce qu'«en état de dégradation avancée ») (Djirnda)
- création d'une Aire Marine Protégée prévue (AMP) (Djirnda)
- reboisement de la mangrove (Diogane)
- de manière générale, la forte mobilisation de la population au sein d'associations est perçue comme un élément important de sa capacité d'adaptation

Site web:



Recherche

INDEX

Auteur

Mots-clés

Lieux d'étude

NUMÉROS

Tous les numéros

Tous les hors-séries

LA REVUE

À propos

Directives aux auteurs

Comité de rédaction

Comité scientifique

Nos partenaires

Appel aux propositions

Guide - rédaction scientifique

Le blogue de Vertigo

RETRIBUTIONS ET RETRAVAILLÉS

Sommaire

HORS-SÉRIE 23 | novembre 2015

Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtières

Sous la direction de **Sebastian Weissenberger** (Université du Québec à Montréal, Canada) et **Omer Chouinard** (Université de Moncton, Canada)

La collection d'articles présentée dans ce hors-série est en grande partie issue du colloque « Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtières : une perspective mondiale » tenu dans le cadre du 82^e Congrès de l'Acfas à l'Université Concordia. L'intention du colloque était d'explorer la manière dont les communautés côtières à travers le monde s'adaptent aux problèmes causés par les changements climatiques et l'augmentation du niveau de la mer. Comment est-ce que la vulnérabilité, la résilience et la capacité d'adaptation se déclinent selon les différents contextes ? Comment est-ce que les processus sociaux se comparent d'une étude de cas à l'autre ? Comment est-ce que les différents acteurs, dont les scientifiques, sont capables de relever les défis qui se posent aux communautés et quels sont les freins à une adaptation efficace ?

Ce hors-série amène ainsi la lectrice et le lecteur dans un voyage à travers le monde, incluant Madagascar, le Vietnam, la France et l'Europe de l'Ouest, le Québec, le Nouveau-Brunswick et le monde virtuel du web.

Sebastian Weissenberger et Omer Chouinard

Adaptation aux changements climatiques en zone côtière : une perspective mondiale [Texte intégral]

<http://vertigo.revues.org/16574>

- Sebastian Weissenberger et Omer Chouinard - Adaptation aux changements climatiques en zone côtière : une perspective mondiale
- Idrissa Oumar Kane et Jean-Paul Vanderlinden - L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière
- Antonia-Djémila Bousbaine et Christopher Bryant - Les défis des communautés côtières pour rehausser la résilience et leur capacité à faire face aux intempéries climatiques
- Nathalie Beaulieu, Julia Santos Silva et Steve Plante - Un cadre conceptuel pour explorer localement les facteurs de vulnérabilité et les options d'adaptation aux changements climatiques
- Yann Roche et Pham Van Cu - Les mangroves face aux changements climatiques : Le cas à la fois typique et particulier du Vietnam
- Jessica Onitsoa Andriamasinoro et Bruno Sarrasin - Enjeux politiques de l'adaptation aux changements climatiques dans les projets de gestion intégrée des zones côtières à Madagascar
- Geneviève Brisson, Martin Hébert, Pierre André, Emmanuelle Bouchard-Bastien, Anne Foro, Laure Beziers, Odile Bergeron, Samuel Yonkeu, Elizabeth Robinson, Jill Torrie, Suzanne Bruneau et Pierre Gosselin - Construire ensemble l'adaptation : la Boîte à outils pour tenir compte des changements climatiques et de la santé humaine en territoire cri
- Dominic Lapointe, Bruno Sarrasin et Alexis Guillemard - Changements climatiques et mise en tourisme du fleuve St-Laurent au Québec
- Omer Chouinard, Sebastian Weissenberger et Dan Lane - L'adaptation au changement climatique en zone côtière selon l'approche communautaire : études de cas de projets de recherche-action participative au Nouveau-Brunswick (Canada)

Merci pour votre



Méthodes d'aide à la prise de décision



Unicritère



Tous les impacts ramenés à un critère



Multicritère



Pas d'agrégation des critères

Méthodes unicritères

- Comparer des impacts de nature différente (normalisation)
- UIE (unité d'impact environnemental (méthode de Batelle))
- Indice de vulnérabilité
- Évaluation économique \$

Indice de vulnérabilité (Thoto, 2015)

- 3 composantes: exposition, sensibilité, capacité d'adaptation
- Plusieurs indicateurs par composante
- Normalisation des indicateurs (0-1 faible, forte vulnérabilité), fonctions à définir
- Pondération en utilisant l'analyse par composantes principales (parfois aussi poids égaux)

Tableau 1 : Indicateurs d'exposition

Indicateur d'exposition	Valeur de l'indicateur	Relation fonctionnelle entre indicateur et vulnérabilité
Température (Gbetibouo et al., 2010 ; Islam et al., 2013)	Variation des températures maximales et minimales (°C)	La vulnérabilité augmente au fur et à mesure que la température s'éloigne d'une valeur optimale (médiane).
Pluviométrie (Islam et al., op. cit.)	Variation de la pluviométrie	La vulnérabilité augmente au fur et à mesure que la pluviométrie s'éloigne d'une valeur optimale (médiane).
Evènements climatiques extrêmes (Gbetibouo et al., 2010 ; Islam et al., op. cit.)	Nombre d'évènements climatiques extrêmes passés	Plus le nombre est élevé, plus la vulnérabilité augmente.

Tableau 2 : Indicateurs de sensibilité

Indicateur de sensibilité	Valeur de l'indicateur	Relation fonctionnelle entre indicateur et vulnérabilité
Importance de la pêche dans le ménage	% de membres du ménage qui dépendent des activités de pêche	Plus le ménage a de membres dépendant des activités de pêche, plus il est vulnérable.
Temps consacré à la pêche (Islam et al., 2013)	Nombre de mois consacrés aux activités de pêche en une année	Plus le ménage passe de temps dans les activités de pêche, plus il est vulnérable.
Importance de la pêche dans le revenu (Islam et al., 2013)	Part sur 10 du revenu annuel provenant des activités de pêche	Plus la pêche représente une grande part dans le revenu du ménage, plus il est vulnérable.

Tableau 3 : Indicateurs de la capacité d'adaptation

Indicateur de la capacité d'adaptation	Valeur de l'indicateur	Relation fonctionnelle entre indicateur et vulnérabilité
Age (Islam et al., 2013)	Nombre (années)	Plus le chef du ménage est âgé, moins il est vulnérable
Disponibilité de mangroves	Accès du ménage à une mangrove	Plus le ménage a accès aux mangroves, moins il est vulnérable.
Diversification du revenu (Piya et al., 2012 ; Deressa et al., 2008)	Nombre de sources alternatives de revenu	Plus le ménage a de sources alternatives de revenus, moins il est vulnérable.
Instruction (Islam et al., 2013)	Niveau d'instruction	Plus le chef du ménage est instruit, moins il est vulnérable.
Employabilité (Islam et al., 2013)	Nombre de membres du ménage actifs (>14ans) dans les activités de pêche	La vulnérabilité augmente au fur et à mesure que le nombre de membres du ménage actifs s'éloigne d'une valeur optimale (médiane).
Expérience (Islam et al., 2013)	Nombre d'années d'expérience dans les activités de pêche	Plus le chef du ménage a d'années d'expérience dans les activités de pêche, moins il est vulnérable.
Conseils agricoles	Accès aux services de conseil agricole	Plus le ménage a accès aux services de conseil agricole, moins il est vulnérable.
Information agricole	Accès à la radio ou au téléphone (pour des informations agricoles)	Plus le ménage a accès à l'information agricole, moins il est vulnérable.

Méthodes multicritères

- Comparer des impacts de nature différente (sans normalisation)
- Techniques ordinales, p.ex. méthode d'ordonnancement de Holmes: classement des impacts par degrés d'importance,
- MCDM, Electre, Prométhée

Tableau 3 : Suggestions des options d'adaptation mentionnées par les citoyens de Le Goulet (Plante et al., 2011)

Options d'adaptation

Option A

- Retrait de certains domiciles les plus à risque
- Restauration de brèche dans la dune côtière
- Modifications au Plan d'aménagement de Le Goulet

Option B

- Étudier la pertinence d'un mur de protection dans la prévention des inondations
- Construction d'un aqueduc et d'un égout sanitaire

Autres mesures d'adaptation

- Problème d'inondation résultant du Lac du Goulet
- Sensibilisation au plan des mesures d'urgence
- Certains besoins en recherche

Table 2 Priority ranking of adaptation options established by the citizens of Pointe-du-Chêne (Plante et al., 2011)

Adaptation option	Costs	Adaptation strategy	Environmental impacts
1. Modification of the bridge	Medium	Accommodation	Small-medium
2. Dikes and dams	Very high	Protection	High
3. Restoration or replacement of the ditches	Small	Accommodation	Small
4. Guarantee an evacuation road through the park	Small	Accommodation	Small
5. Limit the sources of contamination of the wetlands during floods	Medium to high	Accommodation	Small

Établissement de priorités

Priorities	Number of participants (out of 16)
Amelioration of water quality in the bay of Shippagan	15
Awareness to environmental issues, public education	6
Adaptation to climatic changes	6
Reopening of shellfish zones	4
Control of invasive seaweeds	3
Promotion of recycling.	2
Promotion of bivalve aquaculture	2
Enforcement of environmental zoning	2
Control of chemical pollution in the Shippagan harbour	2
Identification of possible causes of toxic algae blooms	1
Promotion of responsible use of drinkable water	1
Diminution of energy consumption	1
Protection of biodiversity	1



Modélisation

Modélisation

- Modèles stochastique pour l'évaluation des risques

Modélisation

- Modèles stochastique pour l'évaluation des risques
- Modèles mécanistiques pour calculer p.ex. l'impact des vagues

Modélisation

- Modèles stochastique pour l'évaluation des risques
- Modèles mécanistiques pour calculer p.ex. l'impact des vagues
- Modèles climatiques pour calculer les conditions futures

Modélisation

- Modèles stochastique pour l'évaluation des risques
- Modèles mécanistiques pour calculer p.ex. l'impact des vagues
- Modèles climatiques pour calculer les conditions futures
- Modèles géographiques (3-D) pour évaluer les risques d'inondations, l'occupation du territoire, etc.

Risques d'inondation

La préoccupation principale des communautés sont les inondations et en particulier la sécurité des habitants, les voies d'évacuation et les pertes de propriété.

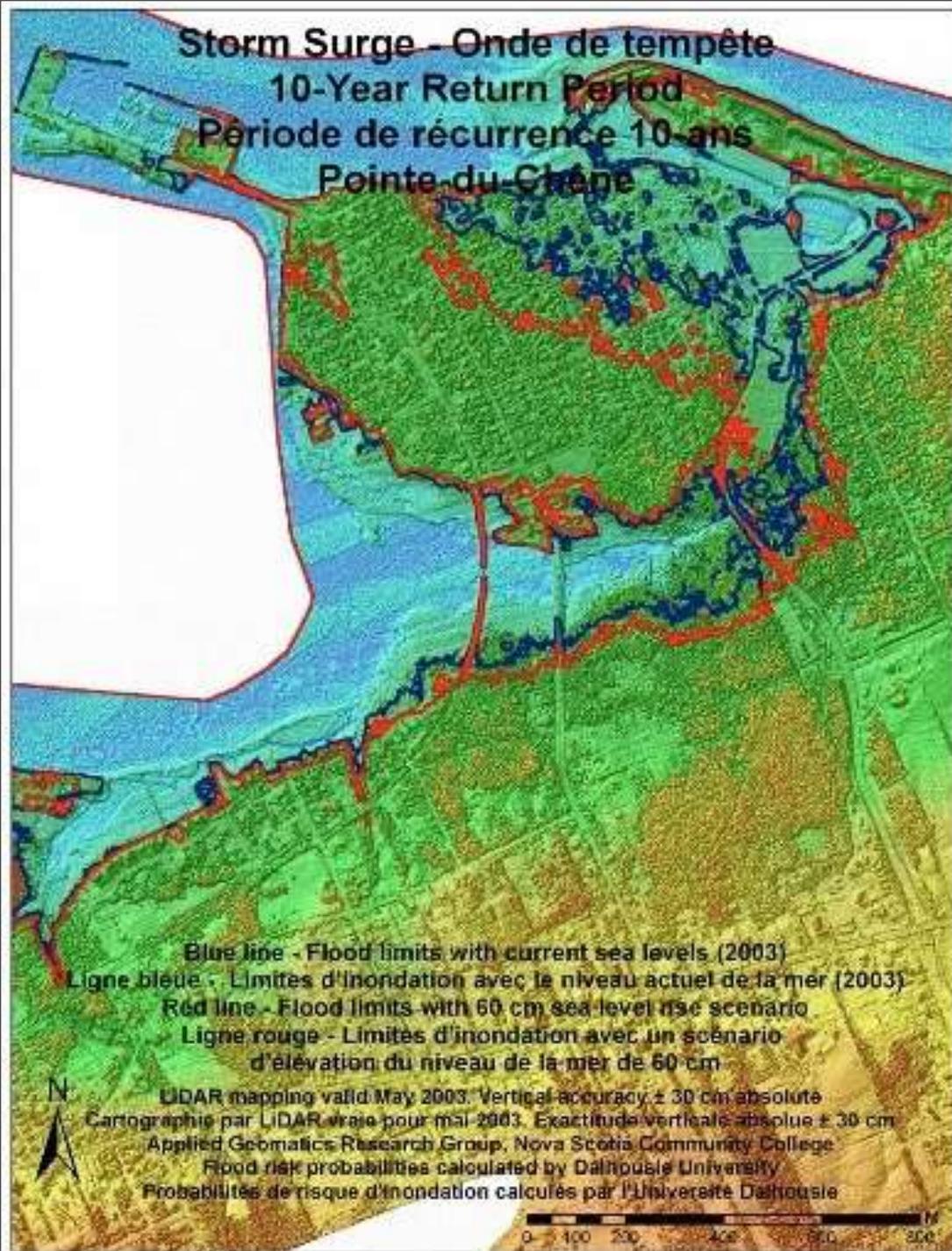
La série de cartes montre les zones inondées selon les périodes de récurrences: 2 ans, 5 ans, 10 ans, 40 ans, 100 ans. À chaque fois, la ligne bleu est la limite avec le niveau de la mer actuel, la ligne la limite d'inondation avec une augmentation du niveau de la mer de 60 cm.



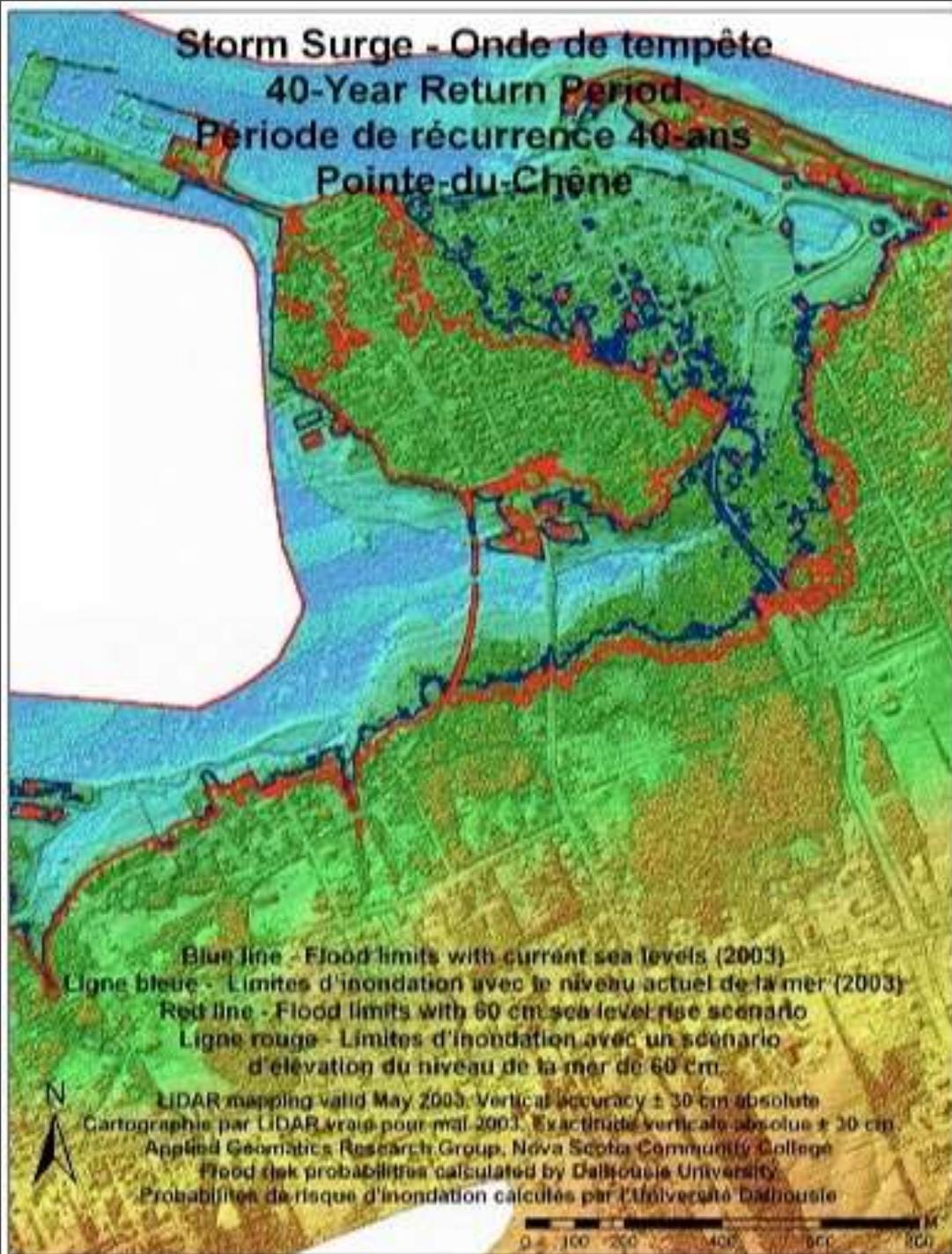
Storm Surge - Onde de tempête
5-Year Return Period
Période de récurrence 5-ans
Pointe-du-Chêne



Storm Surge - Onde de tempête
10-Year Return Period
Période de récurrence 10-ans
Pointe-du-Chêne



Storm Surge - Onde de tempête
40-Year Return Period
Période de récurrence 40-ans
Pointe-du-Chêne



Blue line - Flood limits with current sea levels (2003)
Ligne bleue - Limites d'inondation avec le niveau actuel de la mer (2003)
Red line - Flood limits with 60 cm sea level rise scenario
Ligne rouge - Limites d'inondation avec un scénario d'élévation du niveau de la mer de 60 cm.

LIDAR mapping valid May 2003. Vertical accuracy ± 30 cm absolute
Cartographie par LIDAR vraie pour mai 2003. Exactitude verticale absolue ± 30 cm.
Applied Geomatics Research Group, Nova Scotia Community College
Flood risk probabilities calculated by Dalhousie University
Probabilités de risque d'inondation calculées par l'Université Dalhousie



Storm Surge - Onde de tempête
100-Year Return Period
Période de récurrence 100-ans
Pointe-du-Chêne

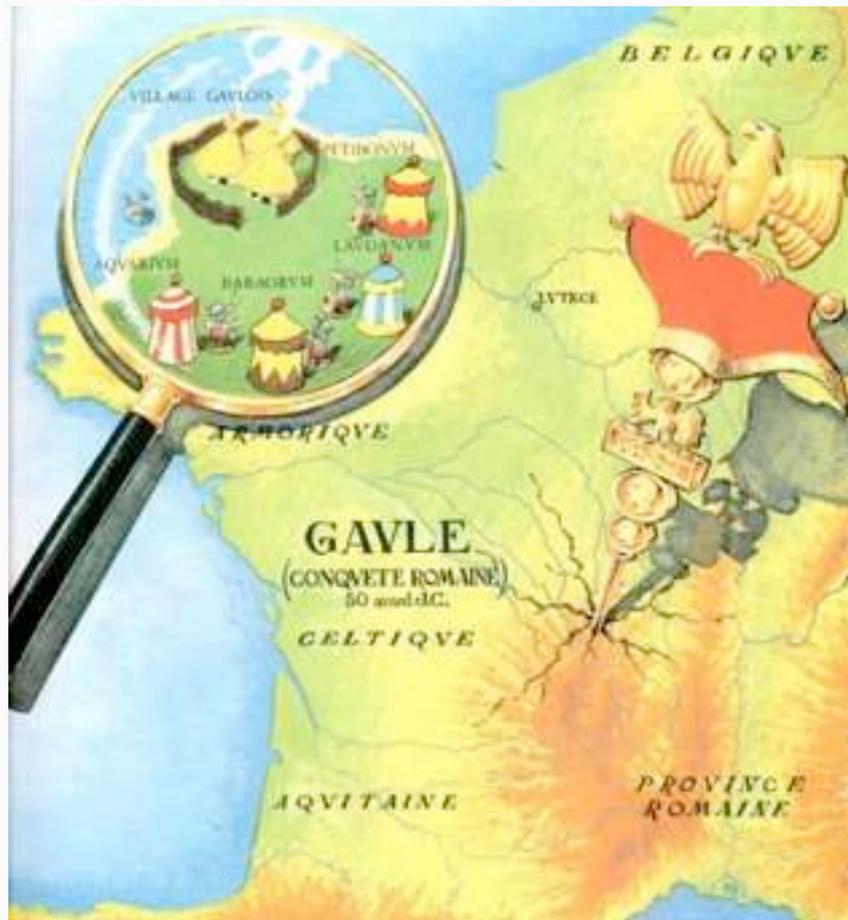


Cartographie participative



Photo 2 : Exercice de « mapping » à Le Goulet

Un petit exercice



Un petit exercice

- Liste des impacts et problèmes environnementaux
- Importance de 1-3
- Solutions d'adaptation
- Critères d'évaluation
- Matrice d'évaluation
- Ranking