

**Les véritables enjeux  
environnementaux :  
Des fondements dégradés et  
conséquences...**

Emmanuel Prados

INRIA / LJK

Équipe STEEP

Juin 2015

# Des fondements dégradés



- Baisse des nappes phréatiques et diminution des récoltes
- Erosion des sols et progressions des déserts
- élévation de la température et insécurité alimentaire

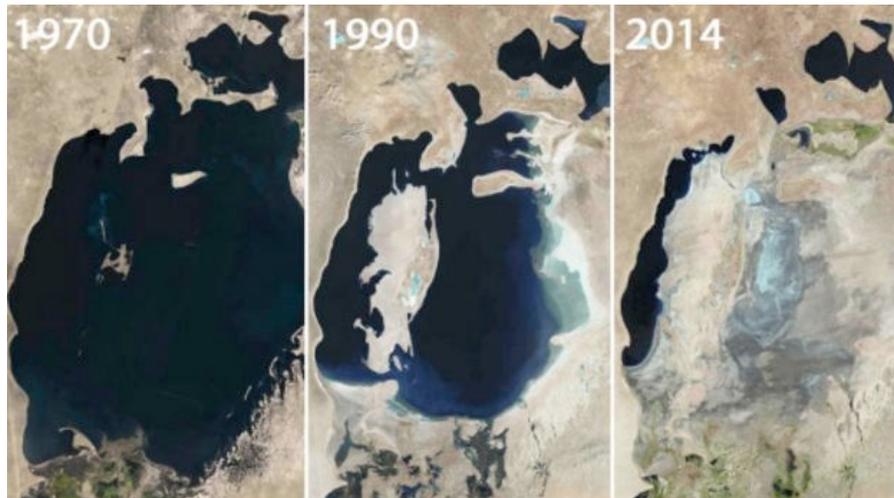
# Des fondements dégradés

- Baisse des nappes phréatiques et diminution des récoltes



# Eau de surface

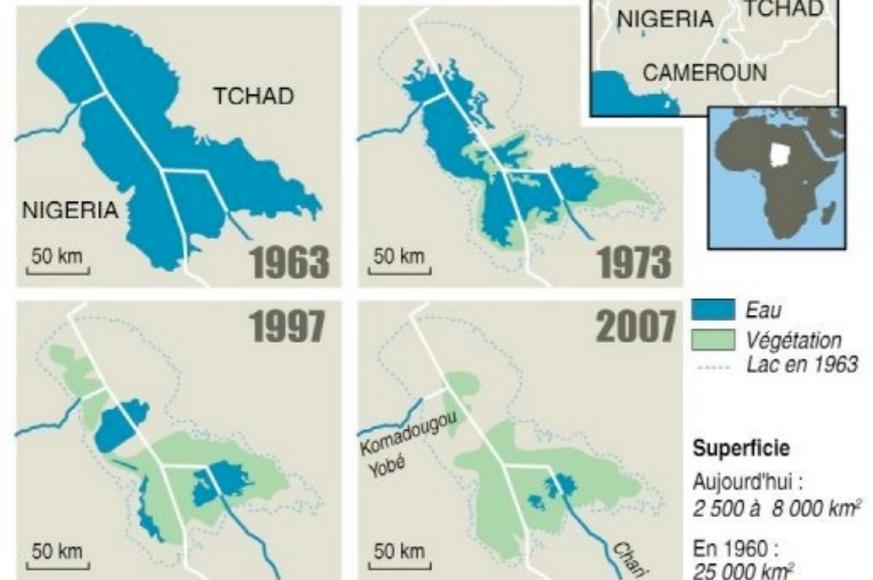
## Mer d'Aral



## Lac Tchad

### Vers une disparition du lac Tchad

La 3<sup>e</sup> réserve d'eau douce au monde a perdu 90% de sa superficie et pourrait disparaître d'ici 20 ans



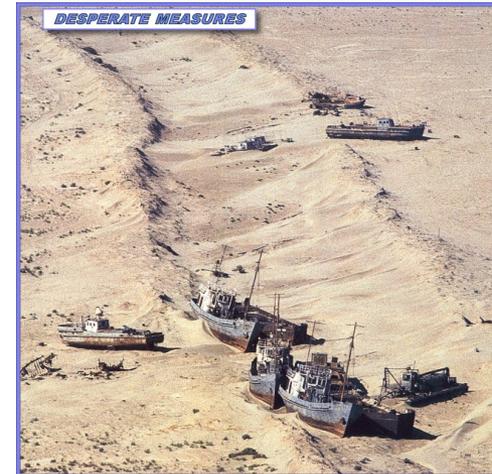
Source : UNEP/GRID-Arendal

AFP

DESPERATE MEASURES

### 1960

- 66 458 km<sup>2</sup>
- 4<sup>ème</sup> étendue lacustre du monde



# Arabie Saoudite

- 20 ans d'autosuffisance alimentaire  
~ 3Mt de blé / an entre 1985 et 2005
- Aujourd'hui : arrêt brutal de la culture de blé

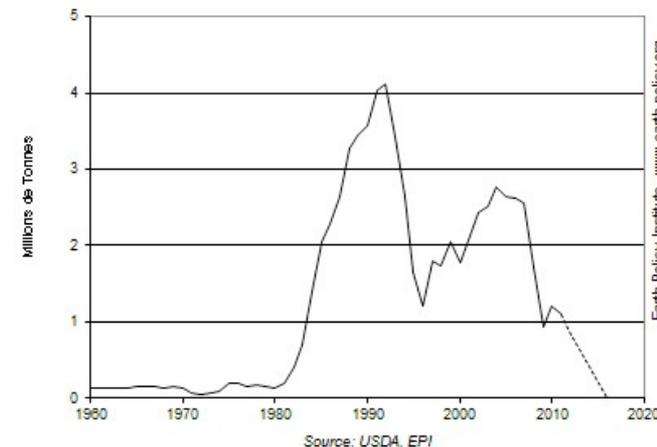
## Pourquoi ?

- Pays aride: agriculture sans irrigation impossible
- Uniquement nappe aquifère fossile (dessalement d'eau de mer trop couteux)  
→ Epuisement total de la nappe aquifère

**Conséquence:** achat/location de terres étranger (Éthiopie et Soudan)



Production de blé en Arabie Saoudite, 1960 - 2011  
avec projection en 2016

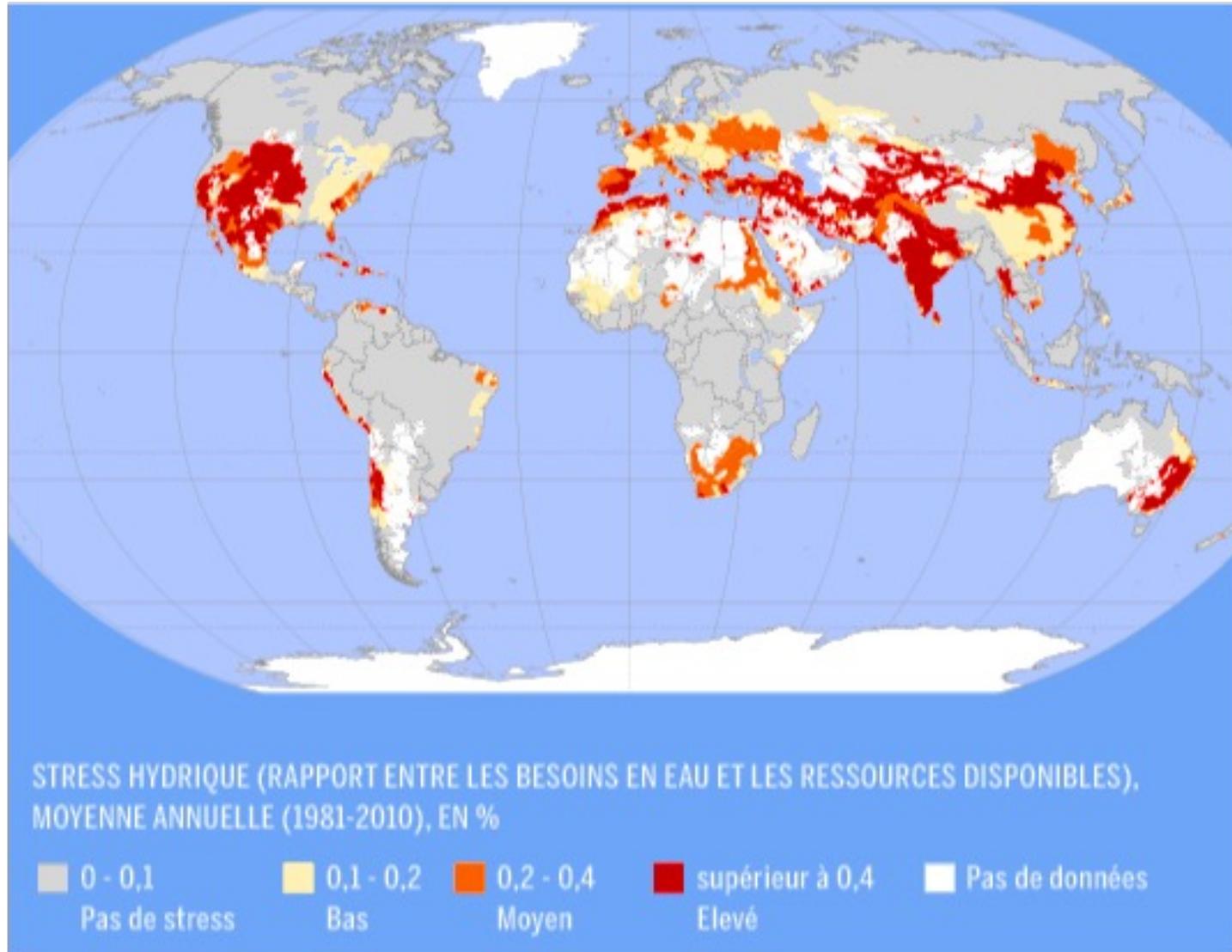


# Yémen

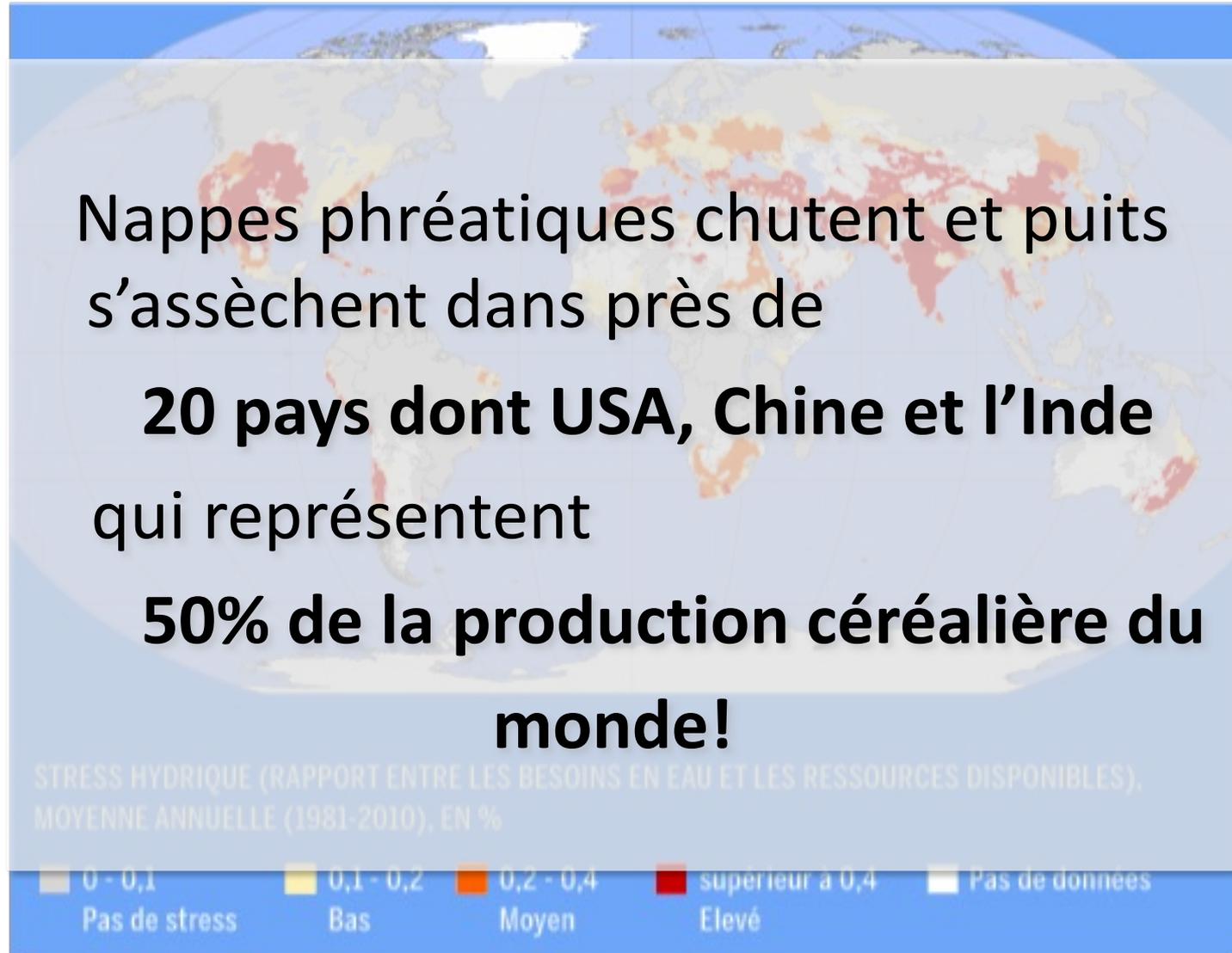


- Nappes phréatiques renouvelables
- **Surexploitation**
  - Niveau des nappes ↓ de 2m par an
  - Sanaa (cap.; 2M hab.): eau courante 1j sur 4
  - Taiz: eau courante 1j sur 20
- **Conséquences:**
  - Pop ↗ + ↓ nappes phréatiques: ↓ 1/3 des récoltes en 40 ans; 80% des céréales sont importées
- **Avenir compromis:** pétrole ↓; industrie= ∅; 60% des enfants = malnutrition et sous alimentation chronique

# Un stress hydrique qui touche une large partie du globe !!!



Un stress hydrique qui touche une large partie du globe !!!



# Un stress hydrique qui touche une large partie du globe !!!

- 50% de la population mondiale vit dans des pays où les réserves d'eau diminuent par surexploitation des nappes aquifères.
- 70% des prélèvements d'eau douce sont destinés à l'irrigation!
- 40% des récoltes mondiales provient de terres irriguées!!!

STRESS HYDRIQUE (RAPPORT ENTRE LES BESOINS EN EAU ET LES RESSOURCES DISPONIBLES), MOYENNE ANNUELLE (1981-2010), EN %



# La guerre de l'eau!

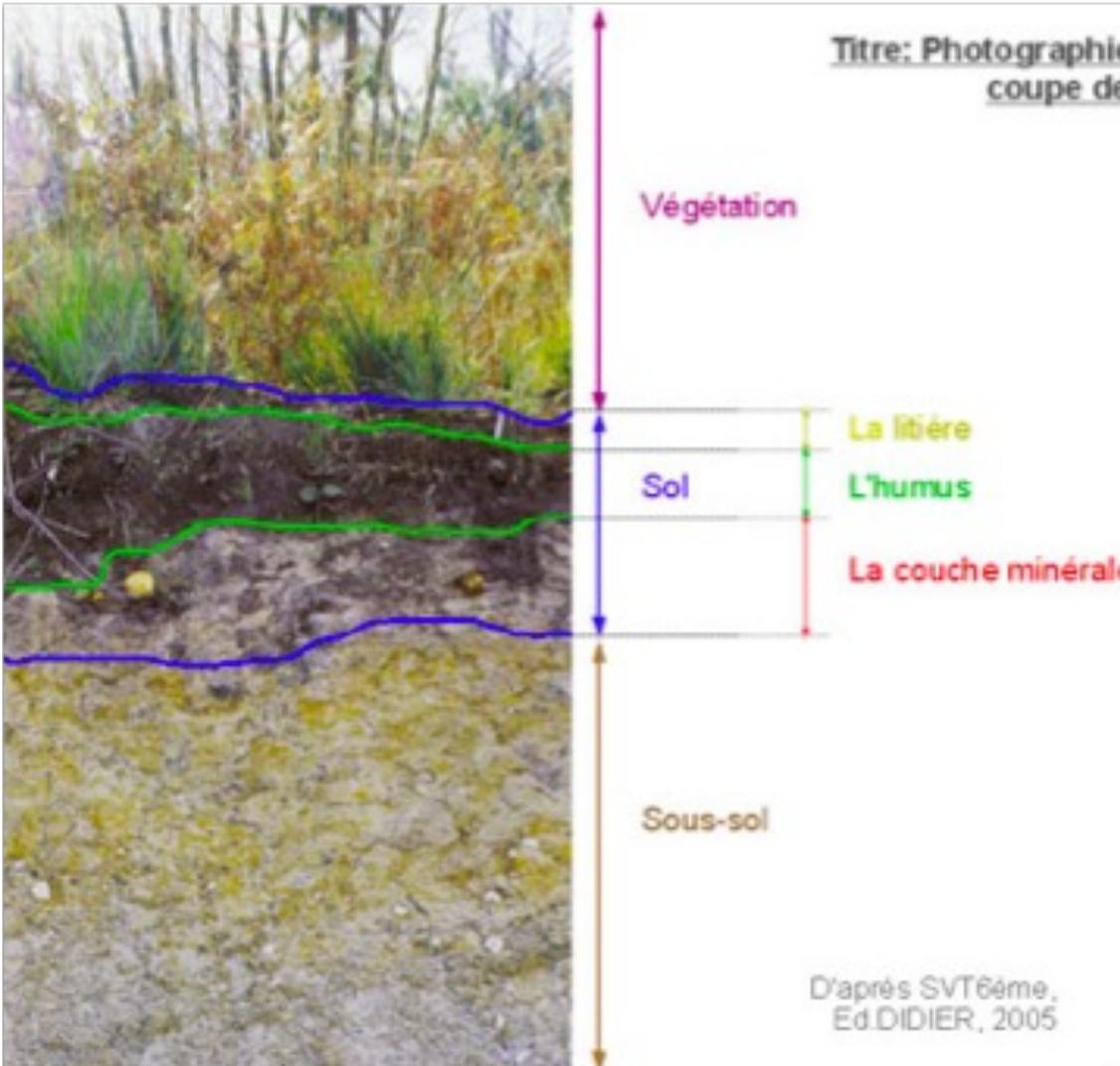
- 70% irrigation; 20% industrie; 10% usage domestique.
- Comment évolue le rapport de force?
- Ex.: 2003, San Diego, achat de 247 millions de m<sup>3</sup> aux agriculteurs d'Imperial Valley.
- Course à l'eau! (arbitrage ?)
- 1 tonne de céréale = 1000 tonnes d'eau
- marché des céréales = marché mondial de l'eau!

Menace imminente pour la sécurité  
alimentaire mondiale!

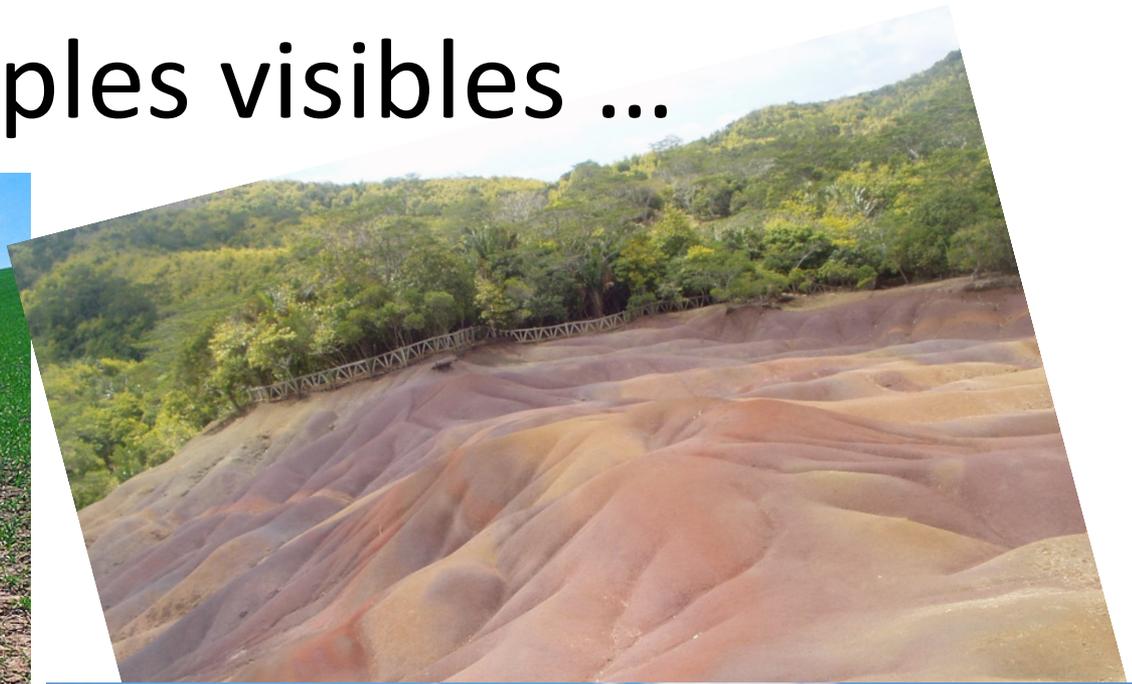
# Erosion des sols et progressions des déserts



# L'érosion des sols ?? C'est quoi?



# Exemples visibles ...



# Quelques chiffres globaux

- **25% des surfaces continentales en désertification!**  
⇒ Menace la vie quotidienne de **+ d'1 milliard de personnes**; éleveurs et agriculteurs dans **+ d'une centaine de pays**.
- **1/3 des terres cultivées soumis à l'érosion excessive.**  
⇒ Réduction productivité naturelle:  
Perte d'1 cm de couche arable => **baisse des rendements de 2,5%** (blé, maïs)

# Une accélération alarmante!

- Progression de la désertification: (en moyenne)
  - 1950-1975 : + 1500 km<sup>2</sup> par an (progression constant)
  - 1985 : + 2100 km<sup>2</sup> par an
  - Fin XX<sup>ième</sup> siècle (2000): + 3600 km<sup>2</sup> par an

- Erosion = Phénomène naturel (Vent et eaux)
- Etat de nature:



- Cause de la désertification massive (déséquilibre)
  - Labourage excessif
  - Surpâturage
  - Déforestation



# Conséquences sur l'agriculture

- Situations catastrophiques aux Etats Unis, Chine, Afrique, Moyen orient, ...

- Ex. tempête de poussière en Chine en 1993:
  - 172 000 ha cultivés + 27 000 ha serres ravagés
  - 40 000 arbres détériorés
  - 67 000 moutons/bovins tués
  - 49 morts, 278 blessés, 42 trains annulés



- Vidéo: “Tempêtes de sable : la désertification en Chine”

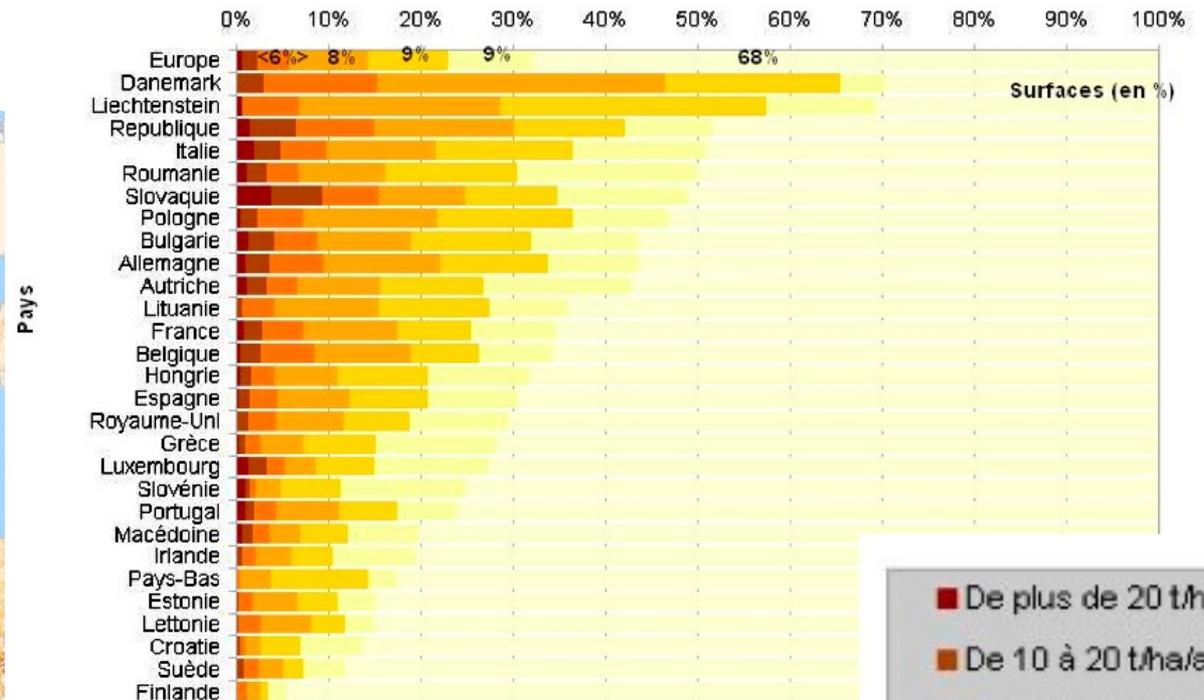
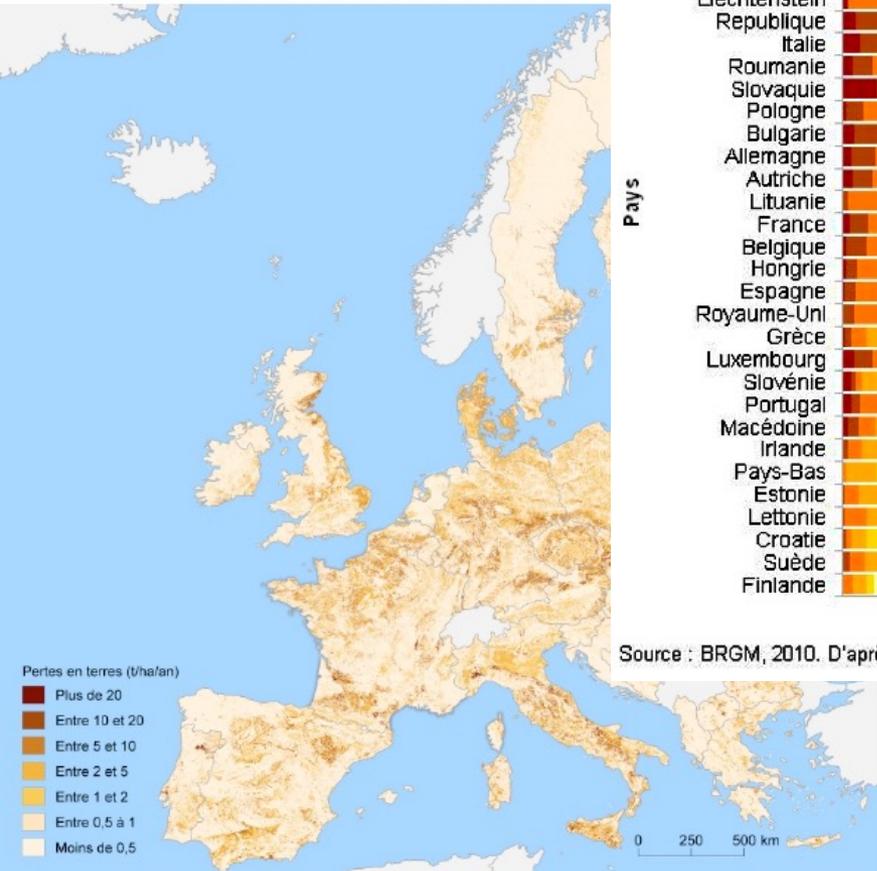
<https://www.youtube.com/watch?v=ua0-ET4o9AQ> (Chaîne Youtube du Ministère EDDE)

- Exemples critiques:
  - Haïti : autosuffisance en céréales dans les années 70. Disparition totale des forêts + grande partie terres arables => aujourd'hui : importation de 60% des céréales
  - Mongolie : chute de 80% de la production en 20 ans. Blé : importation à 70%

# Même en France et en Europe!

Surfaces concernées par les pertes en terre par érosion hydrique des sols en France métropolitaine  
En % par pays

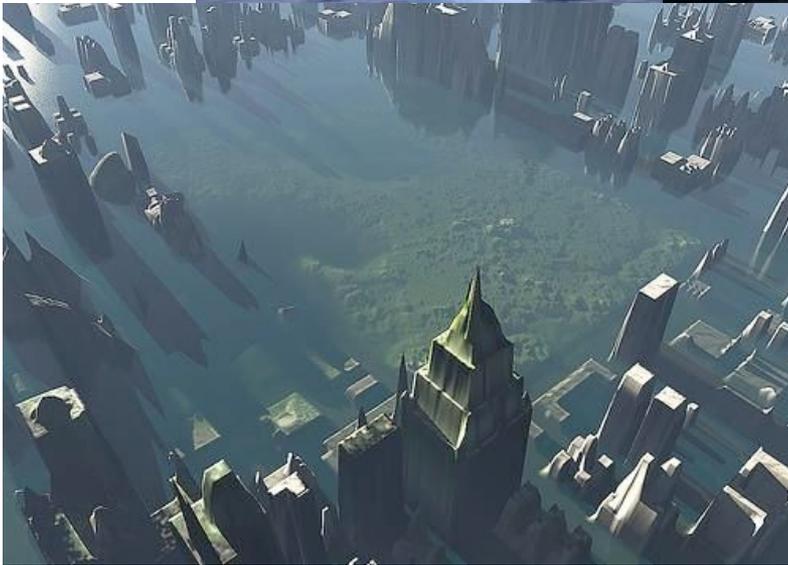
Les pertes en terre par érosion hydrique des sols en



Source : BRGM, 2010. D'après Cerdan et al., 2010. Traitements : SoeS, 2013.

Sources : BRGM, 2010. D'après Cerdan et al., 2010. Traitements : SOeS, 2013.

# Elévation de la température et insécurité alimentaire



# Elévation de la température et insécurité alimentaire

## Changement climatique

- Réchauffement global,  
bouleversement pluviosité
- ↗ fréquence et intensité des  
événements extrêmes
  
- ↗ du niveau des mers  
(2m au cours de ce siècle)
- Fonte des glaciers

Urgence: éviter l'emballement climatique!  
Toujours dans les pires scénarios du GIEC...

# Elévation de la température et insécurité alimentaire

## Changement climatique

- Réchauffement global, bouleversement pluviosité
- ↗ fréquence et intensité des évènements extrêmes

Impacts directs sur une agriculture développée pendant une période climatique stable (11 000 ans)

- ↗ **du niveau des mers**  
(2m au cours de ce siècle)
- **Fonte des glaciers**

Impacts indirects sur l'agriculture beaucoup plus important!

Urgence: éviter l'emballement climatique!  
Toujours dans les pires scénarios du GIEC...

# Élévation du niveau des mers

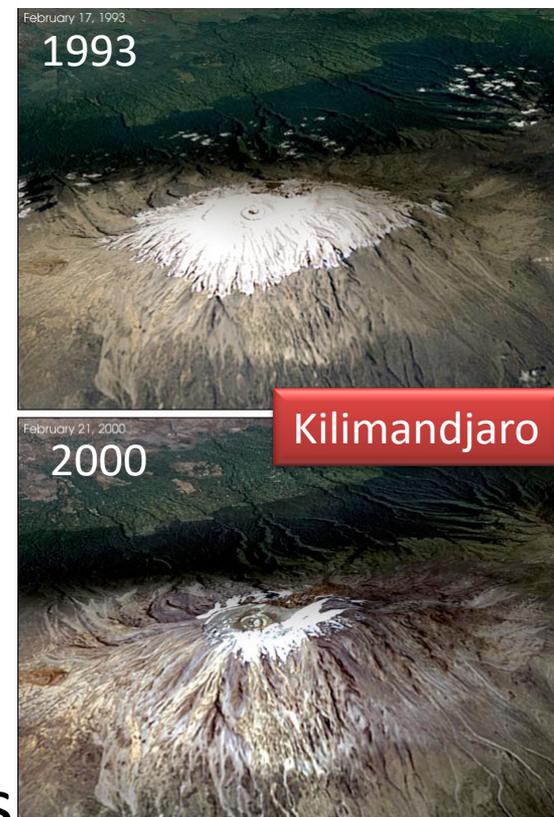
Une élévation de 1m du niveau des mers  
impliquerait :

[exemples]

- ➔ 50% des rizières du Bangladesh submergées (160 millions d'habitants)
- ➔ Delta du Mékong submergé : Delta où est produit 50% du riz du Vietnam, deuxième exportateur mondial de riz!

# La fonte des glaciers...

- USA: parc national des Glacier (Montana):
  - 1910: 150 glacier
  - 2010 : plus que 25 glaciers
- Afrique: Mont Kilimandjaro:
  - Perte de 85% du volume de glace entre 1912 et 2007
  - Disparition entre 2020 et 2050
- Les glaciers des Andes tropicales ont diminué de 30 à 50 % en 30 ans
- Alpes, Himalaya, plateau Tibétain...



# La fonte des glaciers...

- **La plus importante menace pour la sécurité alimentaire mondiale!**
  - Glacier = Alimentation des grands fleuves en saison sèche
  - Cumul avec la baisse des nappes phréatiques
- **En particulier en Chine et Indes:**

glacier	fleuve	Importance	population
plateau tibétain (2/3 des glaciers fondus en 2060)	Fleuve jaune (Chine)	précipitations très faible dans moitié Nord de la Chine	147 millions de personnes
	Yang-Tseu-Kiang	130 millions de tonnes de Riz	369 millions de personnes
Mangotri	Gange (Inde)	principale source d'irrigation de l'Inde	407 millions de personnes



... Asie Centrale (Afghanistan), Pérou, Bolivie, etc.

# Les conséquences



- Emergence d'une géopolitique de la pénurie alimentaire
- Flot grandissant des réfugiés environnementaux
- Tensions croissantes, états défailants

# Emergence d'une géopolitique de la pénurie alimentaire

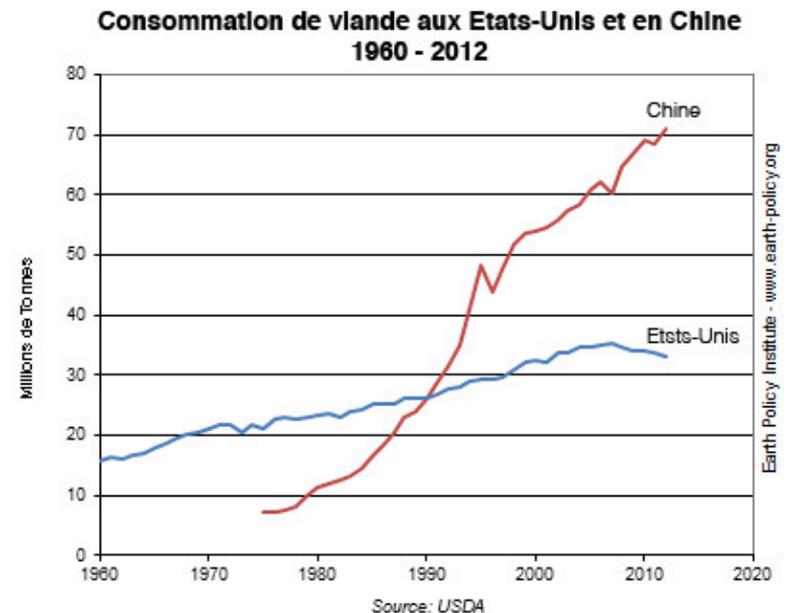
## Une demande de céréales qui explose !

1. Croissance démographique (80 millions de personnes en plus par an!)
2. Augmentation de la consommation de viande

Or

7 à 16 kg de céréales nécessaires pour produire 1 kg de viande!

3. Production d'agrocarburants (ex. 119 sur 416 millions de tonnes de céréales -> éthanol)



# Emergence d'une géopolitique de la pénurie alimentaire

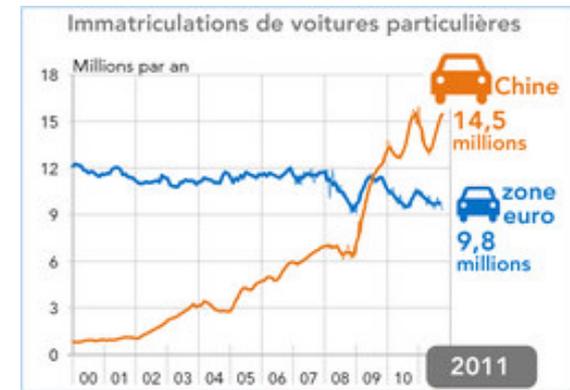
## Une Offre qui se réduit !

1. Érosion des sols, épuisement de nappes aquifères, canicules, fonte glaciaire...

2. Artificialisation des sols:

- USA: superficie bitumée  $\geq \frac{1}{2}$  superficie de l'Italie
- Ajout de 5 véhicules => goudronnage d'une superficie d' $\frac{1}{2}$  terrain de football
- En France: surface artificialisée  
= surface d'1 département / 10 ans

3. Soustraction de stocks du marché par des spéculateurs pour faire flamber les prix...



# Emergence d'une géopolitique de la pénurie alimentaire

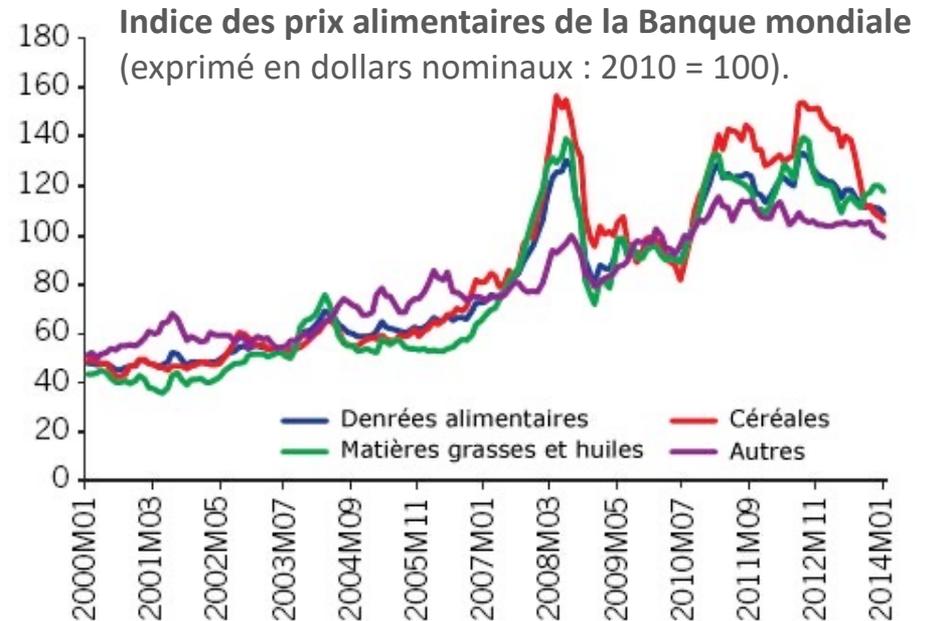
- Augmentation et volatilité des prix

- **Apparition d'accords commerciaux bilatéraux à long terme**

- Egypte <- Russie, 3 millions de tonnes de blé / an

- Acquisition de terres

- Pays importateurs les plus riches (Arabie saoudite, Corée du Sud, Chine) -> terres aux pays plus pauvres: Brésil, Argentine, Paraguay, RD Congo (2,8 Millions ha -> Chine), Ethiopie, Soudan, Mozambique => **PAYS déjà SUJETS à la FAMINE!!!**
- Négociation avec hauts fonctionnaires (corrompus?); contrats confidentiels; agriculteurs évincés de leurs terres => **hostilité des populations...**



# Flot grandissant des réfugiés environnementaux

## Fuir la montée du niveau des mers [

élévation de 2 mètres « très probable » ]

- **Une élévation d'1m implique par exemple:**

- ⇒ Disparition (sous les eaux) de 2 millions d'ha en Egypte dans le delta du Nil (particulièrement fertiles) sur lesquels habitent **10 millions de personnes**; dont ville d'**Alexandrie**

- ⇒ Disparition des **Maldives: 300 000 personnes**

- **Jusqu'à 12m d'élévation!**

- ⇒ Déplacement de **634 millions de personnes** dont 144 millions de chinois

# Flot grandissant des réfugiés environnementaux

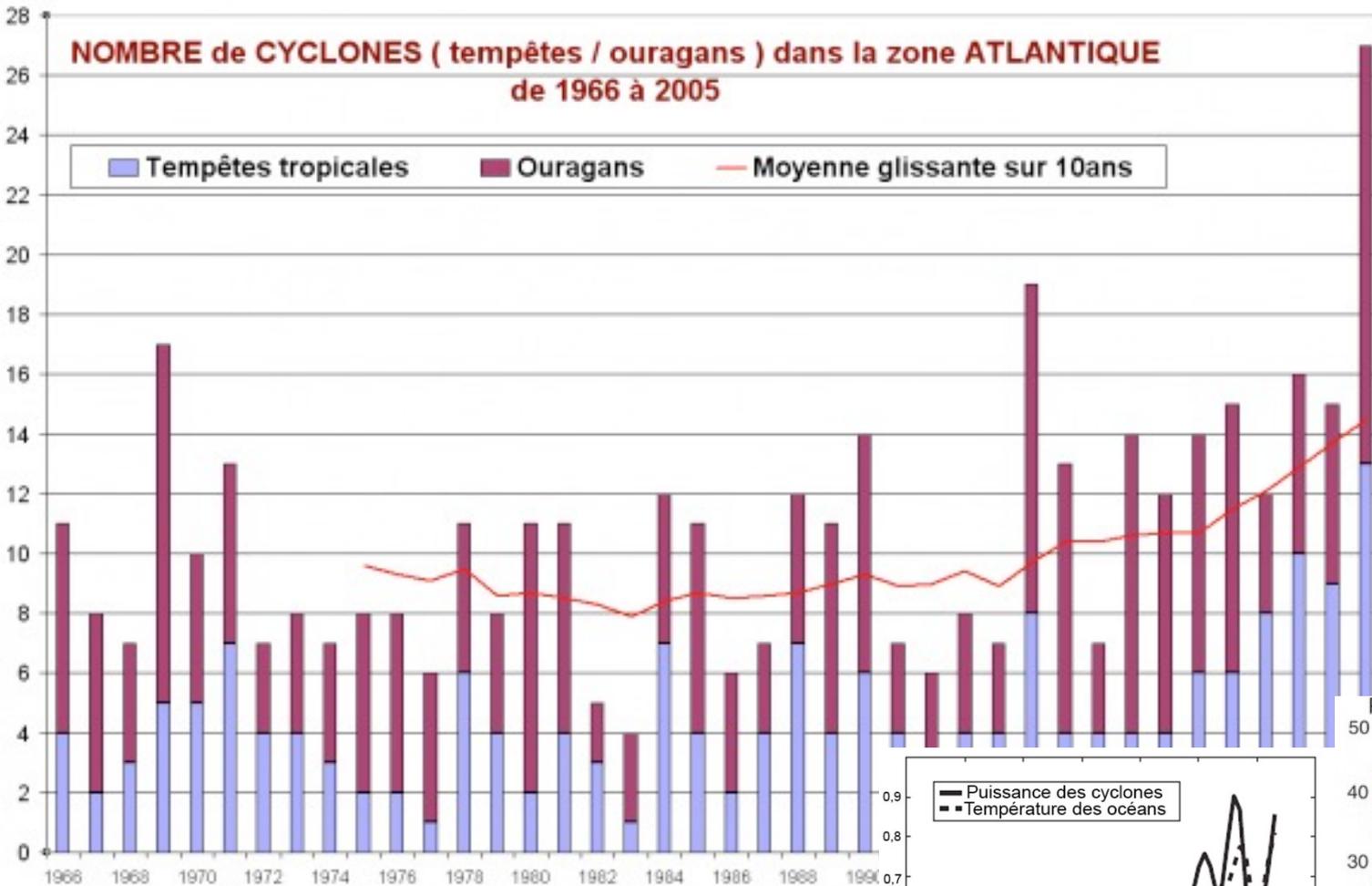
## Fuir ouragans et tempêtes

- **Mitch (1998, Honduras):** 70% récoltes anéanties ; perte couche arable ; régression économique de **20 ans en arrière** ; **11 000 morts**
- **Katrina (2005, USA)**
  - **1 million de personnes** évacuée! Retour seulement de 700 000 personnes!
  - **108 milliards de \$** de dommages ; **1836 morts**
- **Rapport *Global Estimates 2013*:**
  - **22 millions de personnes** dans le monde ont dû fuir leurs foyers pour des raisons climatiques en **2013**.
  - 31% à cause de désastres hydrologiques (inondations)
  - 69% à cause de catastrophes météorologiques (tempêtes, ouragans, typhons).

# Flot grandissant des réfugiés environnementaux

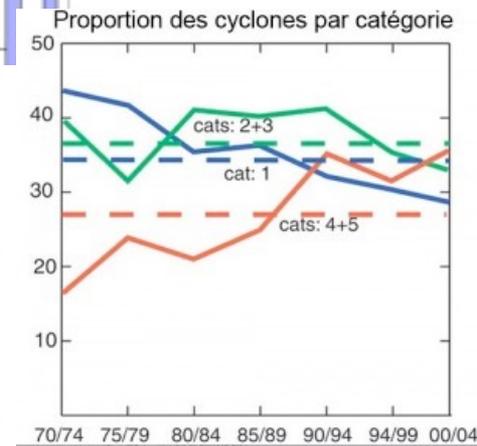
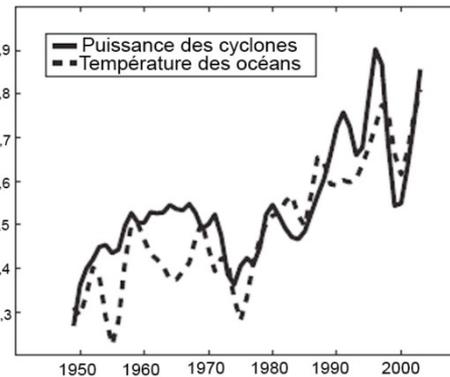
**NOMBRE de CYCLONES ( tempêtes / ouragans ) dans la zone ATLANTIQUE de 1966 à 2005**

Tempêtes tropicales    Ouragans    Moyenne glissante sur 10ans



Source: météo France

Source: NOAA



# Flot grandissant des réfugiés environnementaux

## Fuir face à l'avancée du désert

- **Iran :**
  - Des milliers de villages déjà abandonnés
  - dont 88 à une heure de route de Téhéran (capitale)!
- **Chine :**
  - Depuis 1950, **24 000 villages abandonnés!**
  - Désert de Gobi à 200 km de Pékin ; Progression de 10 000 km<sup>2</sup>/an
  - Risque : migration de **plusieurs dizaines de millions de chinois!**
- **Afrique Subsaharienne:**
  - **66 millions de personnes** pourraient émigrer d'ici 2020 vers l'Afrique du Nord et l'Europe!

# Flot grandissant des réfugiés environnementaux

## Fuir le manque d'eau

- **Sanaa (capitale du Yémen, 2 millions d'habitants):**
  - Puits de 400m de profondeur asséchés => forage à 800m de profondeur!
  - Approvisionnement provinces voisines impossible (conflits tribaux)
  - Dessalement eau de mer impossible (distance et altitude trop élevée)
- **Quetta (Pakistan, 1 million d'habitants):**
  - Accès à l'eau exclusivement alimenté par nappe aquifere fossile
- **Syrie :**
  - **160 villages ont dû être abandonnés;** des centaines de milliers de personnes déplacées

# Flot grandissant des réfugiés environnementaux

## Fuir la pollution

- **Tchernobyl**
  - 350 400 personnes évacuées
- **Fukushima:**
  - 300 000 personnes évacuées
- **Chine:**
  - 459 « villages du cancer » identifiés; évacuation à venir de centaines de communautés urbaines ou rurales

# Tensions croissantes, états défailants

## Explosion de la piraterie en Somalie

2009 : 217 navires attaqués

- Détournements + rançons pour 47 d'en eux!
- Augmentation très fort: 111 attaques en 2008!
- Doublement du revenu pirates entre 2008 et 2009



État défaillant

Surpêche illégale

Chefs tribaux  
et groupes jihadistes

Pollution

# Tensions croissantes, états défailnants

## Top 20 Failing States, 2012

Rank	Country	Score
1	Somalia	114,9
2	Democratic Republic of the Congo	111,2
3	Sudan	109,4
4	Chad	107,6
5	Zimbabwe	106,3
6	Afghanistan	106,0
7	Haiti	104,9
8	Yemen	104,8
9	Iraq	104,3
10	Central African Republic	103,8
11	Côte d'Ivoire	103,6
12	Guinea	101,9
13	Pakistan	101,6
14	Nigeria	101,1
15	Guinea Bissau	99,2
16	Kenya	98,4
17	Ethiopia	97,9
18	Burundi	97,5
18	Niger	96,9
20	Uganda	96,5

**Classement de Foreign Policy**

# Tensions croissantes, états défailnants

## Top 20 Failing States, 2012

Rank	Country	Score
1	Somalia	114,9
2	Democratic Republic of the Congo	111,2
3	Sudan	109,4
4	Chad	107,6
5	Zimbabwe	106,3
6	Afghanistan	106,0
7	Haiti	104,9
8	Yemen	104,8
9	Iraq	104,3
10	Central African Republic	103,8
11	Côte d'Ivoire	103,6
12	Guinea	101,9
13	Pakistan	101,6
14	Nigeria	101,1
15	Guinea Bissau	99,2
16	Kenya	98,4
17	Ethiopia	97,9
18	Burundi	97,5
18	Niger	96,9
20	Uganda	96,5

**Classement de Foreign Policy**

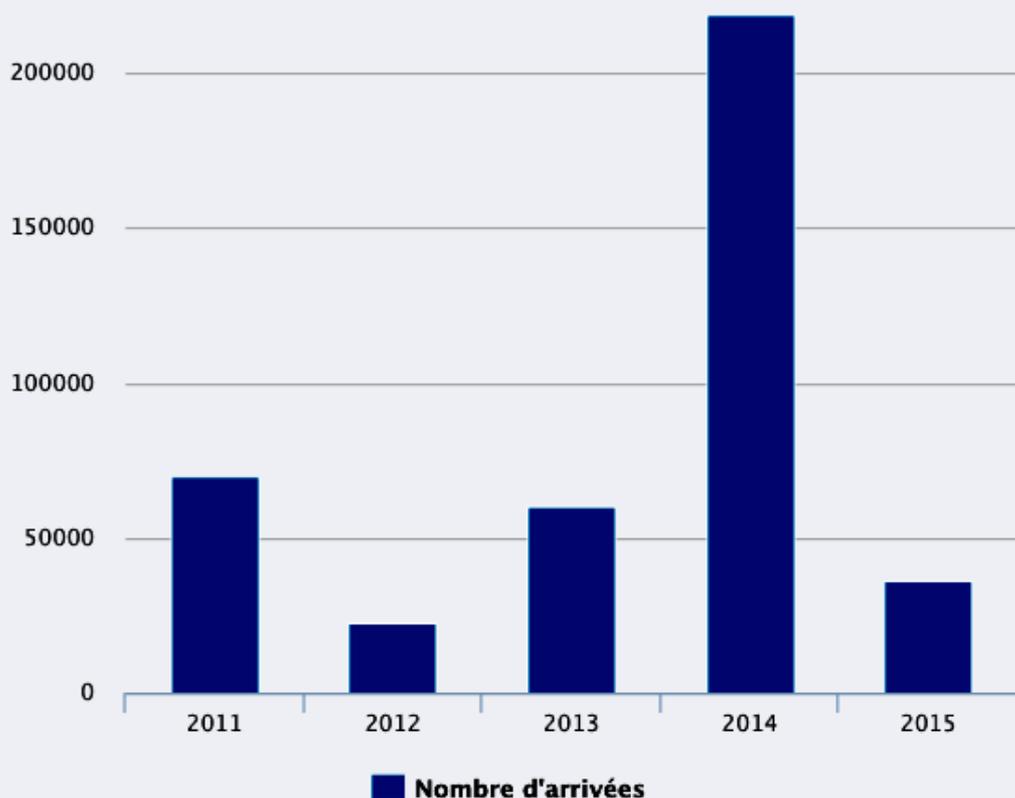
# Tensions croissantes, états défailants

- Les états défailants menacent la stabilité du monde!
- **« Ce n'est plus l'excès de puissance étatique, mais son absence qui préoccupe maintenant les responsables politiques » (*Foreign Policy*)**
  - Dégénère en guerre civile... (factions opposées, bandes armées)
  - Incapacité à assurer insécurité alimentaire
  - Démographie défailante -> cercle vicieux  
(pour 14 des pays défailants, 40% des habitants ont moins de 20 ans)
  - Impasse économique
  - Conséquences sanitaires
  - Risques de contagions aux grands pays!!!
- **Actualité du Moyen Orient et en Afrique!**

# DÉJÀ DES CONSÉQUENCES VISIBLES CHEZ NOUS!

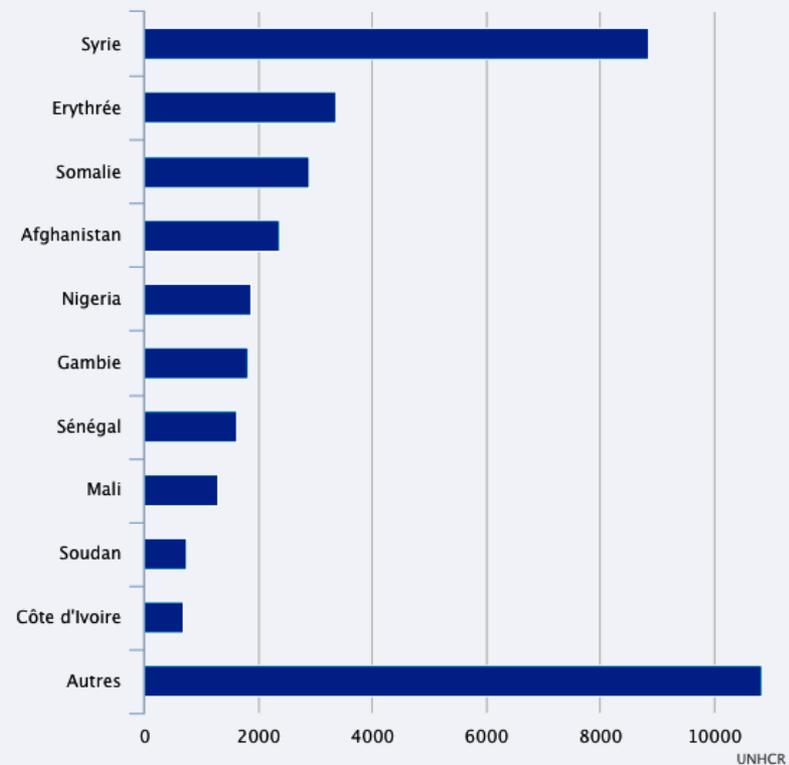
En 2014, 219 000 personnes ont traversé la Méditerranée. 10 x plus qu'en 2012

## ► Les traversées de migrants en Méditerranée au 21 avril 2015



UNHCR

## ► Arrivées par nationalité sur les côtes d'Italie, de Malte et de Grèce entre janvier et avril 2015



UNHCR



Avril 2015: En l'espace d'une semaine,  
1000 personnes sont décédées  
en tentant de traverser la Méditerranée

Source: communiqué de l' AEDH

# Références



- **Lester Brown**
- *Le plan B : Pour un pacte écologique mondial*, Calmann-Lévy, 2007
- *Basculement : Comment éviter l'effondrement économique et environnemental*, Rue de l'échiquier, 2011
- Earth Policy Institute: <http://www.earth-policy.org/>