

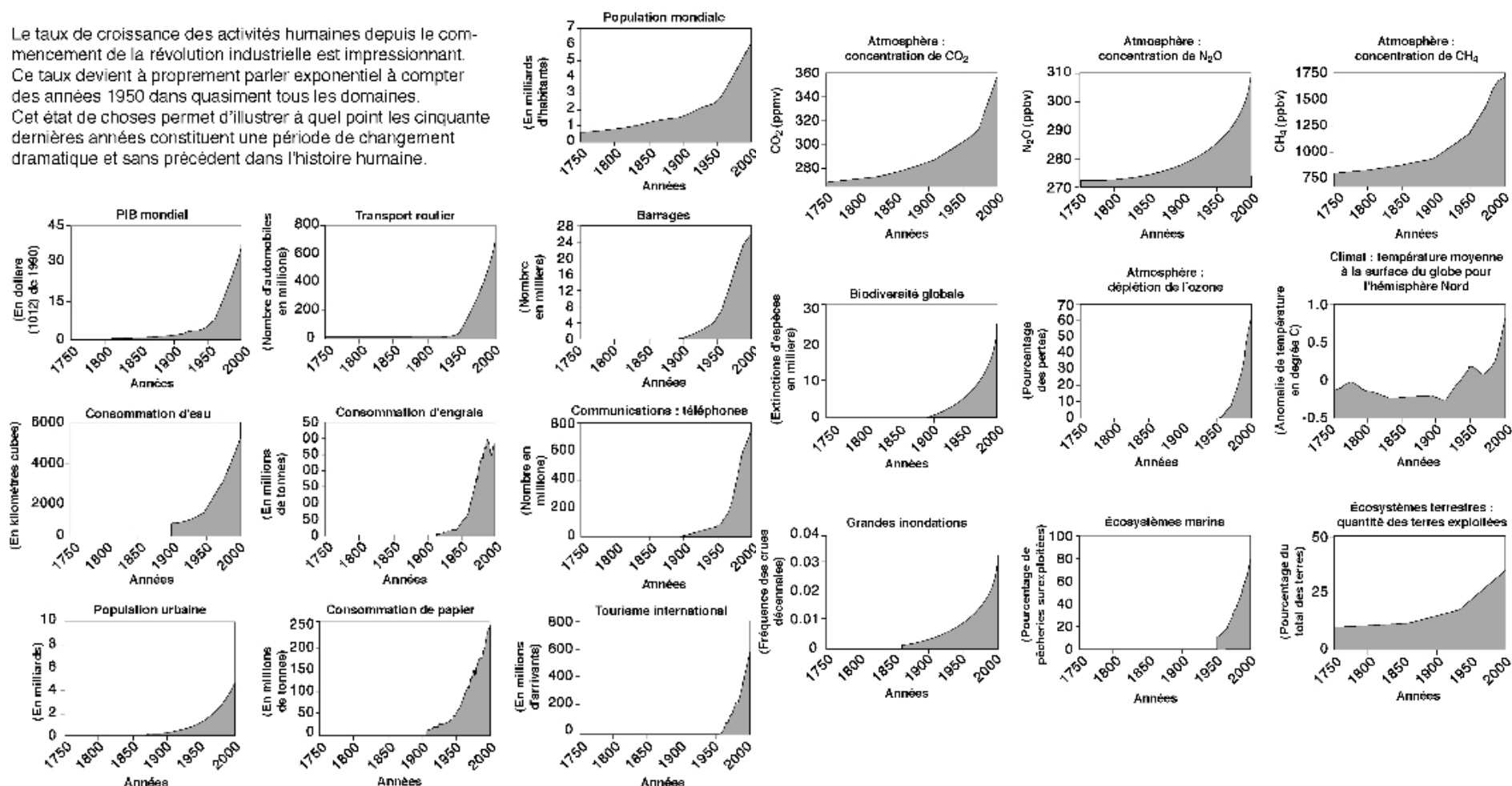
Durabilité : Enjeux scientifiques et sociaux

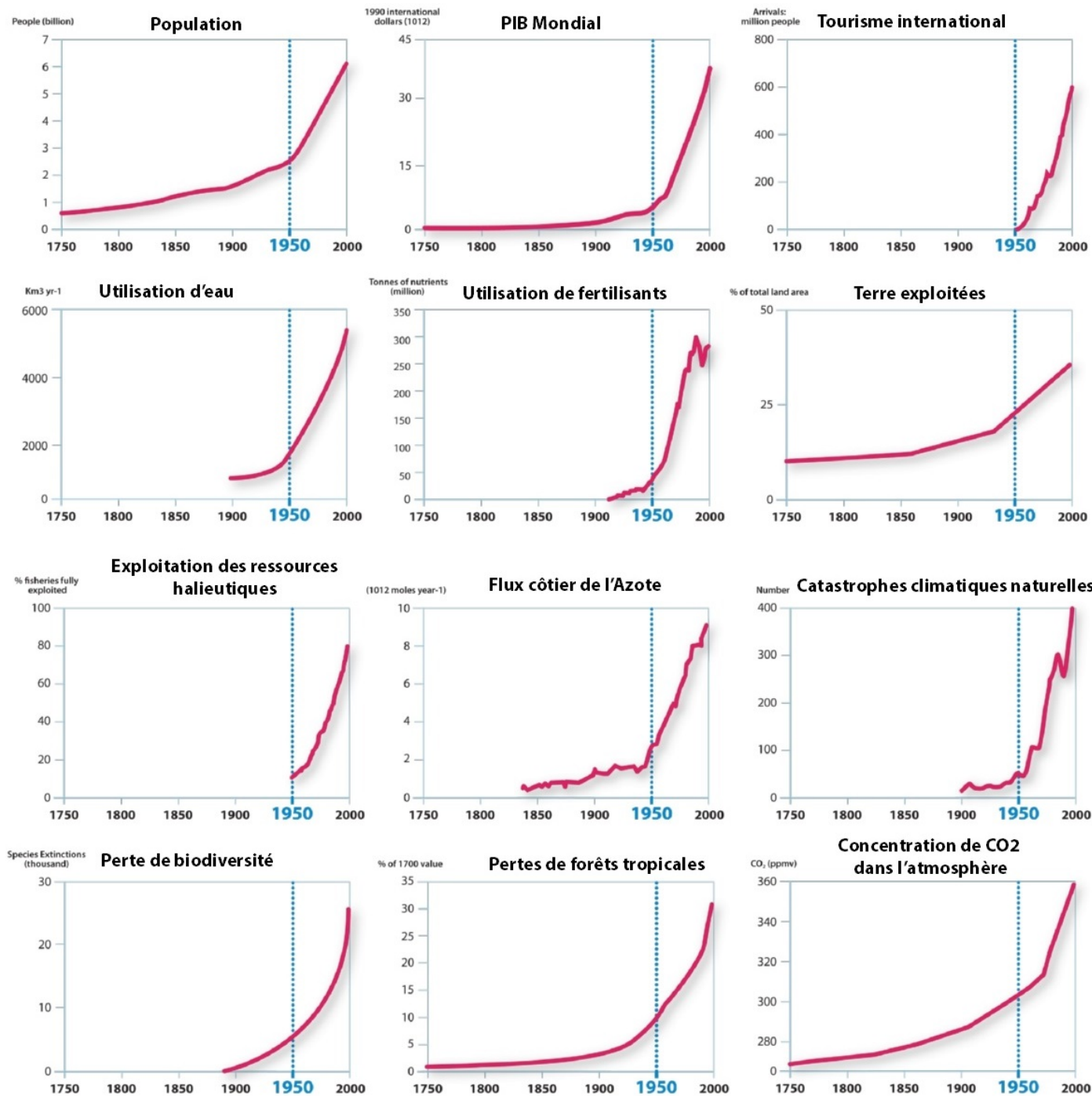
2015

Dominique Bourg, UNIL

Etat des lieux environnemental : la Biosphère à l'âge de l'Anthropocène

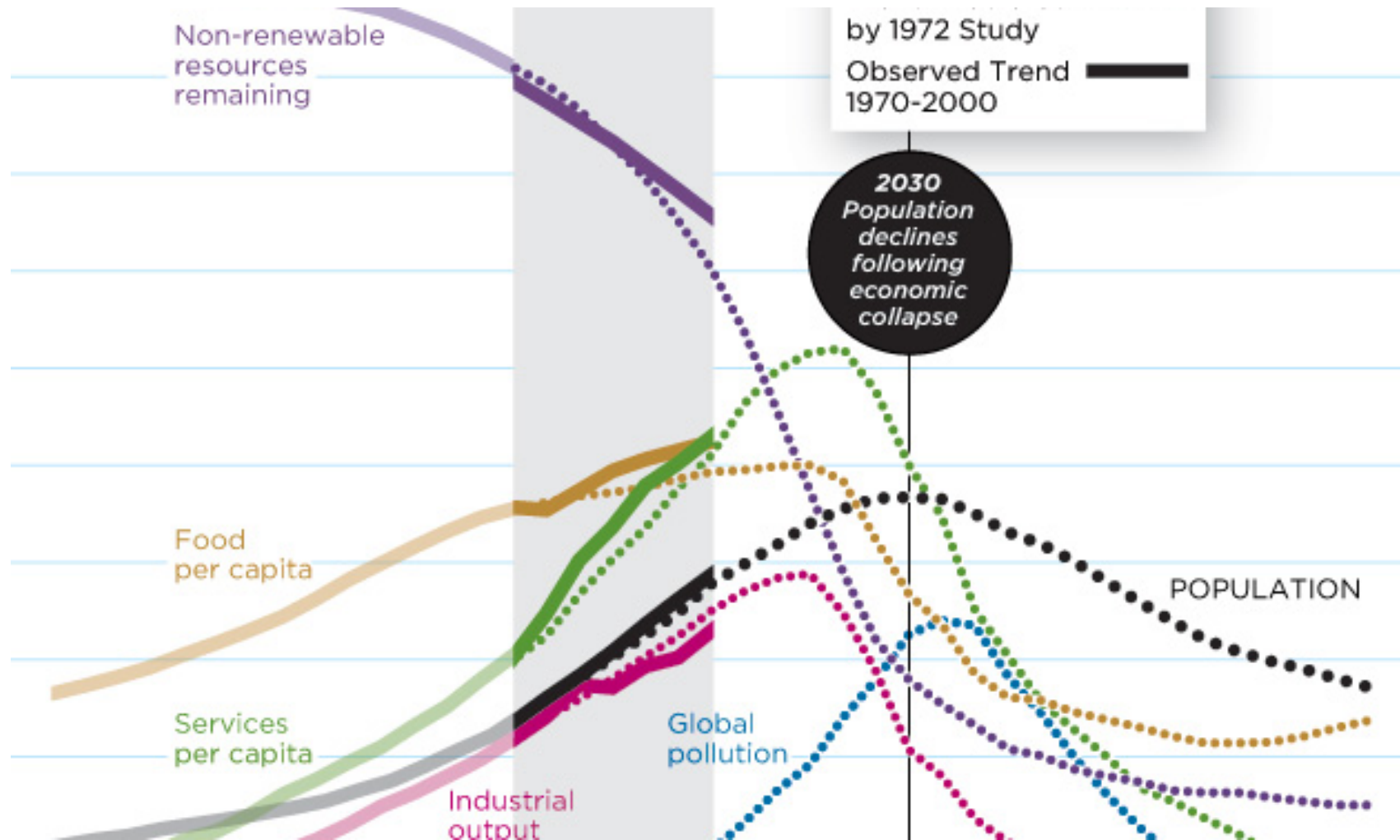
Le taux de croissance des activités humaines depuis le commencement de la révolution industrielle est impressionnant. Ce taux devient à proprement parler exponentiel à compter des années 1950 dans quasiment tous les domaines. Cet état de choses permet d'illustrer à quel point les cinquante dernières années constituent une période de changement dramatique et sans précédent dans l'histoire humaine.





Source: Steffen, W., Crutzen, P.J. & McNeill, J.R., 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), pp. 614–621.

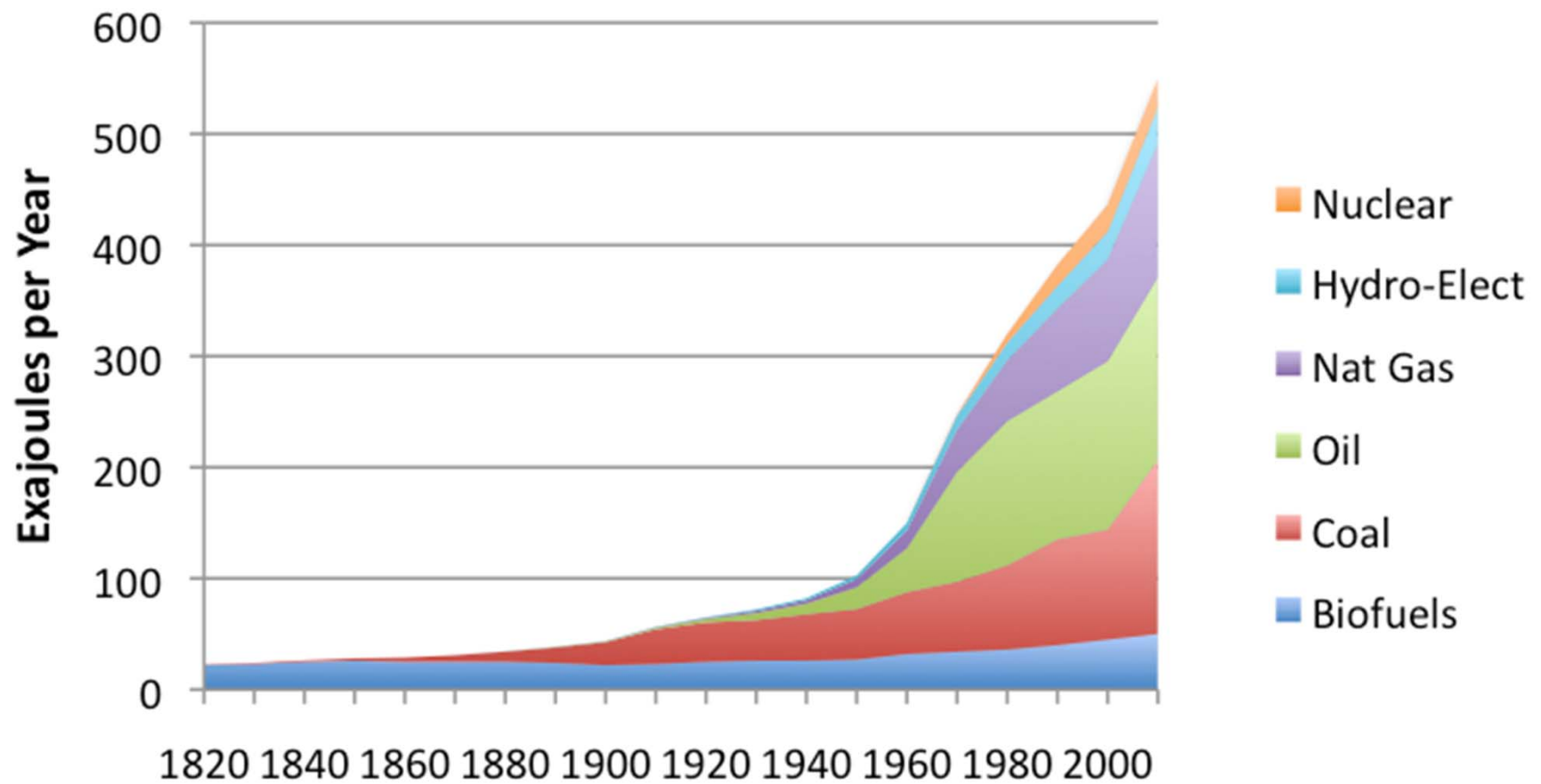
CLUB DE ROME



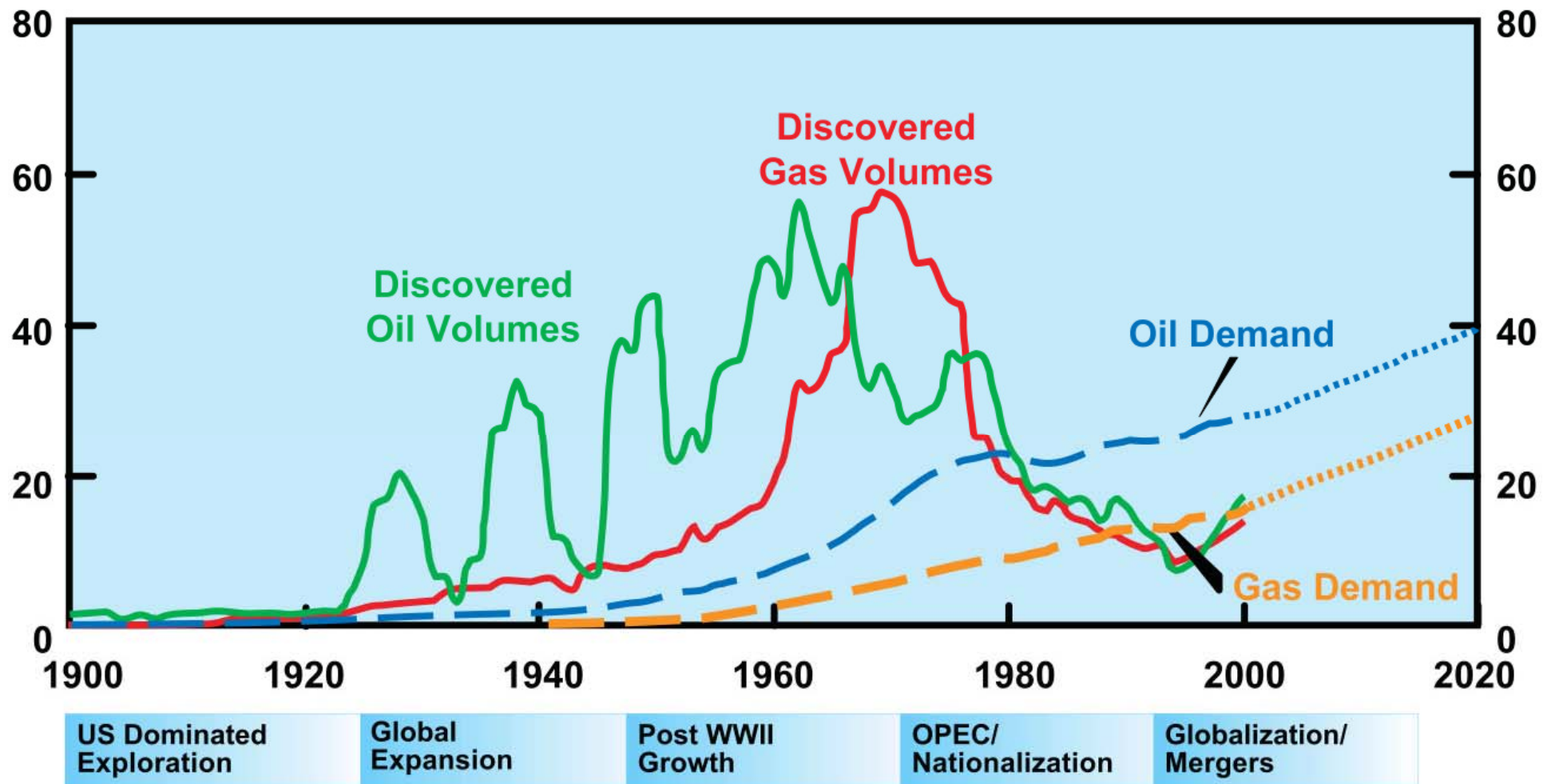
DIVERS TYPES DE RESSOURCES

- Biomasse (alimentation + bois + fibres)
- Combustibles et carburants fossiles
- Eau
- Métaux
- Minéraux (industriels : silice, gypse, kaolin, sel, etc. ; construction : sable, graviers, etc.)
- 1980/2007 : + 65 % ressources matérielles extraites ou récoltés ; 60 milliards de tonnes ; 100 en 2030 ?

World Energy Consumption



Billions of Oil-Equivalent Barrels



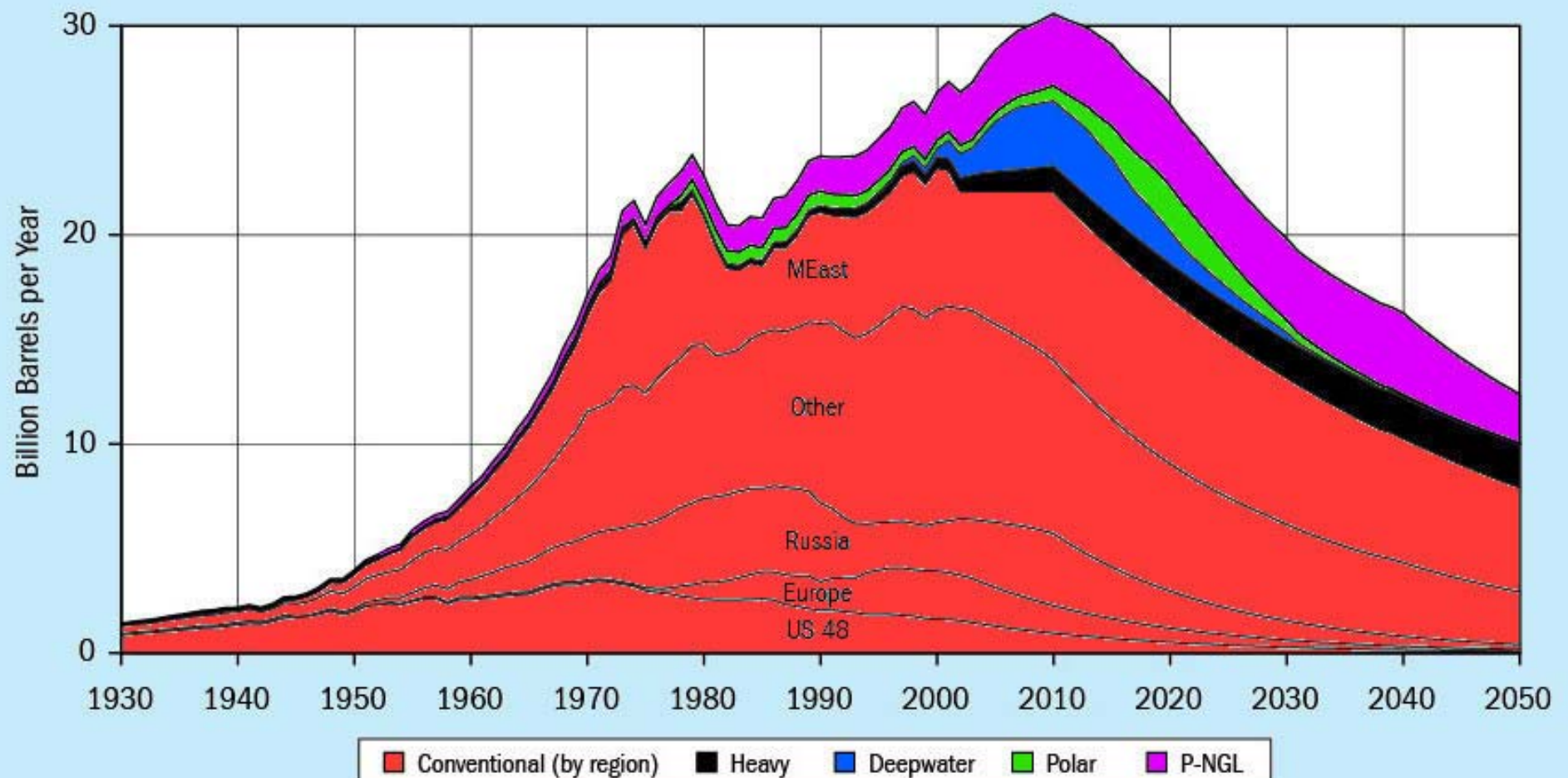
Seeps, surface exploration

2D Seismic

3D Seismic

Visualization

World Oil Production Forecast to 2050



→ La loi des rendements décroissants

- **Energy Return On Energy Invested**

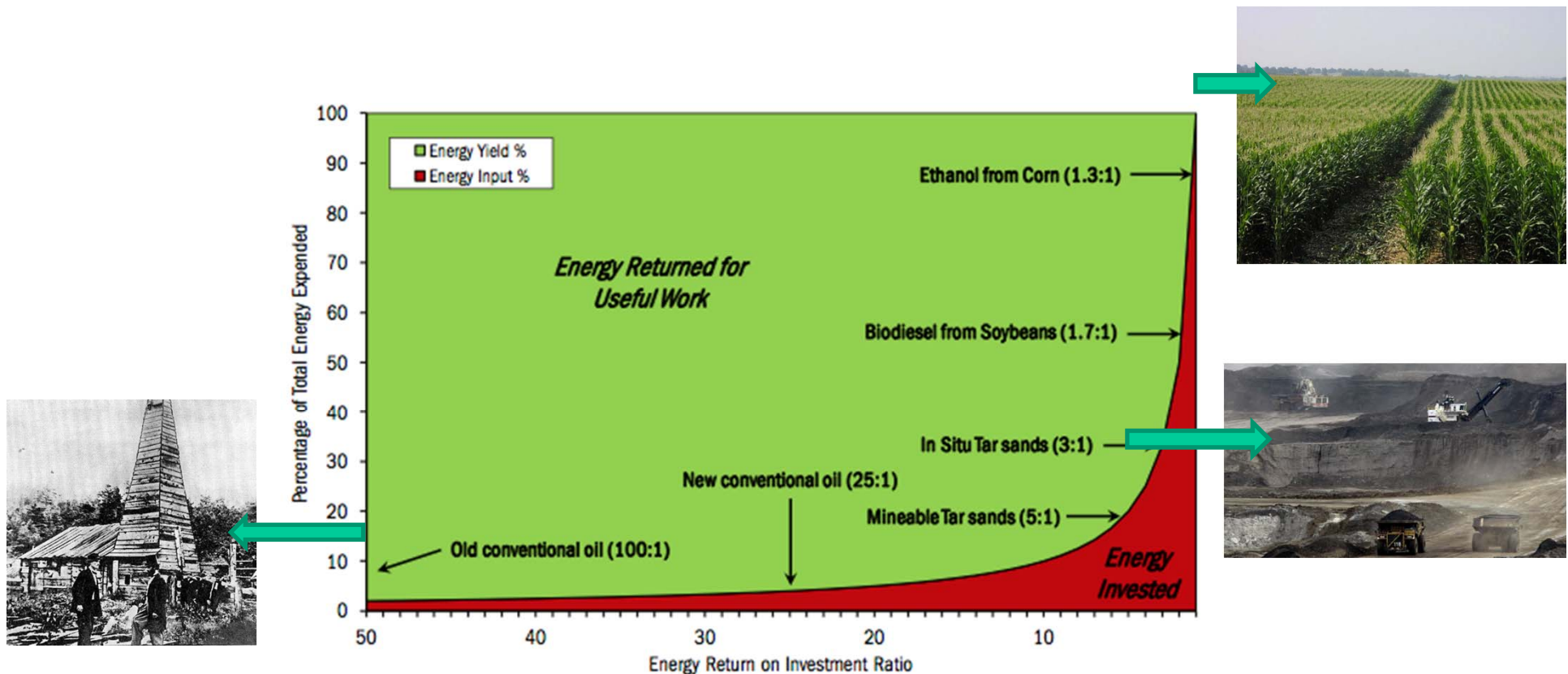
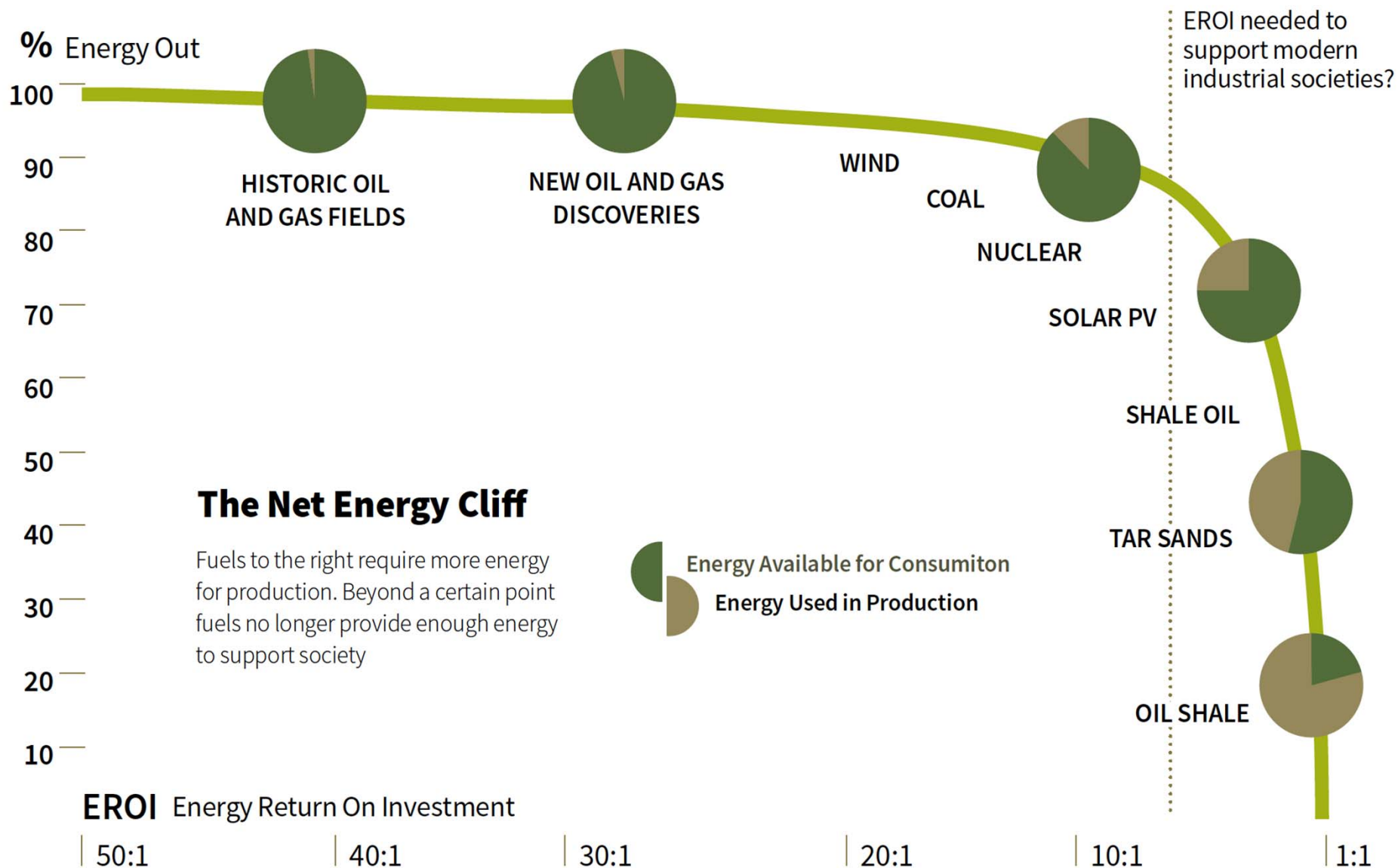


Figure 38. Energy available to do useful work as a proportion of total energy expended.



UNIL | Université de Lausanne



Unil

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_2}{\text{TEP}} \times \frac{\text{TEP}}{\text{PIB}} \times \frac{\text{PIB}}{\text{POP}} \times \text{POP}$$

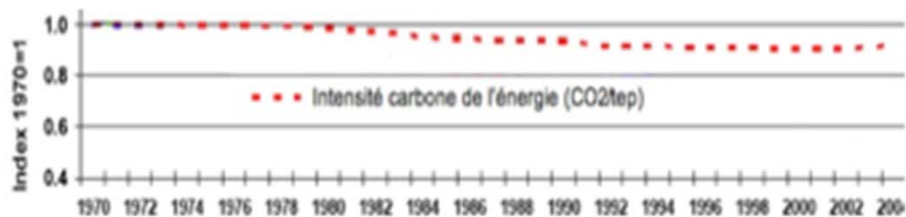
Émissions de CO₂ = Contenu en CO₂ de l'énergie x Intensité énergétique de l'économie x Production par personne x Population

CO₂ : émissions de CO₂
TEP : énergie utilisée
PIB : produit intérieur brut
POP : population

Recommandations du GIEC (5^{ème} rapport) : les émissions mondiales de gaz à effet de serre doivent être réduites de 40 à 70% entre 2010 et 2050, et disparaître totalement d'ici à 2100

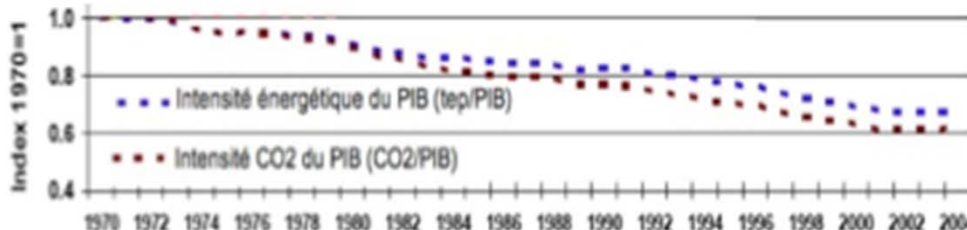
$$\text{Émissions de CO}_2 = \text{Contenu en CO}_2 \text{ de l'énergie} \times \text{Intensité énergétique de l'économie} \times \text{Production par personne} \times \text{Population}$$

Technique magique n°2 : l'efficacité carbone de l'énergie



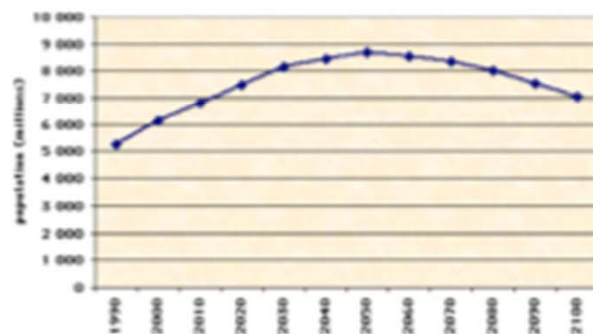
10% de mieux en 35 ans

Technique magique n°1 : l'efficacité énergétique



30% de mieux en 35 ans

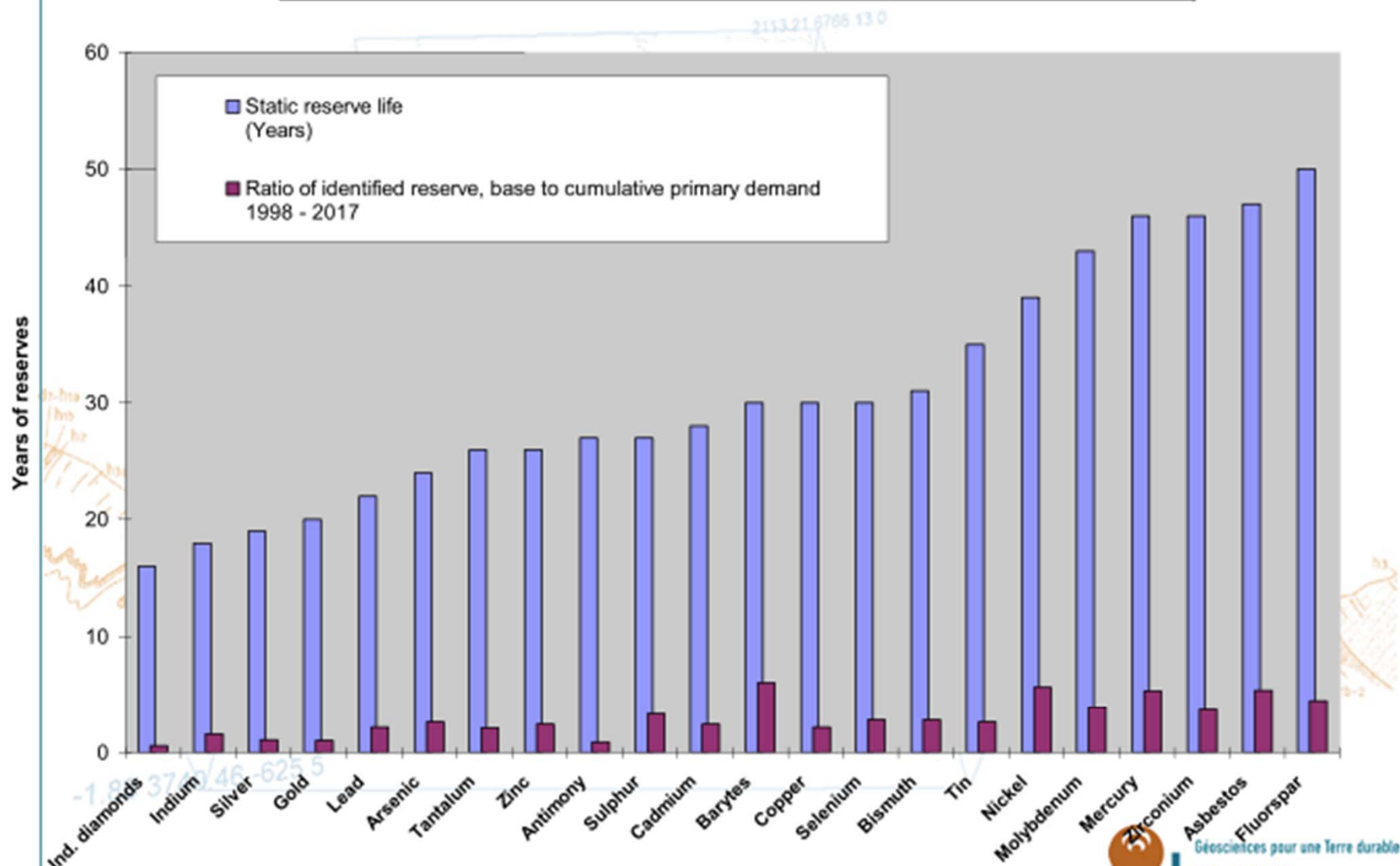
Le PIB par habitant est à diviser par quel facteur dans les anciens pays industriels? Par 3? Par 4?



Augmentation de 35% d'ici 2050



Réserves minières exprimées en nombre d'années



En bleu; réserves en nombre d'années sur la base de la consommation en 1998

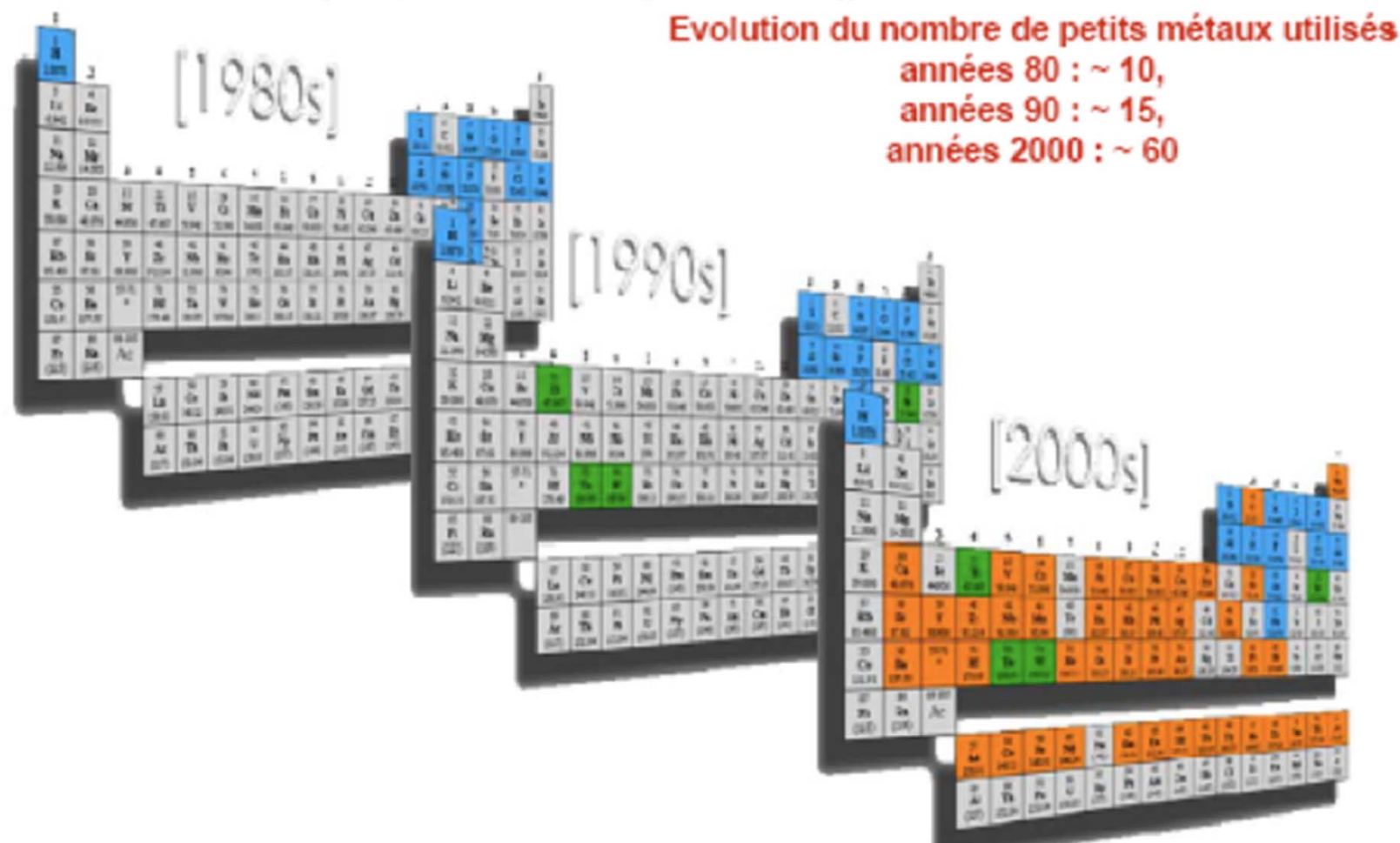
En violet; réserves en nombre d'années, mais avec la consommation cumulée affectée de la croissance 1998-2008



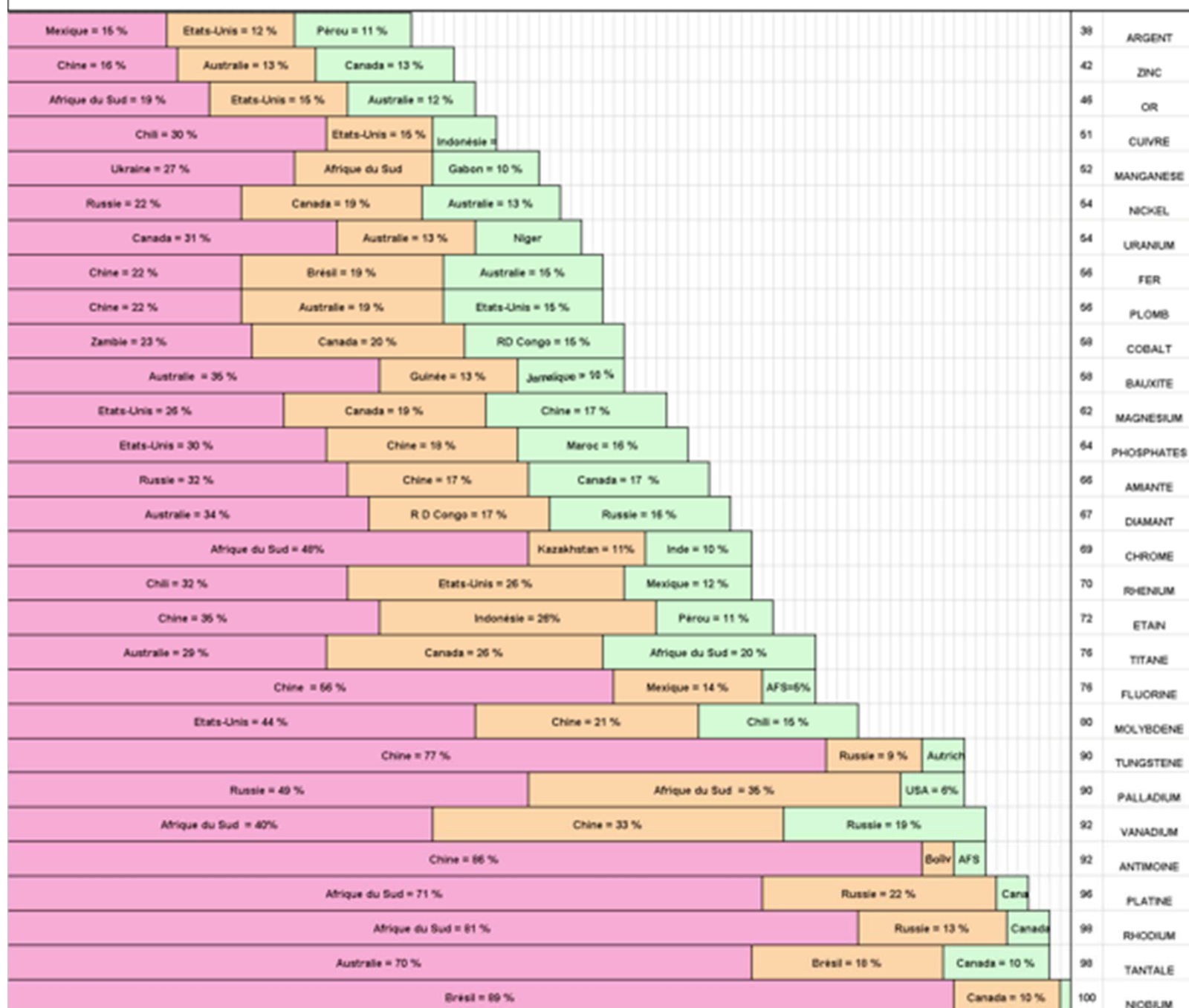
brgm

Géosciences pour une Terre durable

Une table de Mendeleïev de plus en plus sollicitée diversification de l'économie vers les « petits métaux »



Concentration des productions minières dans le monde: part des 3 premiers pays producteurs

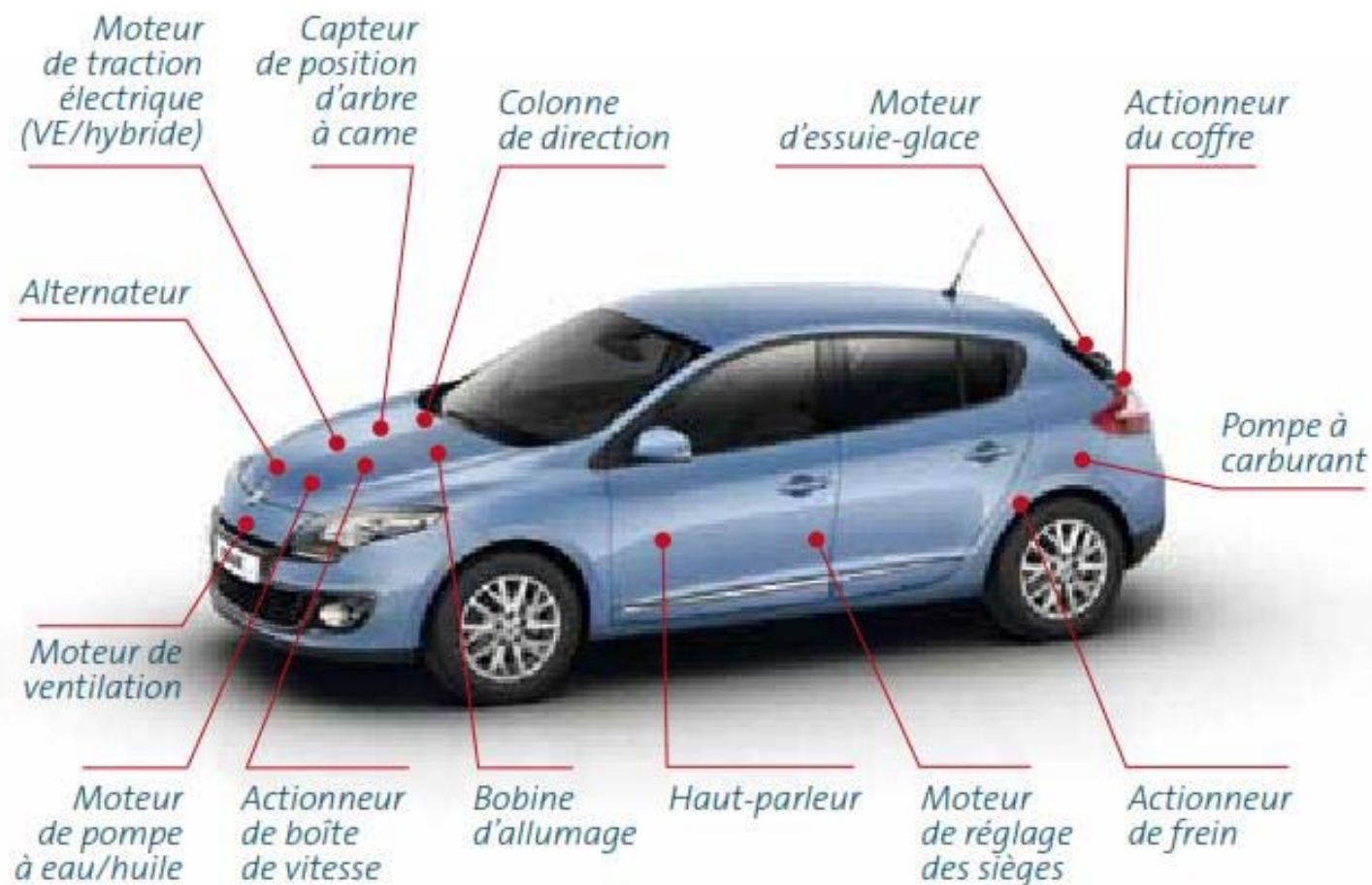


sciences pour une Terre durable

gm

Aimants permanents dans un véhicule standard (Renault, Europe, 2011)

Source: P. Schulz, in Géosciences n° 15



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Nom du service émetteur

vendredi 12 avril 2013

> 17

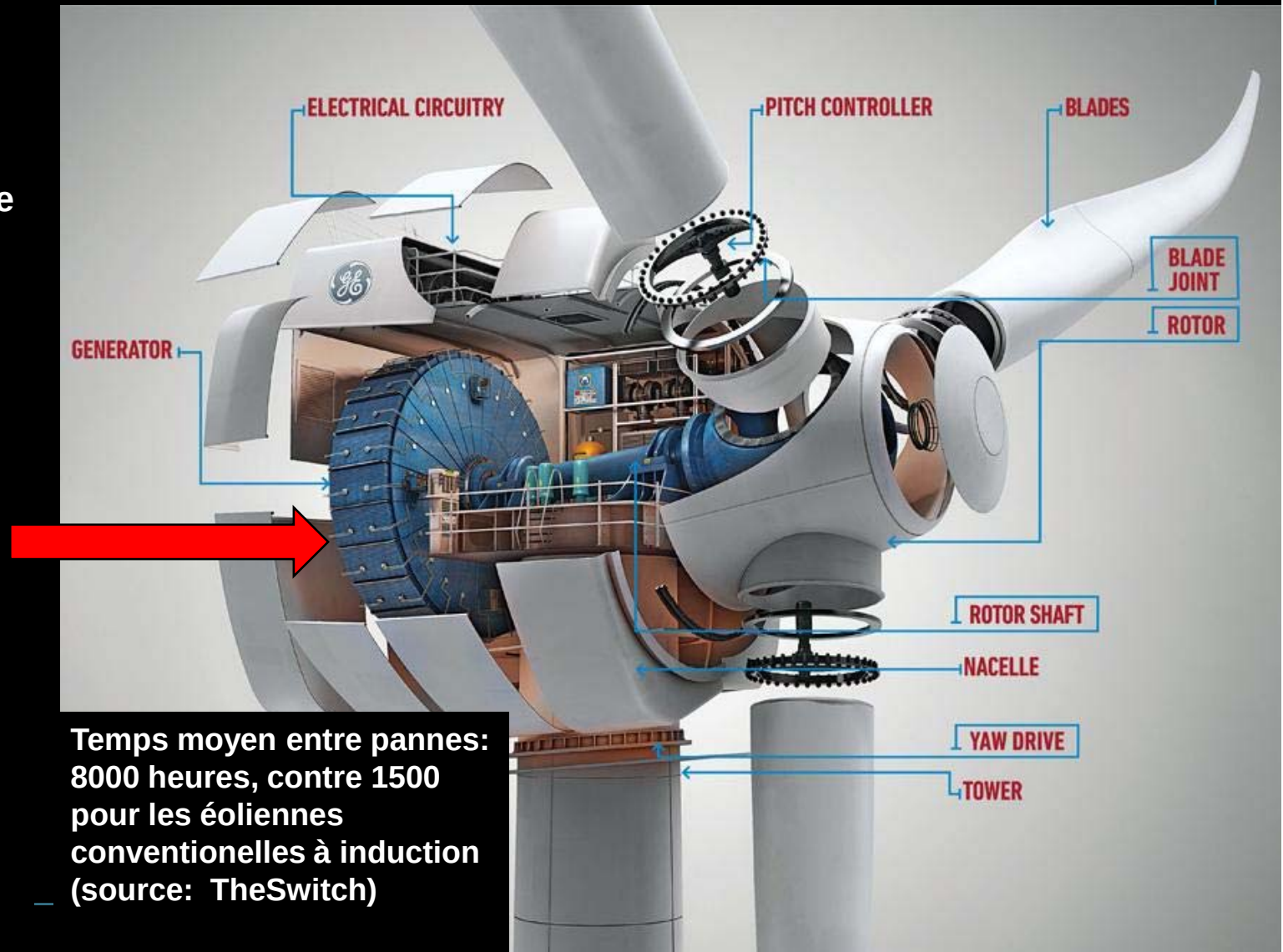
L'une des applications phare des terres rares: les éoliennes à entraînement direct à base d'aimants permanents

(Image: General Electric, Données: US Department of Energy)

Par MW installé de capacité de production :

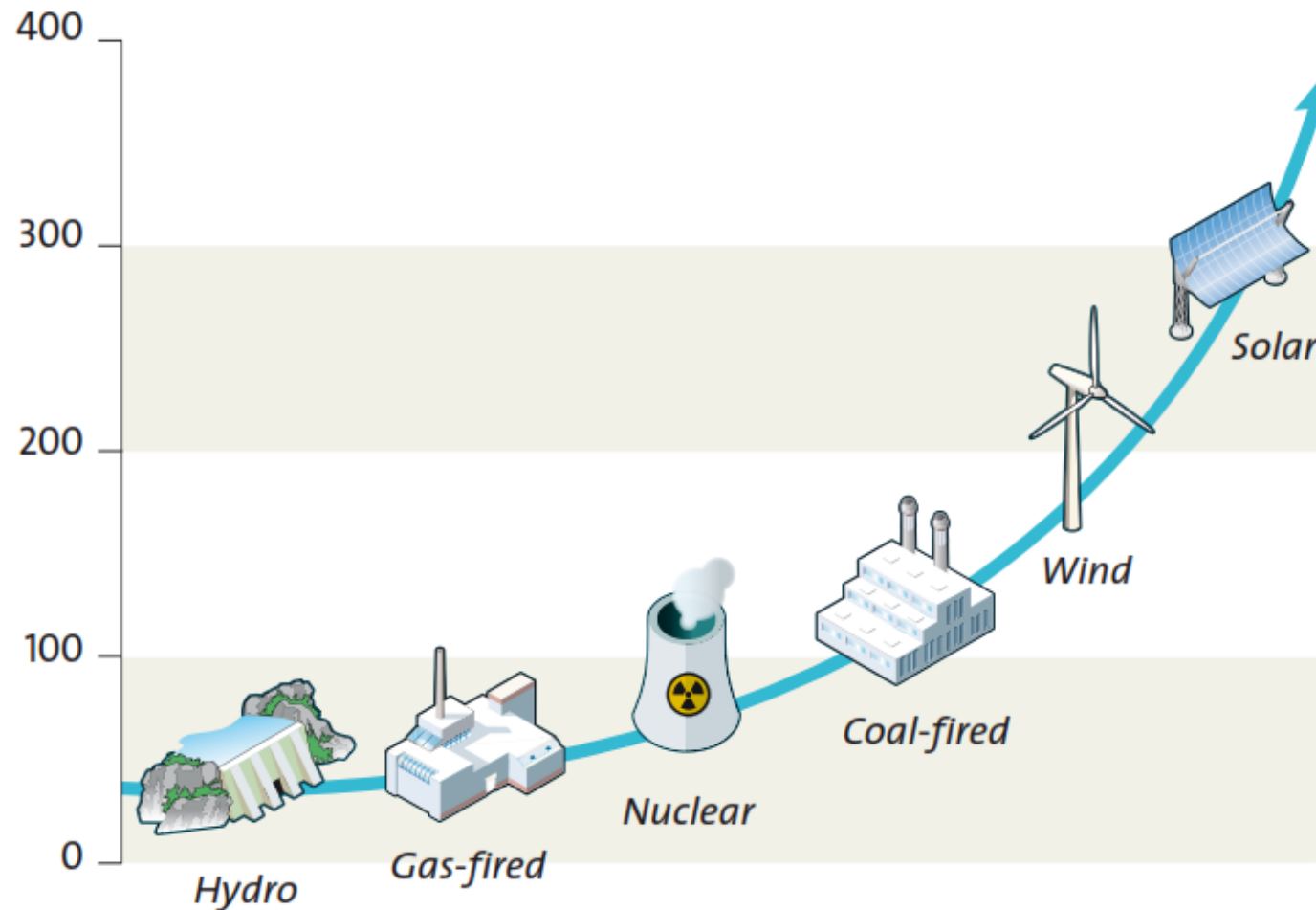
- +/- 600 kg d'aimants permanents Nd-Dy-Fe-B magnets
- 4,1% Dy = 24,6 kg
- 31% Nd = 186 kg

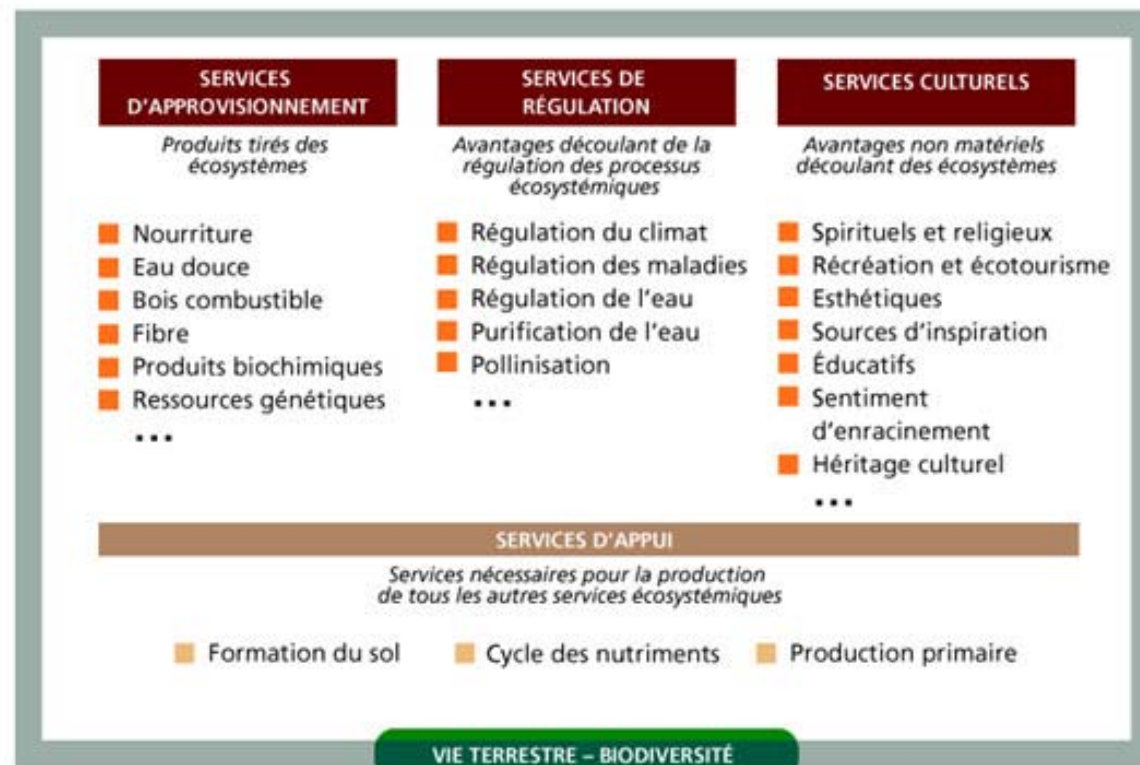
Temps moyen entre pannes: 8000 heures, contre 1500 pour les éoliennes conventionnelles à induction (source: TheSwitch)

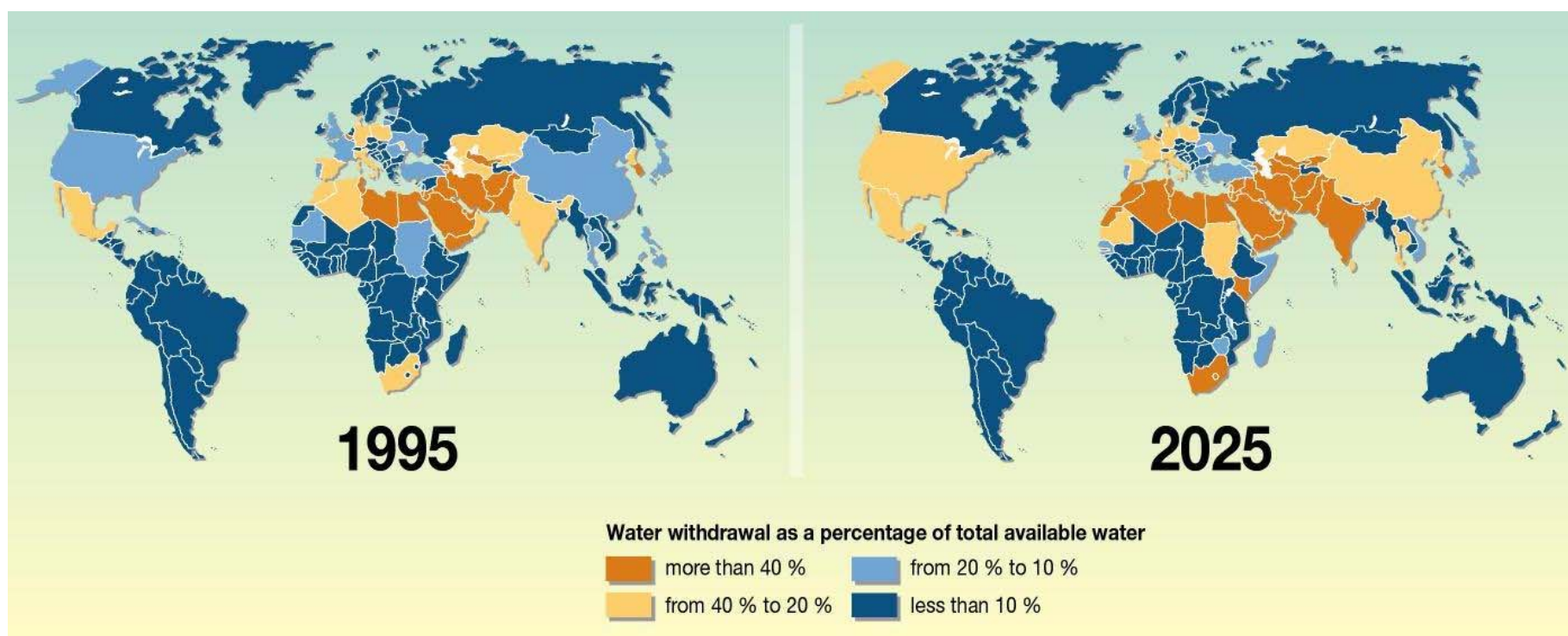


Intensité matérielle de différentes technologies de production électrique: tonnes d'acier par MW de capacité installée

Source: Rio Tinto Investor Seminar 2011, Sidney et Géosciences n° 15







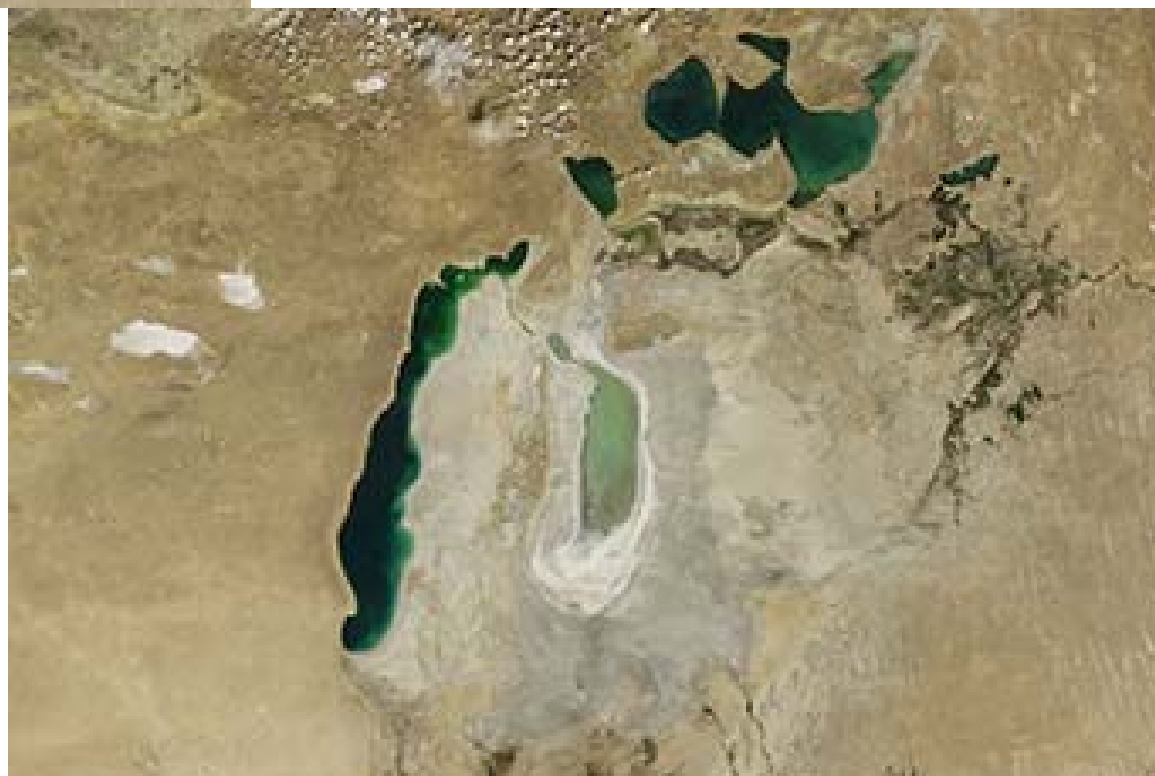




1



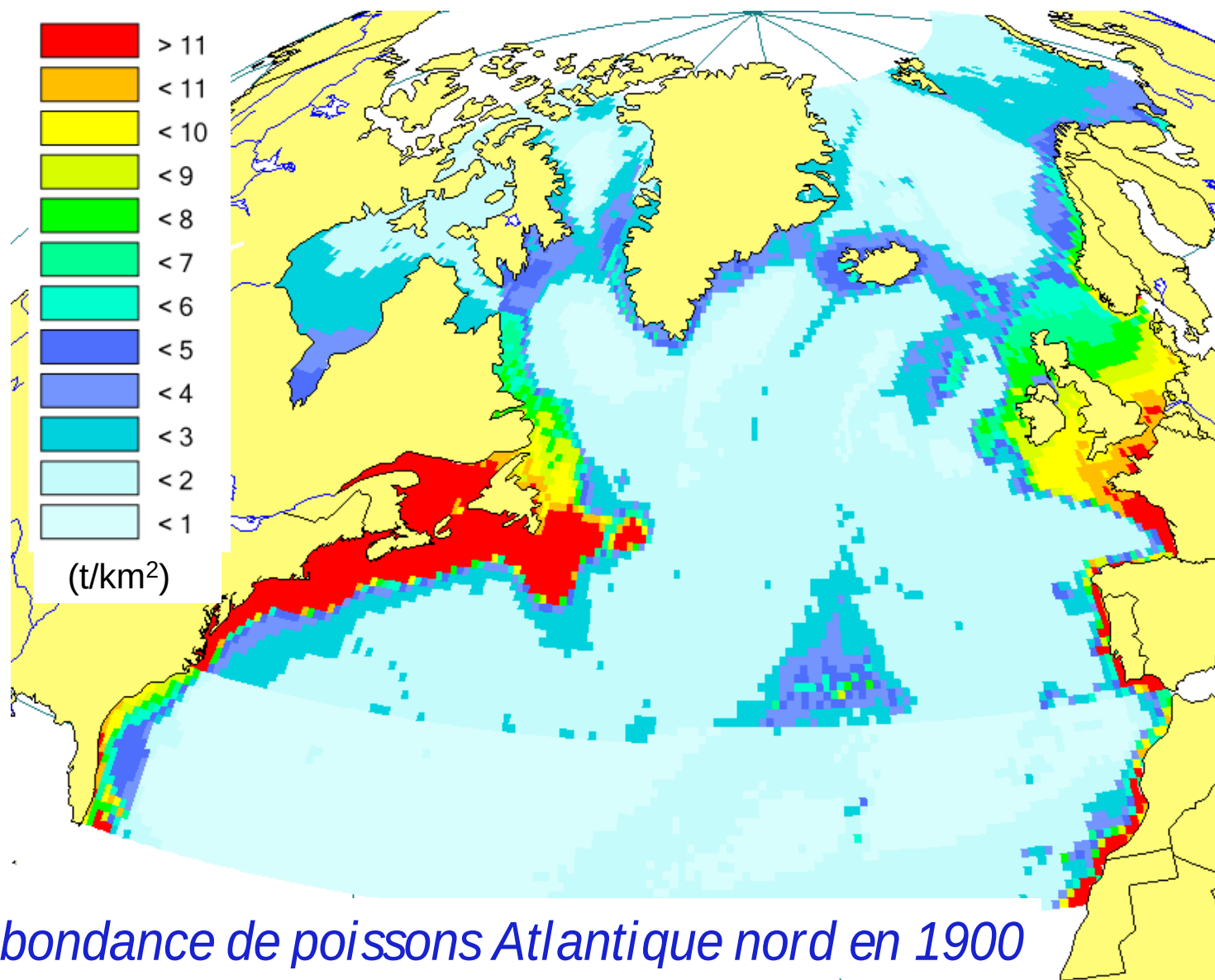
MER D'ARAL



Diapositive 24

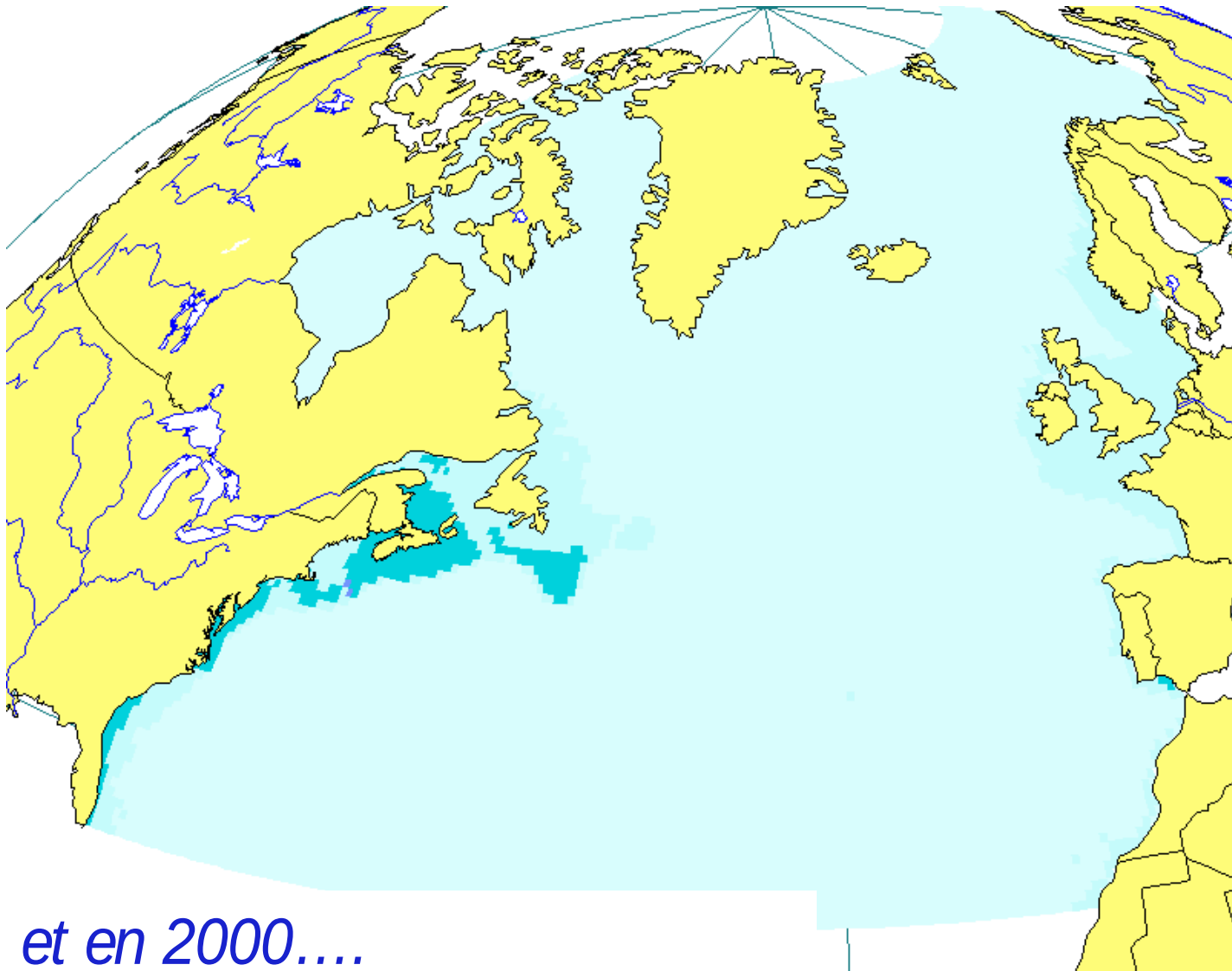
1

Dominique Bourg; 08/02/2014



Abondance de poissons Atlantique nord en 1900

Christensen et al. (*Fish & Fisheries*, 2003)



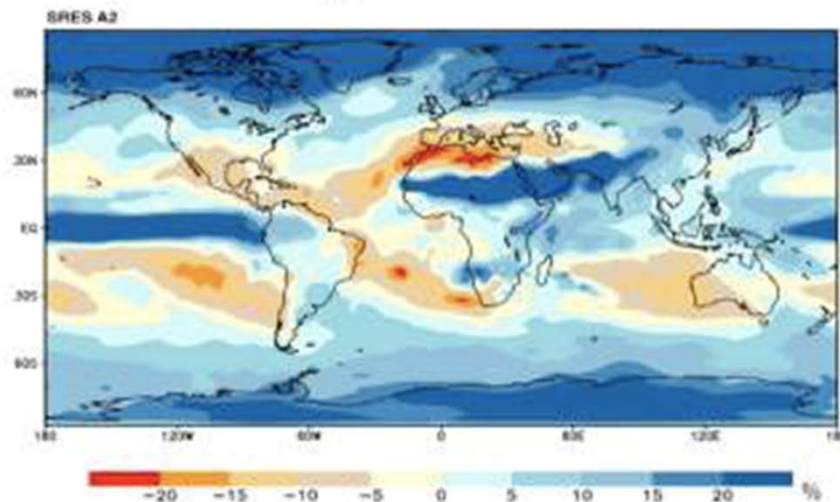
et en 2000....

Christensen *et al.* (*Fish & Fisheries*, 2003).

Ressources alimentaires

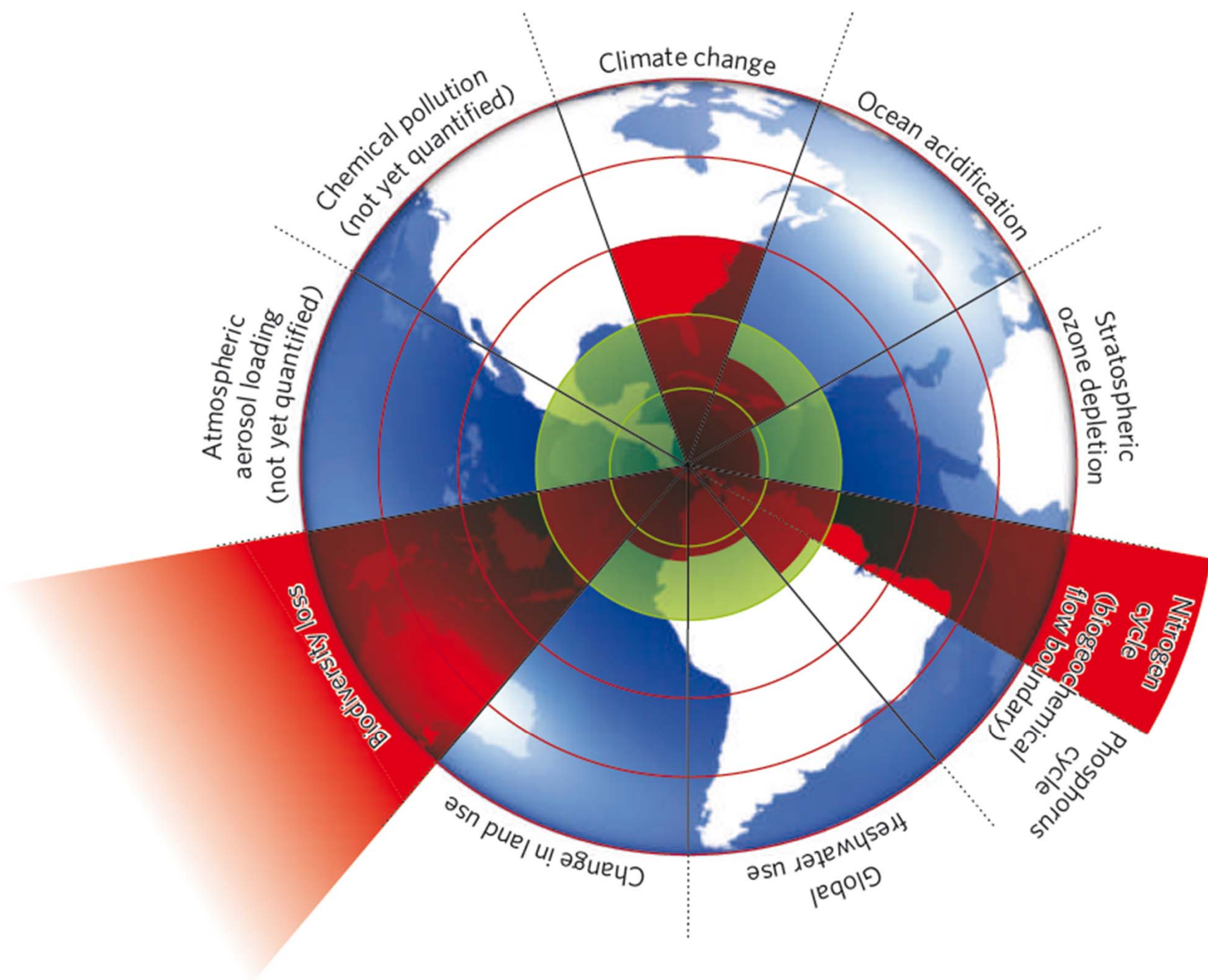
Long-term effect of climate change

Eg rainfall change from 1990 to 2070-2100



Decrease of main crops production by 2050 !

- Maize 16%
- Rice 21%
- Wheat 42%



Les 9 limites globales à nos activités

ROCKSTRÖM J. et alii, « A safe operating space for humanity », *Nature*, vol. 461 / 24 September 2009

- le changement climatique,
- le taux d'érosion de la biodiversité (appauvrissement génétique des populations ; taux de disparition des espèces : fois 1000)
- l'interférence de nos activités avec les cycles de l'azote et du phosphore
- la déplétion de l'ozone stratosphérique
- l'acidification des océans
- l'usage de l'eau douce
- l'usage des sols
- la quantité et la qualité de la pollution chimique
- l'impact des aérosols atmosphériques