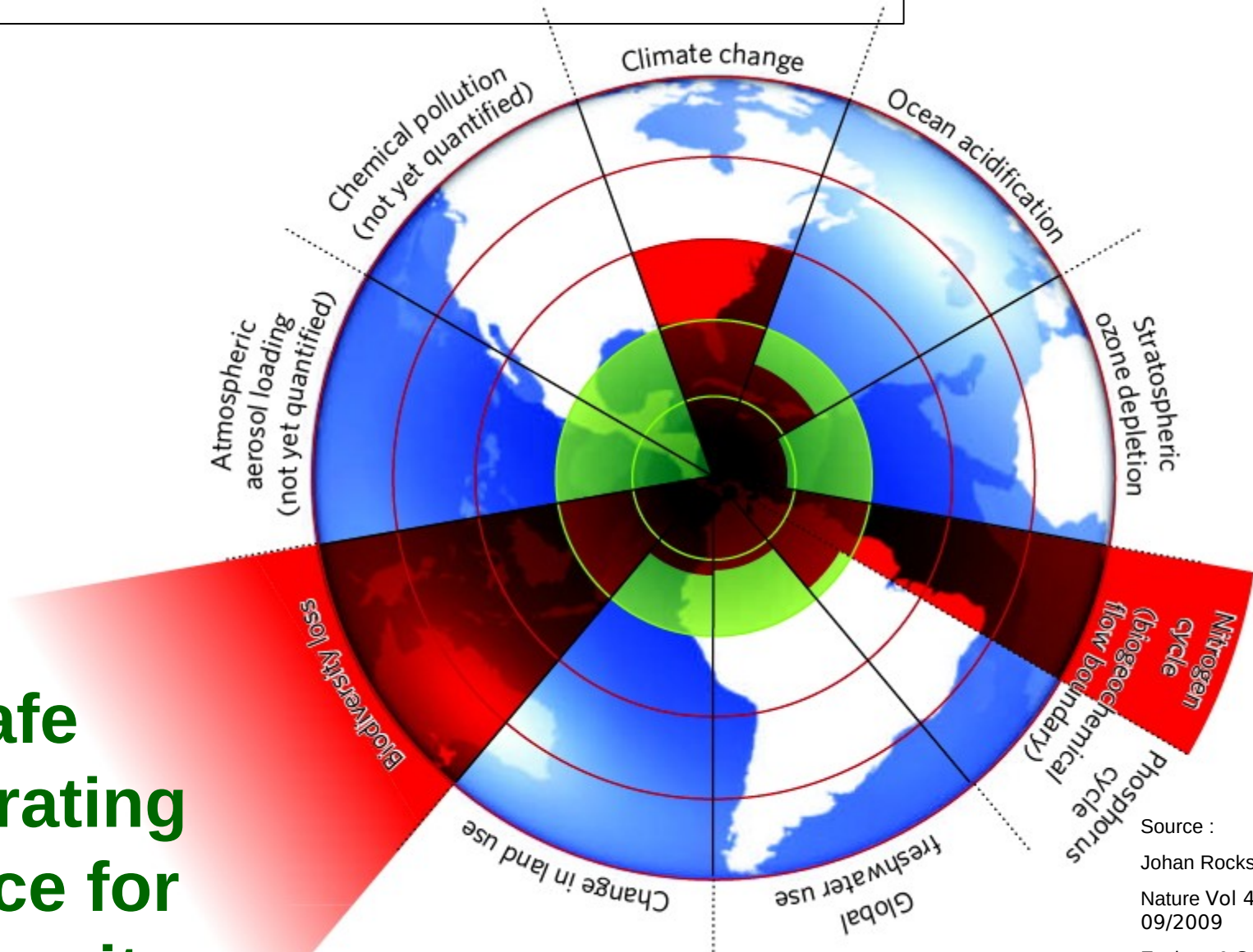




Les enjeux énergétiques mondiaux

<http://www.quelfutur.org>

Planetary boundaries



Source :

Johan Rockström et al.

Nature Vol 461,24
09/2009

Ecology & Society (14)2:32

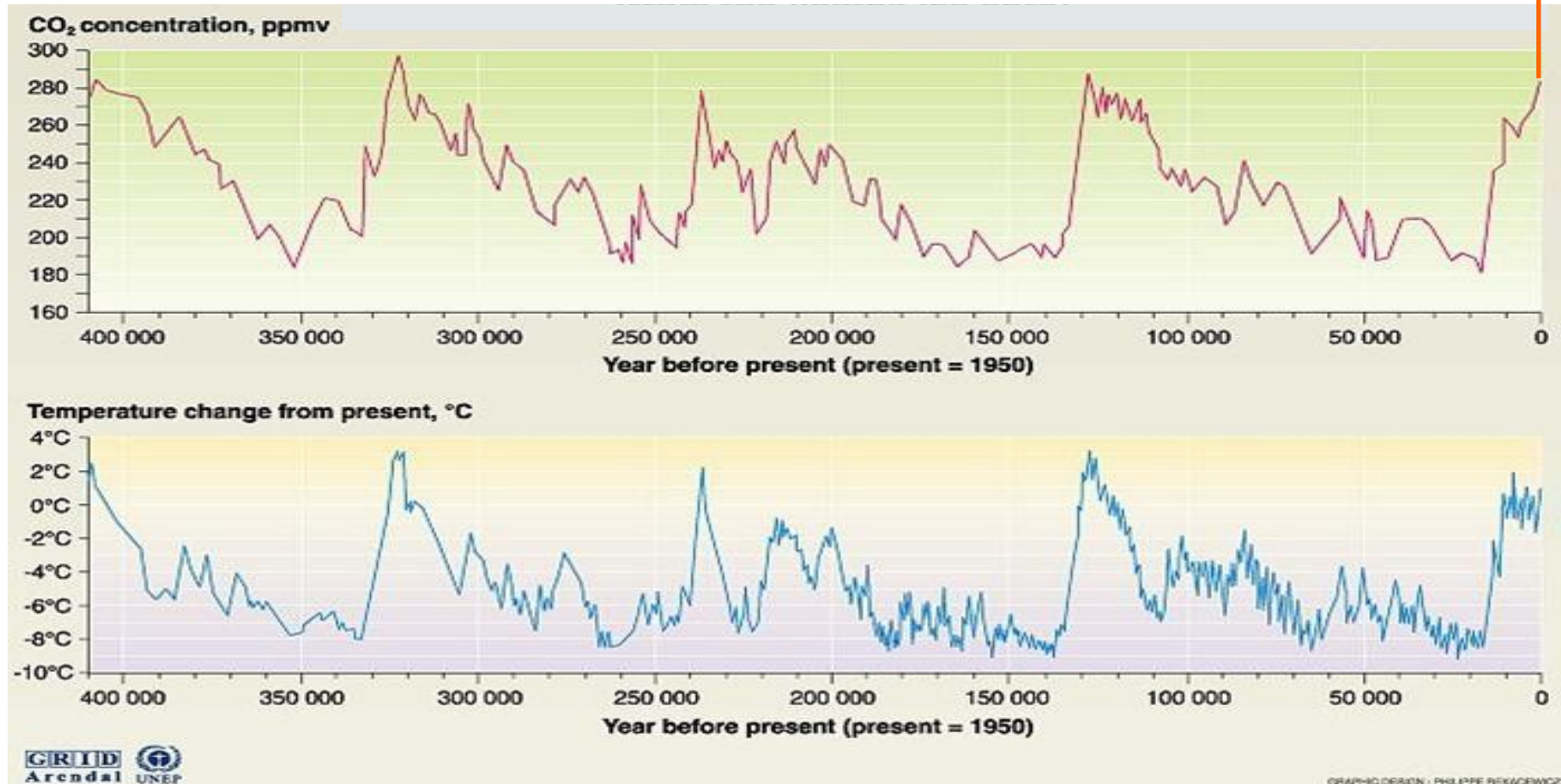
© ORMEE - Possoz 07/11/2012

**A safe
operating
space for
humanity**

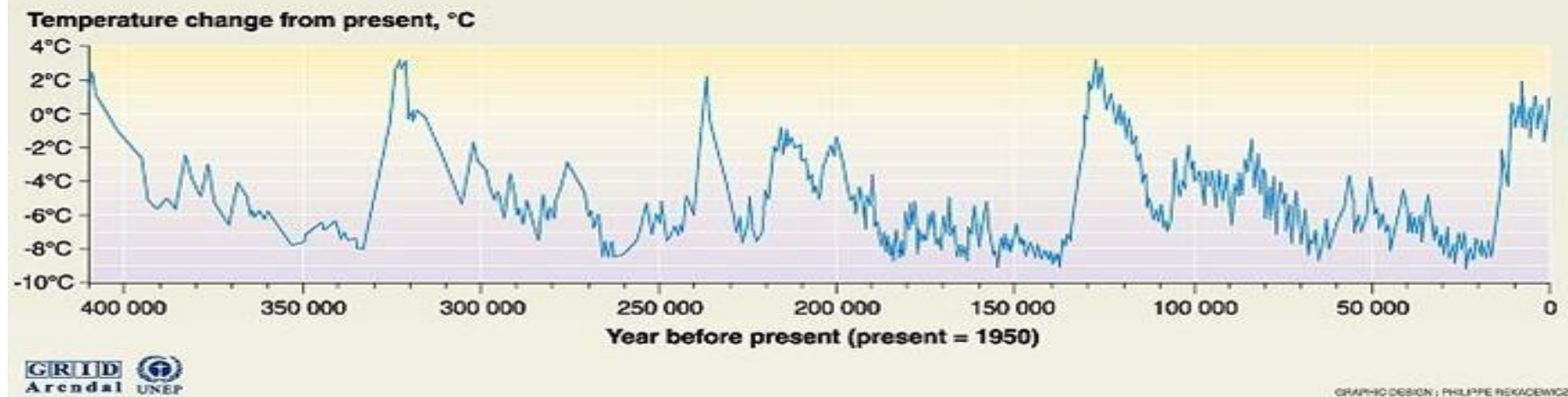
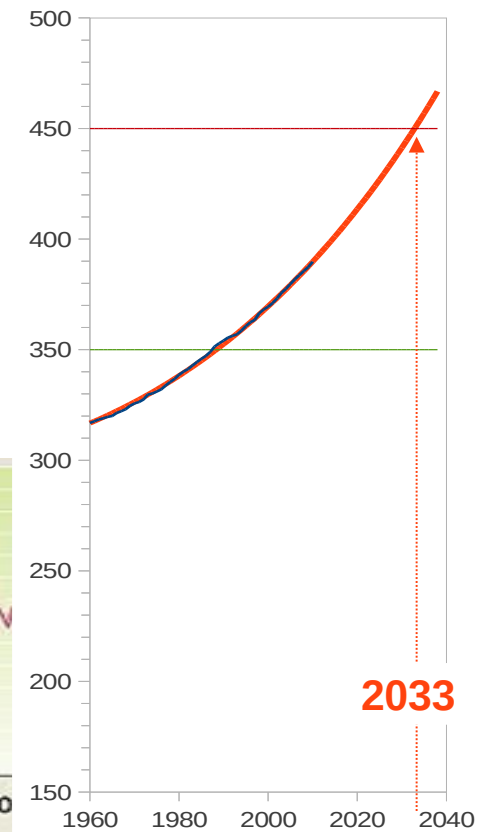
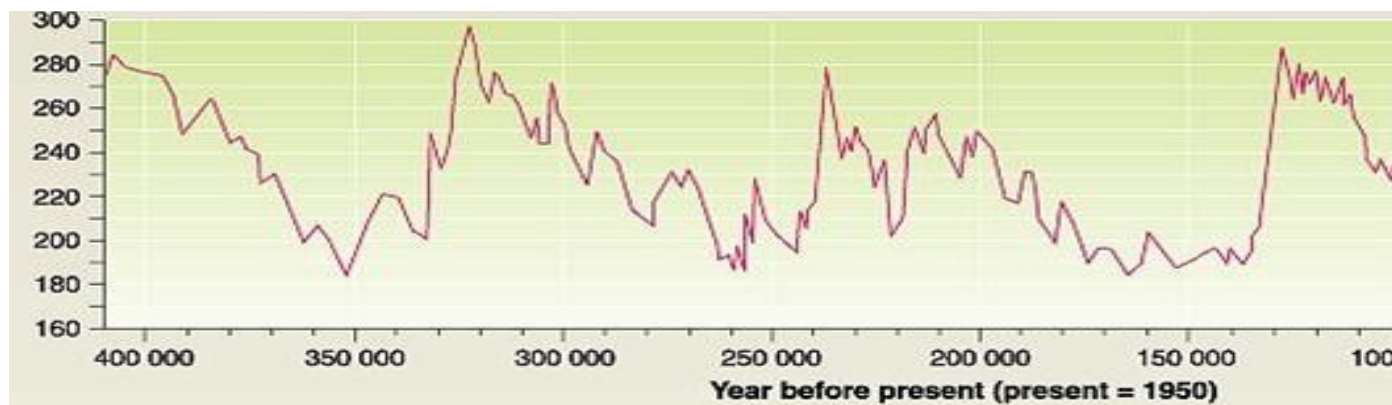
En 2050, 500 ppm ?

Limiter à 450 ppm (2°C) ?

Aujourd'hui 390 ppm
(www.co2now.org)



Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3June), pp 429-436, 1999.



Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3June), pp 429-436, 1999.

Holocène

grande stabilité climatique depuis 10.000 ans
chasseur-cueilleur → cultivateur-éleveur

Anthropocène

expansion accélérée, démographique & économique,
→ extinctions massives, crises environnementales

« L'humanité est en train de mener une expérience non contrôlée à l'échelle du globe »

Robert Socolow, professeur d'ingénierie à Princeton

JONAS
LE PRINCIPE
RESPONSABILITÉ



L'avenir de la civilisation humaine dépend de sa capacité à ne plus utiliser de combustibles fossiles !

Dissonance cognitive

Si l'humanité en était capable,
la sagesse consisterait-elle
à laisser les combustibles
fossiles là où ils sont et
à trouver les moyens de s'en
passer ?

Les formes d'énergie

- Energies primaires
 - Classiques
 - Dérivés du solaire
 - ancien et récent (diapo suivante ⇒)
 - Non solaire
 - géothermie, marées
 - Relativistes
 - Fission nucléaire
 - actuel (U), IVème génération (Pu, Th)
 - Fusion nucléaire
 - ITER + enceinte + tritium
- Energies secondaires
 - Electricité, Hydrogène, ...
 - produites par transformation
 - vecteurs = intermédiaires
 - Mazout, ...
 - raffinage...

L'énergie solaire

- Solaire ancien

- Charbon

- Pétrole

- Gaz

- Non conventionnels (sables asph., schistes, eaux profondes)

combustibles fossiles

carbonifère

kéragène + 3.000m

- Solaire récent

- Hydraulique

- Biomasse

- Eolien

- Solaire

énergies renouvelables

cycle de l'eau

le vivant (photosynthèse)

+ hydrolien & houle

photovoltaïque et thermique

***" En dehors de ces énergies,
ni la science ni l'argent n'en
feront découvrir de nouvelles,
qui pourraient les remplacer. "***

Comme cela a toujours été le cas jusqu'ici, l'intelligence de l'espèce humaine lui permettra-t-elle de découvrir d'autres énergies, entièrement nouvelles, et disponibles en quantité ?

L'énergie pour faire quoi ?

1) Énergie = transformation de la matière

couper, plier, fondre, chimie, soulever, accélérer, etc.

2) Produire = transformer (inputs → outputs)

3) Économie = Production = Transformation = Énergie

Celui qui est maître de l'**énergie** est maître de l'**économie** ! (et donc, du pouvoir)

Mythe du découplage absolu

JEAN-MARC
JANCOVICI
**CHANGER
LE MONDE**
Tout un programme !



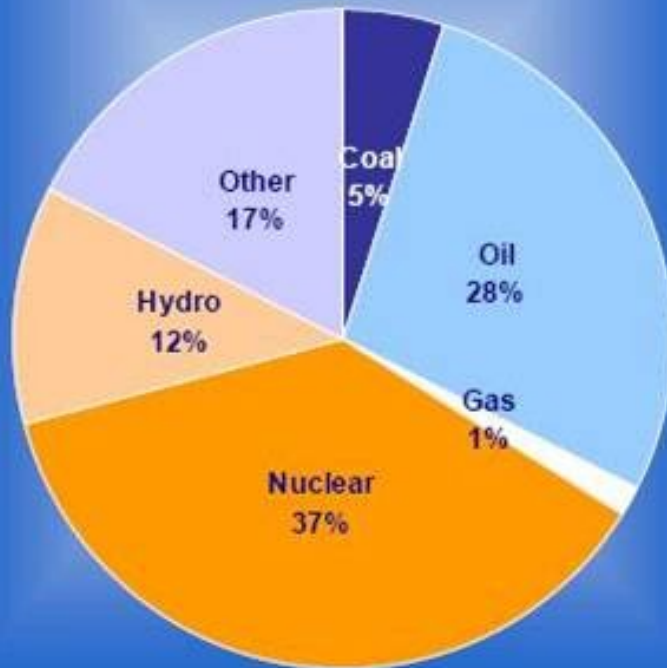
calmann-lévy

Changer le Monde – *Tout un programme !*, Jean-Marc Jancovici,
calmann-lévy 2011

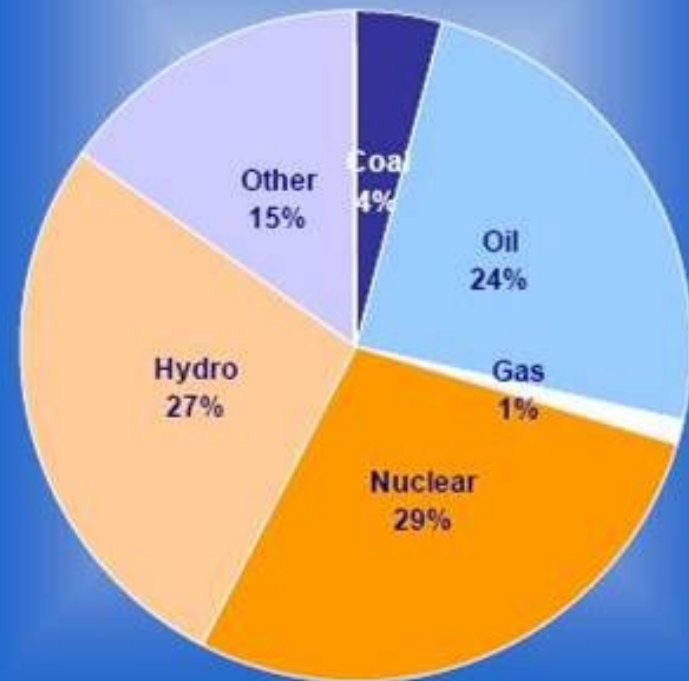
Physical energy content vs. Substitution Method



**1999 TPES for Sweden
(physical energy content
method)**



**1999 TPER for Sweden
(substitution method)**

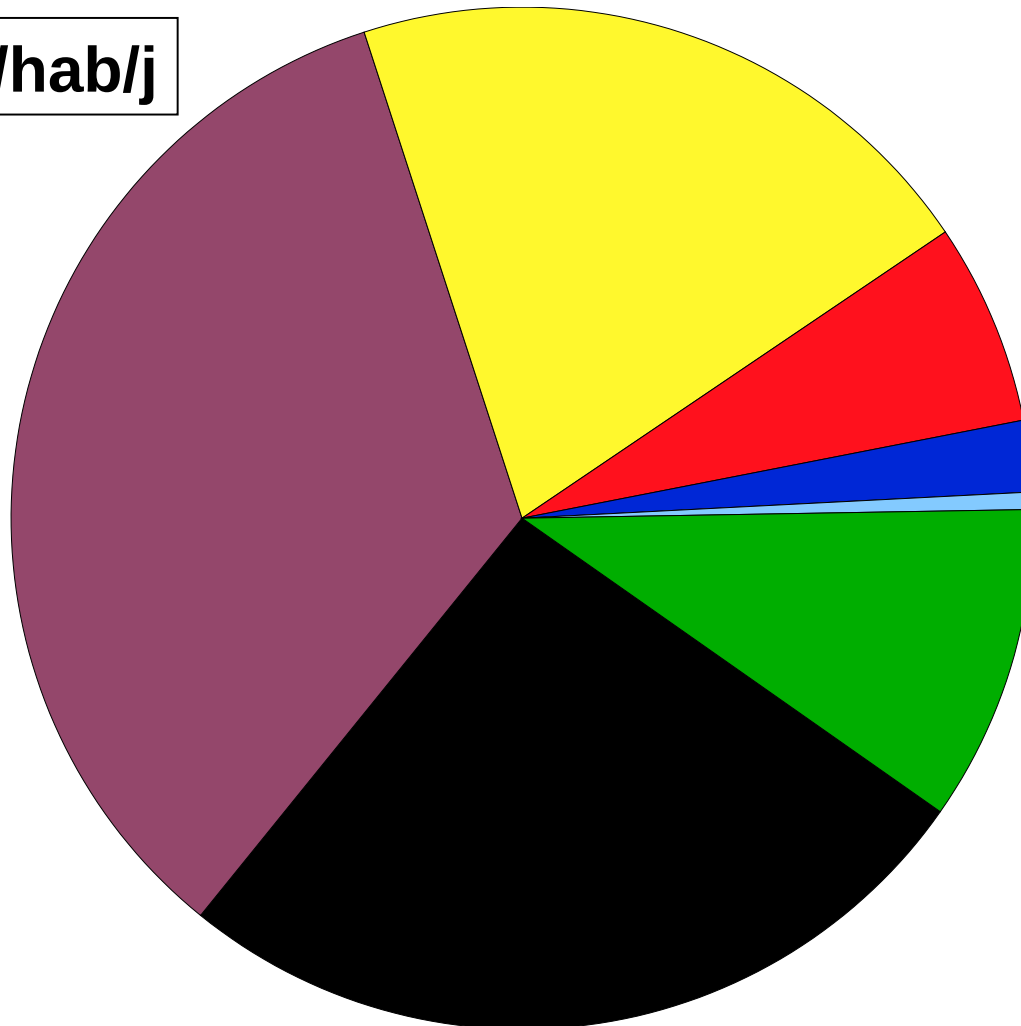


Monde

6.536.000.000 hab

48 hab/km²

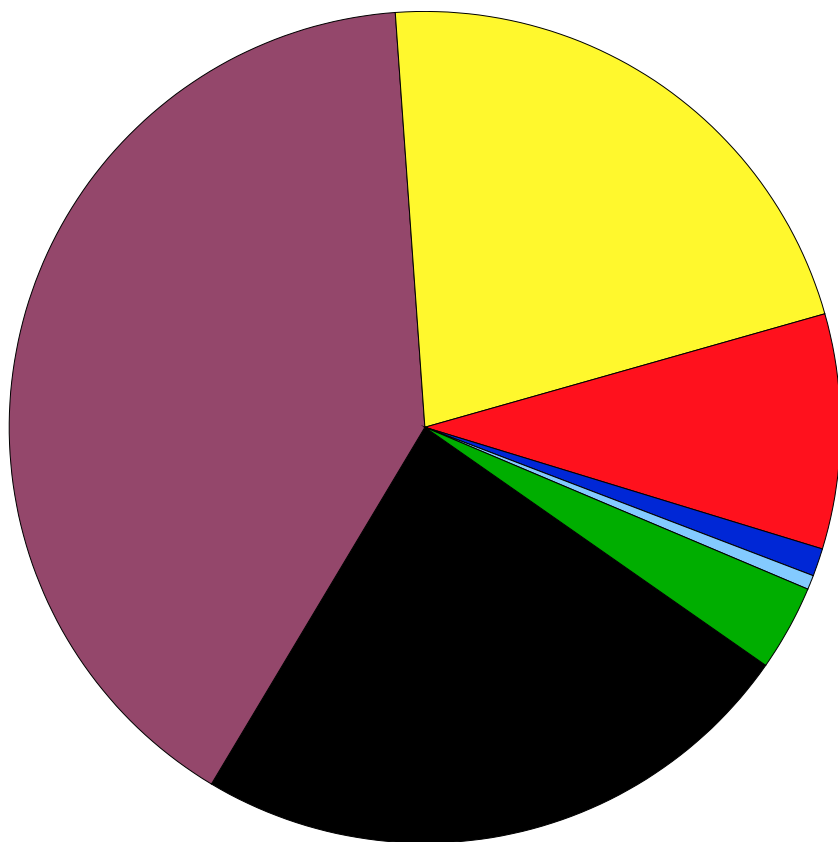
4,9 kep/hab/j



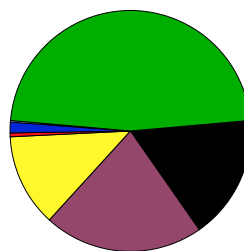
- Charbon
- Pétrole
- Gaz
- Nucléaire
- Hydro
- Autres renouv.
- Biomasse

Consommation d'énergie primaire par habitant selon la région

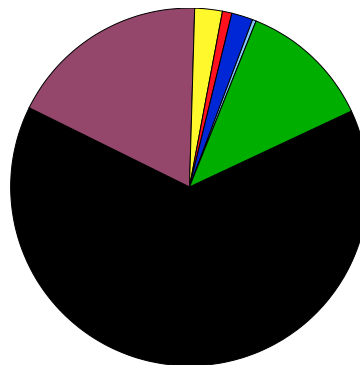
Monde : 4,9 kep/p/j



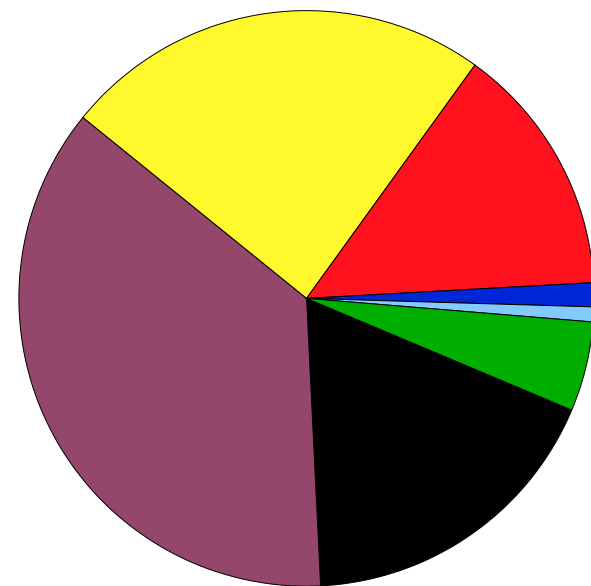
USA
21,2 kep



Afrique
1,8 kep



Chine
3,9 kep

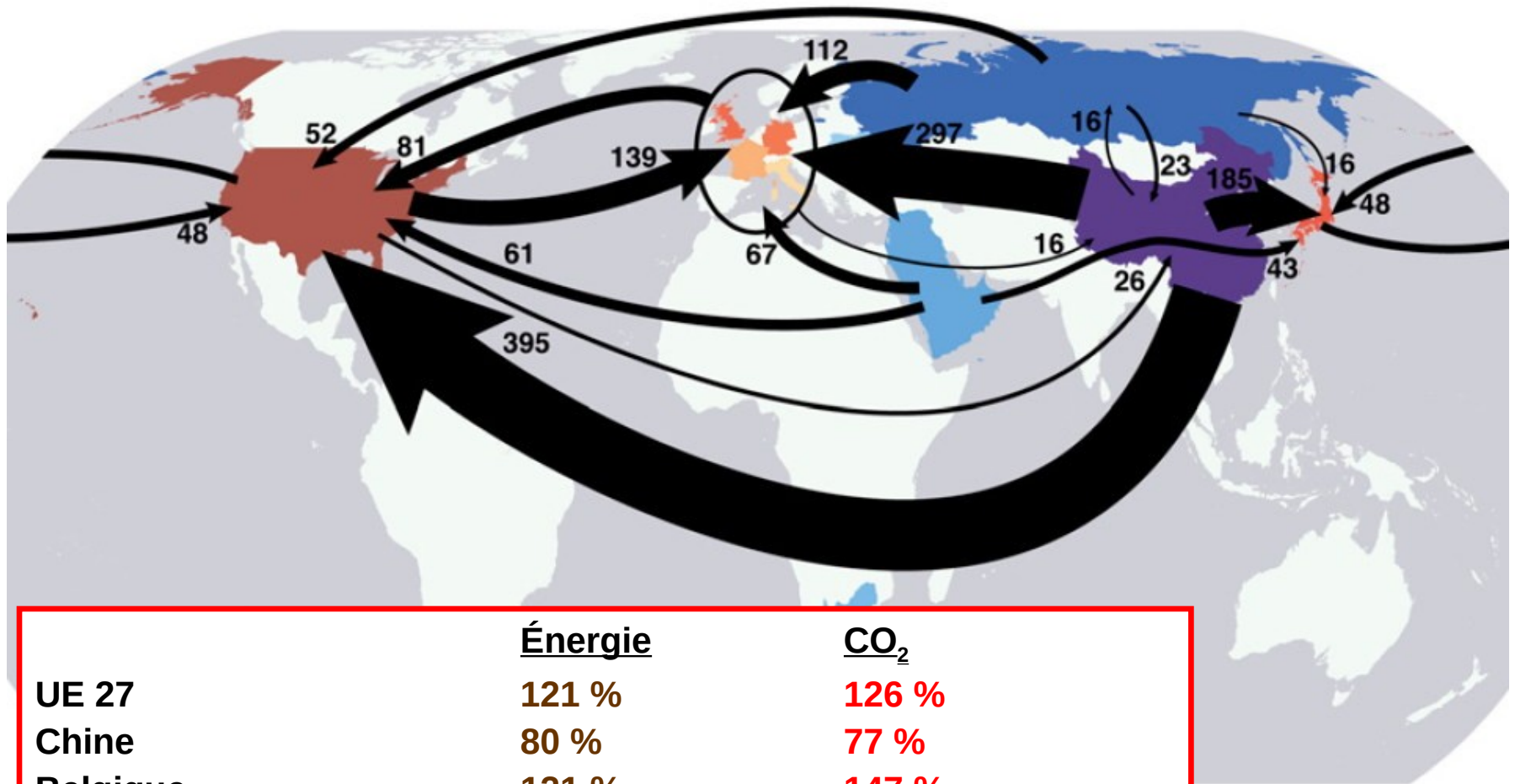


Europe 27
10,1 kep

Consommation versus Production

Davis & Caldeira

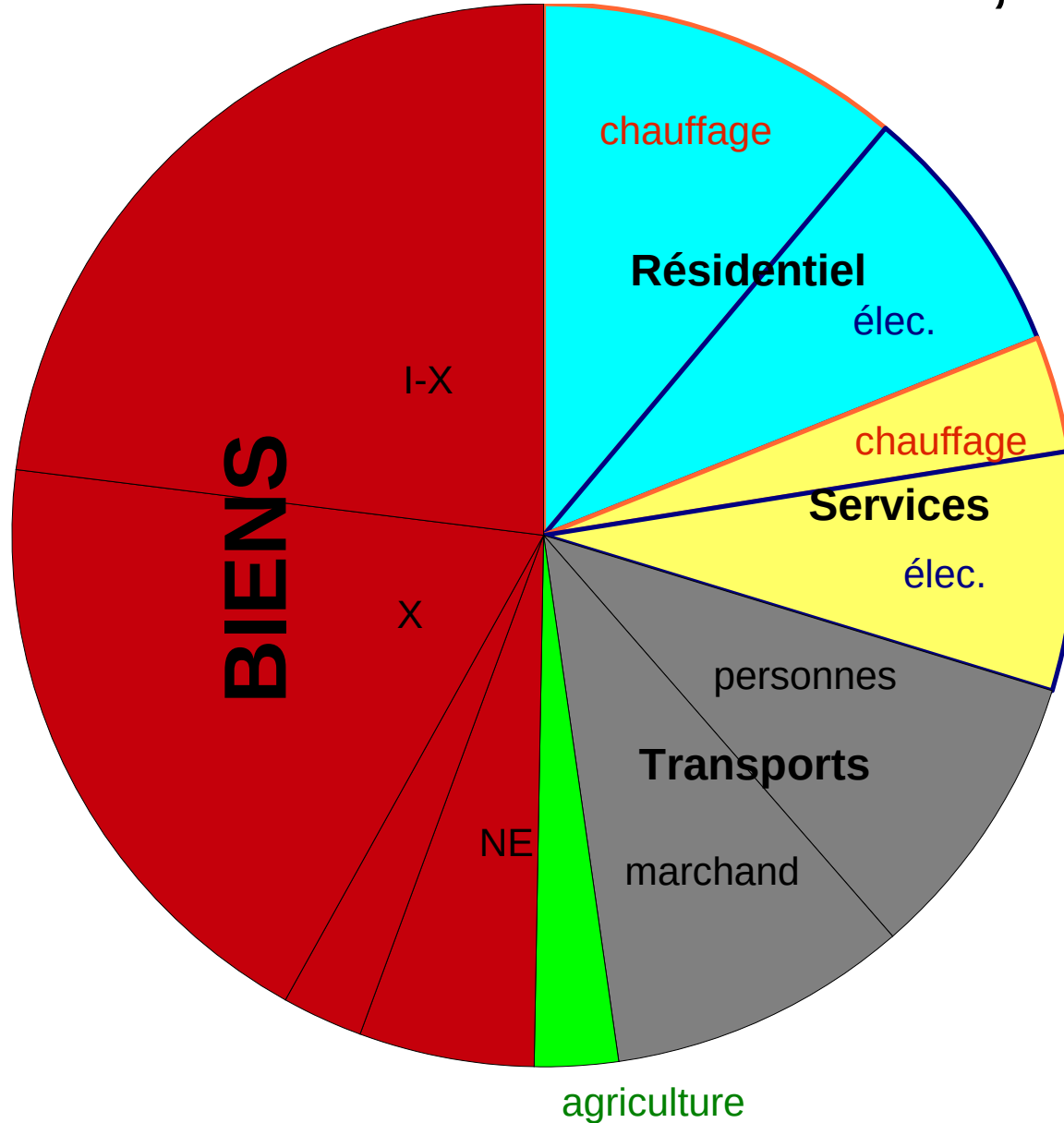
01/2010 PNAS



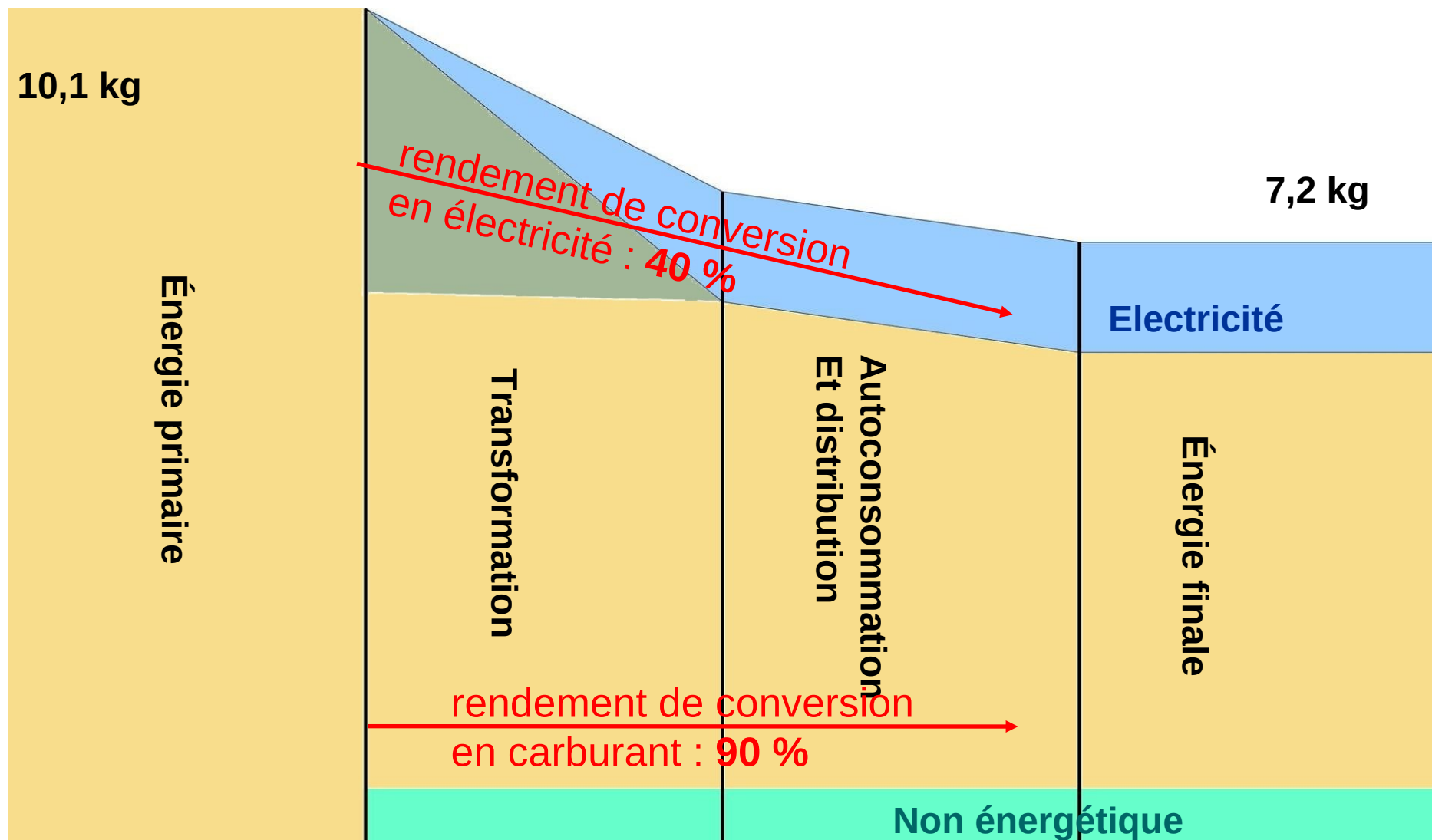
	Énergie	CO ₂
UE 27	121 %	126 %
Chine	80 %	77 %
Belgique	121 %	147 %
USA	111 %	112 %

Europe 27

Énergie primaire
13,1 kep/jour/pers



Energie primaire → Consommation finale



Appréciation quantitative

1 kep = 42 MJ = 11,6 kWh

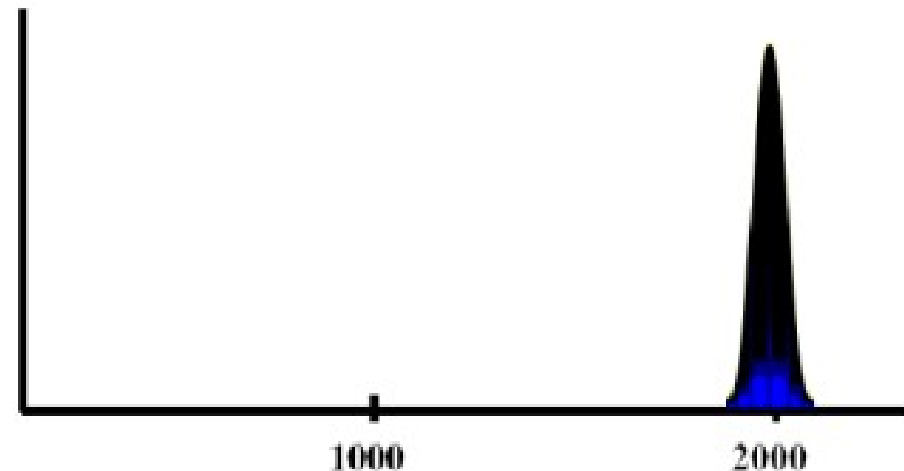
1 kep produit : 1 litre carburant, 1m³ gaz, 5 kWh

1 kep = monter 4000 sacs de 25 kg sur 14 étages

**± 1 million d'années
consommées
chaque année !**

Shifting baselines

Oil Production 2000 years

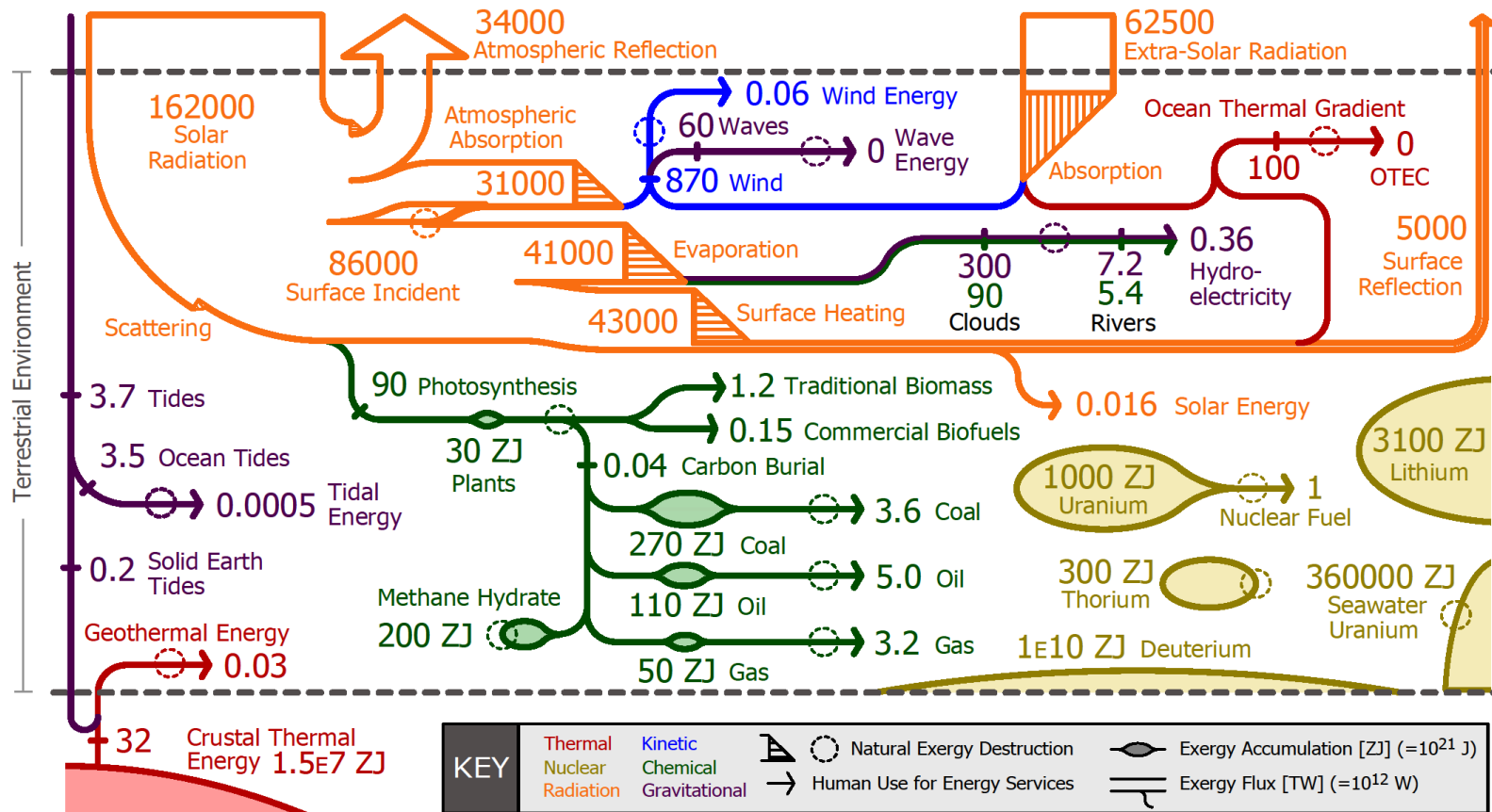


Source : James Leigh
Beyond Peak Oil and World Geopolitical Implications

L'économie continuera à se développer dans le futur comme elle l'a fait dans le passé.

Des limites physiques étant atteintes, un profond changement est inévitable, tant dans l'économie que dans la société.

Global Exergy Flux, Reservoirs, and Destruction



Exergy is the useful portion of energy that allows us to do work and perform energy services. We gather exergy from energy-carrying substances in the natural world we call energy resources. While energy is conserved, the exergetic portion can be destroyed when it undergoes an energy conversion. This diagram summarizes the exergy reservoirs and flows in our sphere of influence including their interconnections, conversions, and eventual natural or anthropogenic destruction. Because the choice of energy resource and the method of resource utilization have environmental consequences, knowing the full range of energy options available to our growing world population and economy may assist in efforts to decouple energy use from environmental damage.

Exergie

Maximum d'énergie mécanique récupérable (énergie utile)

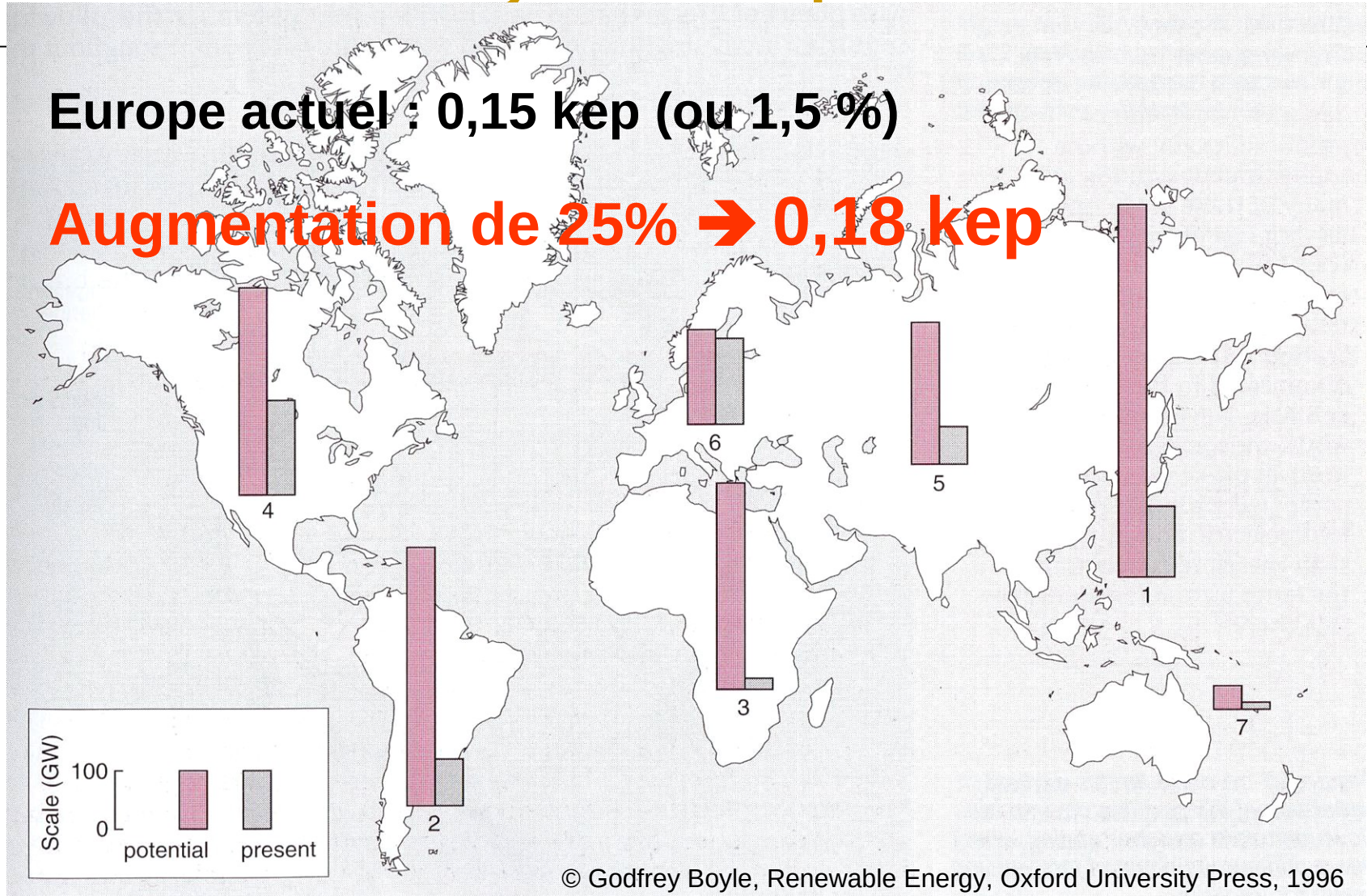
$$X_{nf} = U - T_{env.} S$$

$$X_f = H - T_{env.} S$$

Hydraulique

Europe actuel : 0,15 kep (ou 1,5 %)

Augmentation de 25% → 0,18 kep



© Godfrey Boyle, Renewable Energy, Oxford University Press, 1996

Biomasse

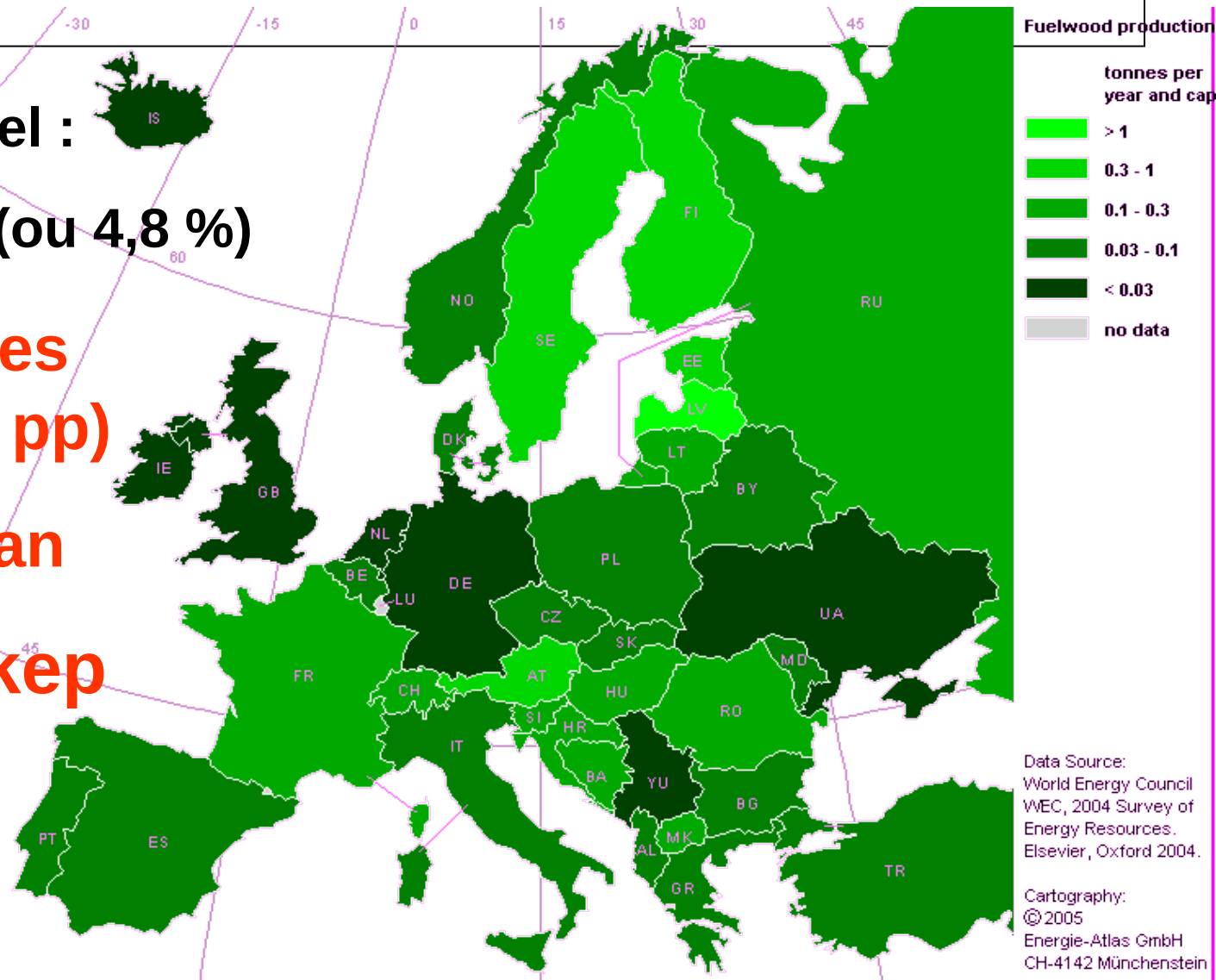
Europe actuel :

0,48 kep (ou 4,8 %)

1/6 des terres
(ou 15 ares pp)

et 2 tep/ha/an

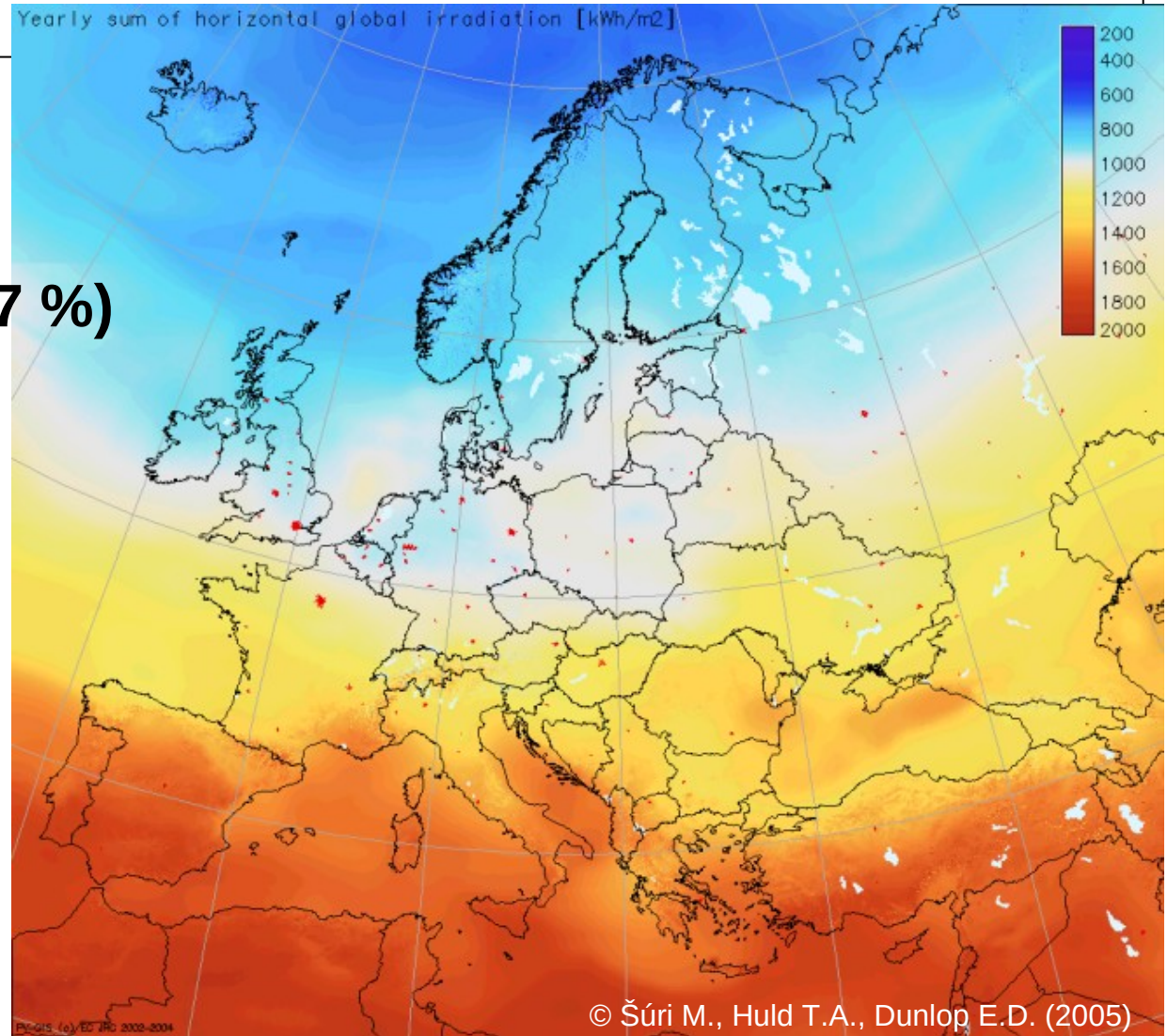
→ 0,81 kep



Le solaire

Europe actuel :
0,03 kep (ou 0,27 %)

20 m² de
capteurs par p.
20% rendement
→ 0,47 kep



Éolienne

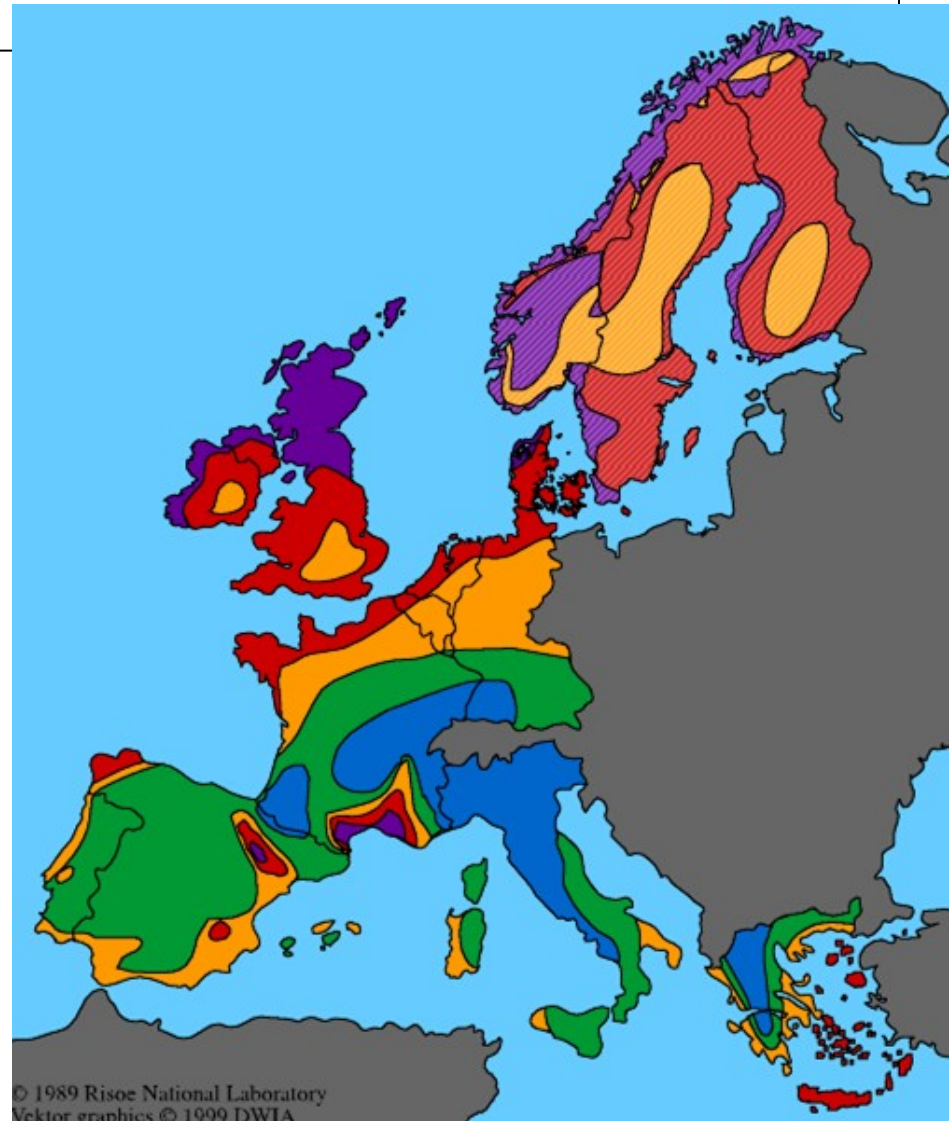
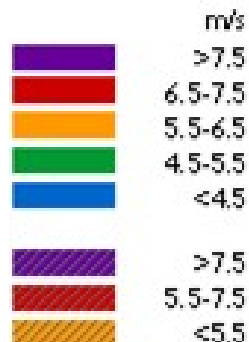
Europe actuel :

0,04 kep (ou 0,39 %)

**2 MW d'éolienne
par 1.000 habitants**

→ 0,47 kep

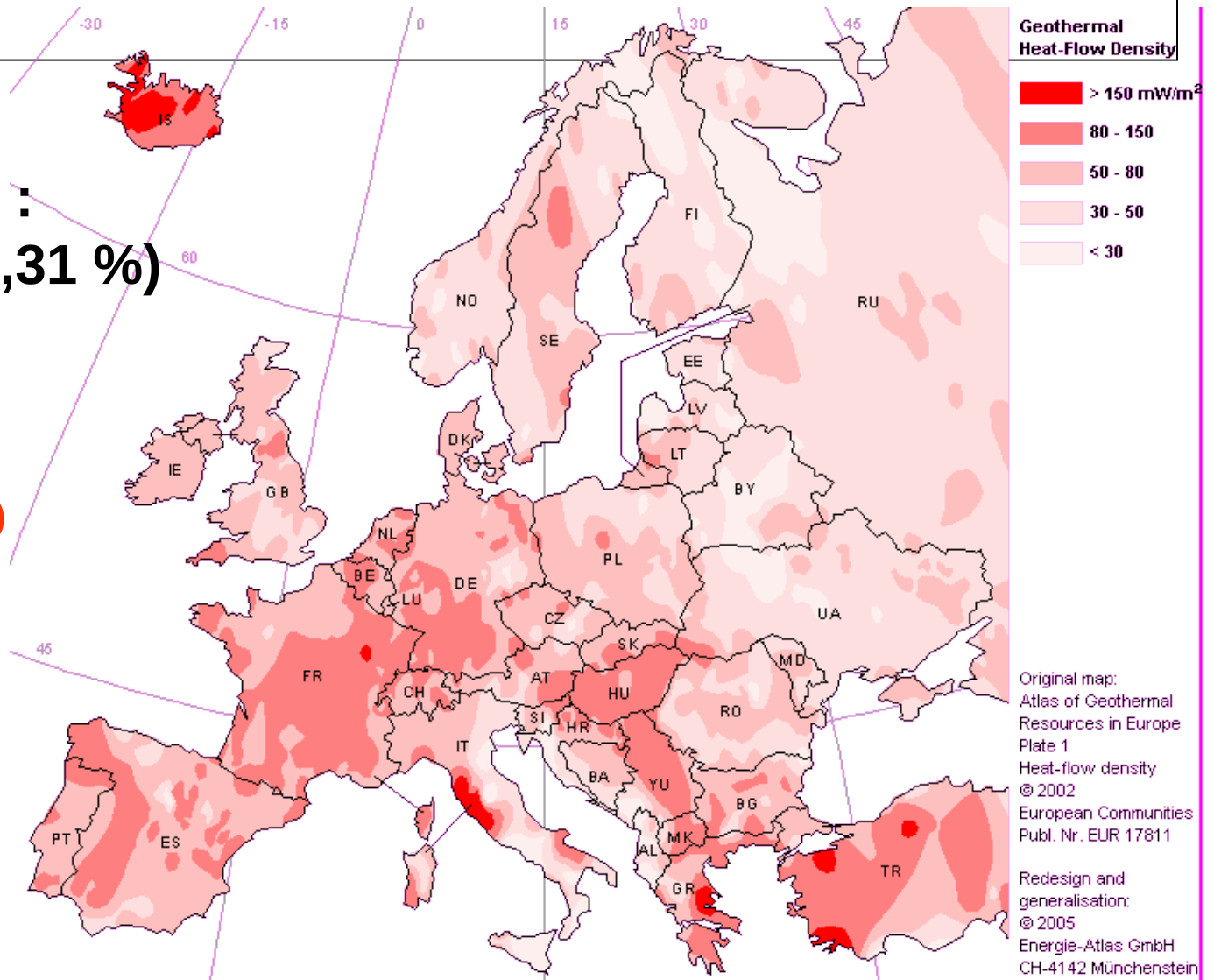
Wind Resources
at 50 (45) m
Above Ground
Level, open plain



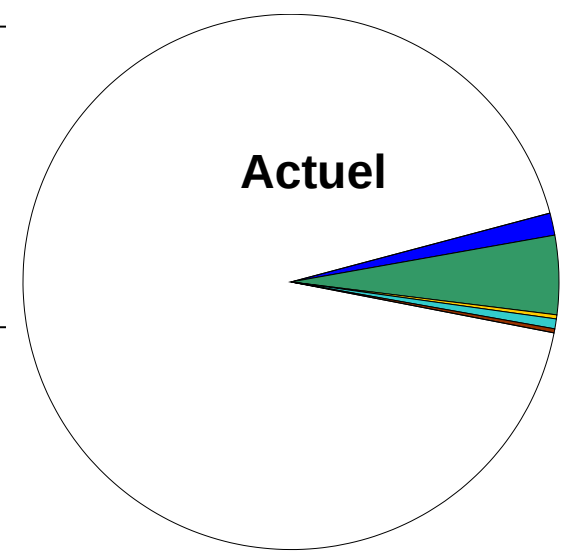
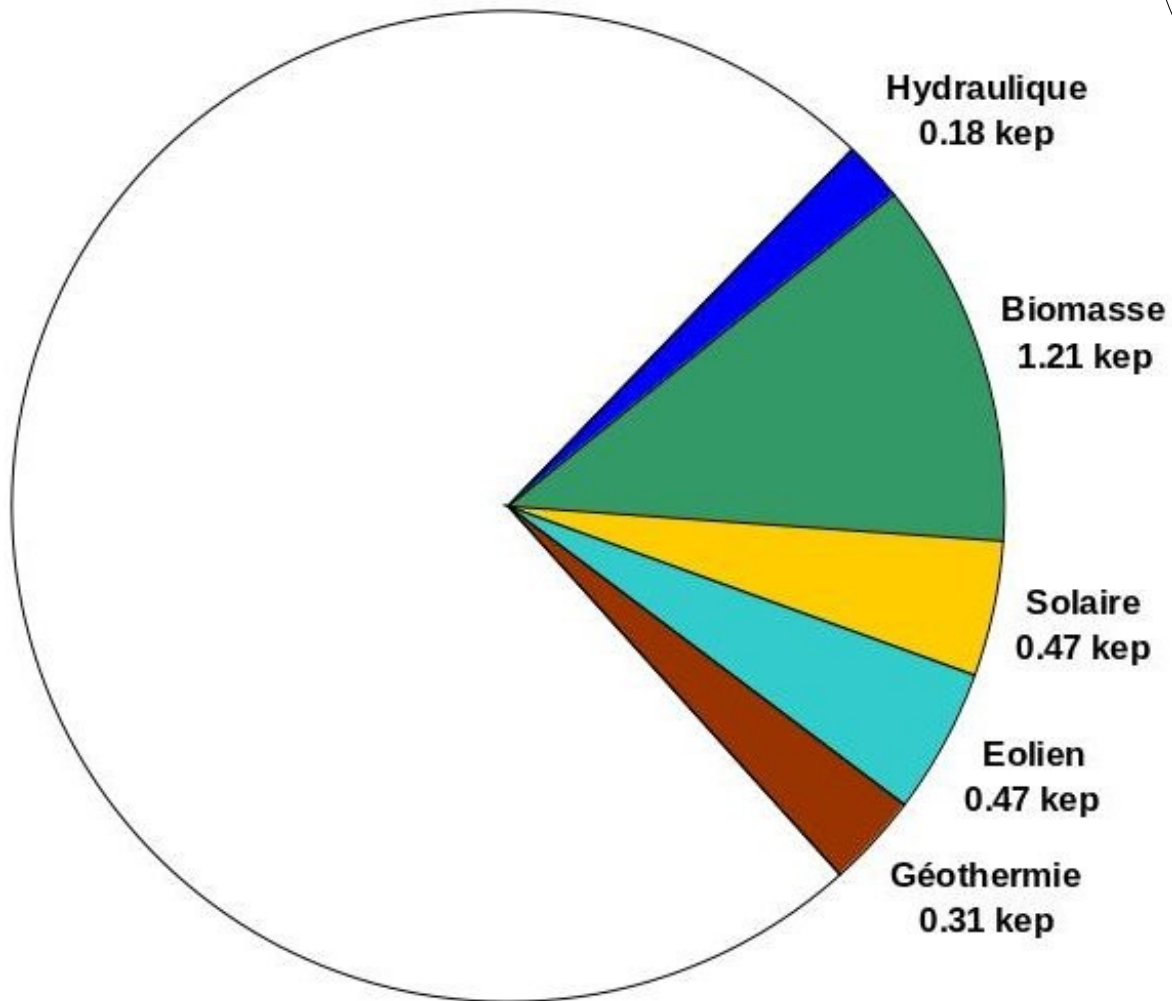
Géothermie

Europe actuel :
0,03 kep (ou 0,31 %)

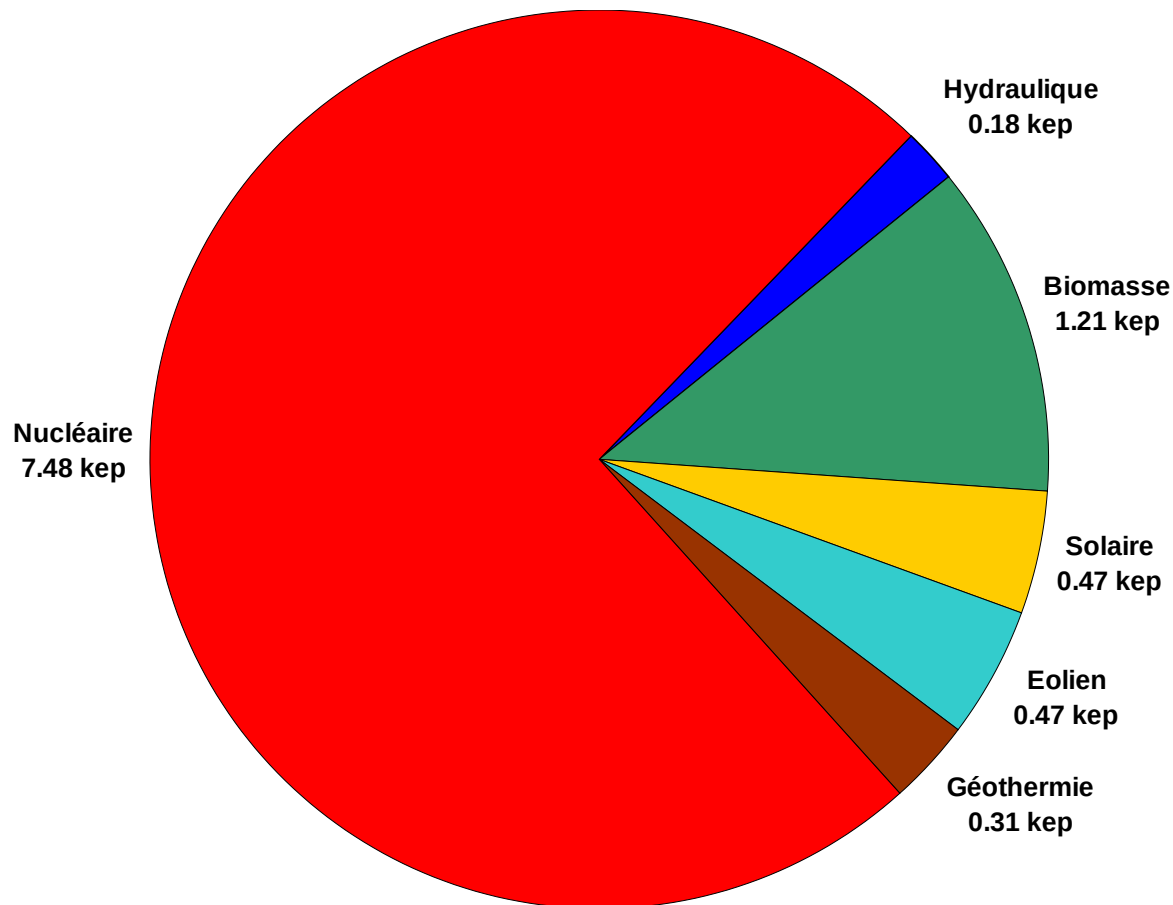
Décuplé
→ 0,31 kep



Renouvelables

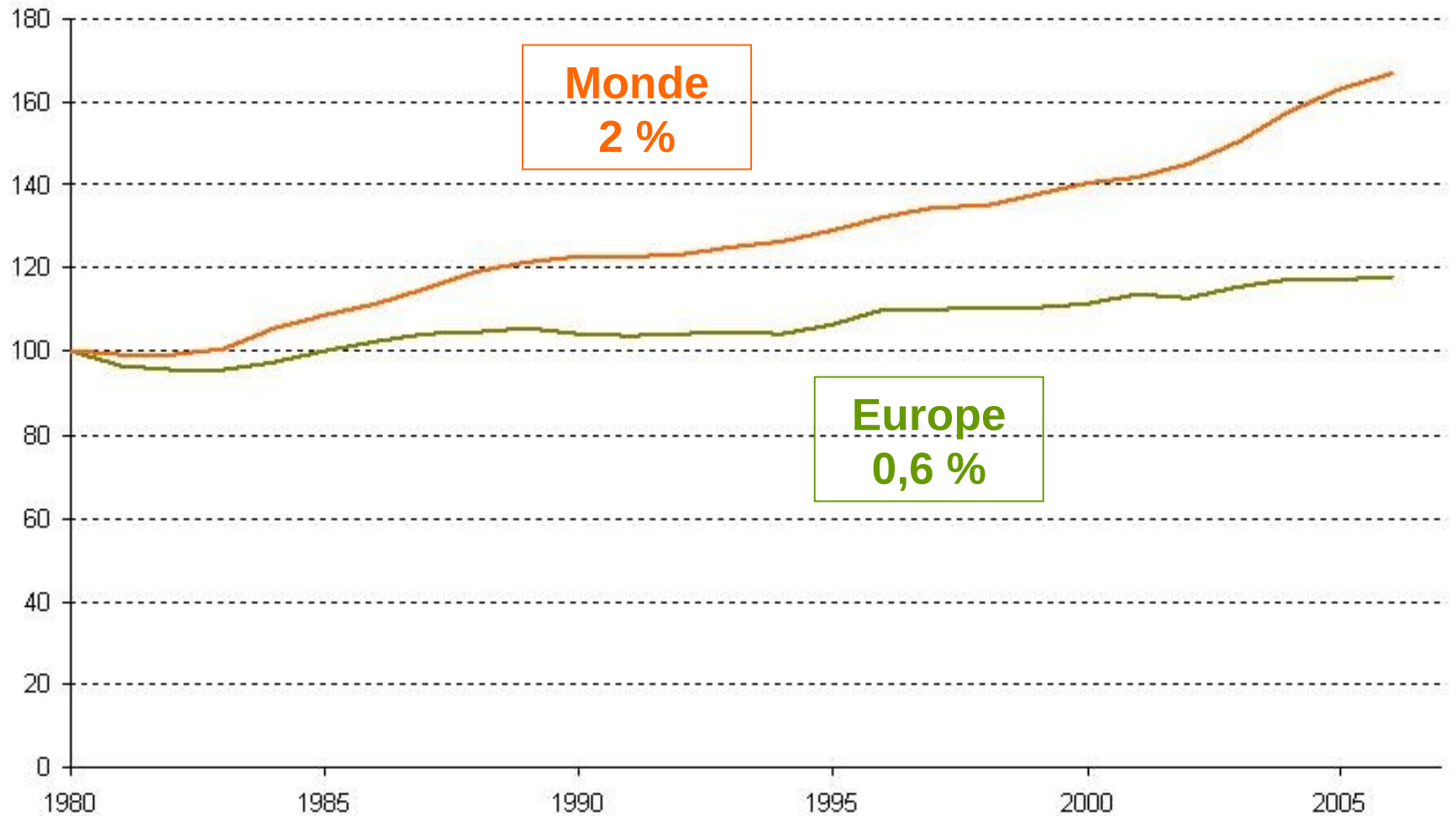


Avec nucléaire

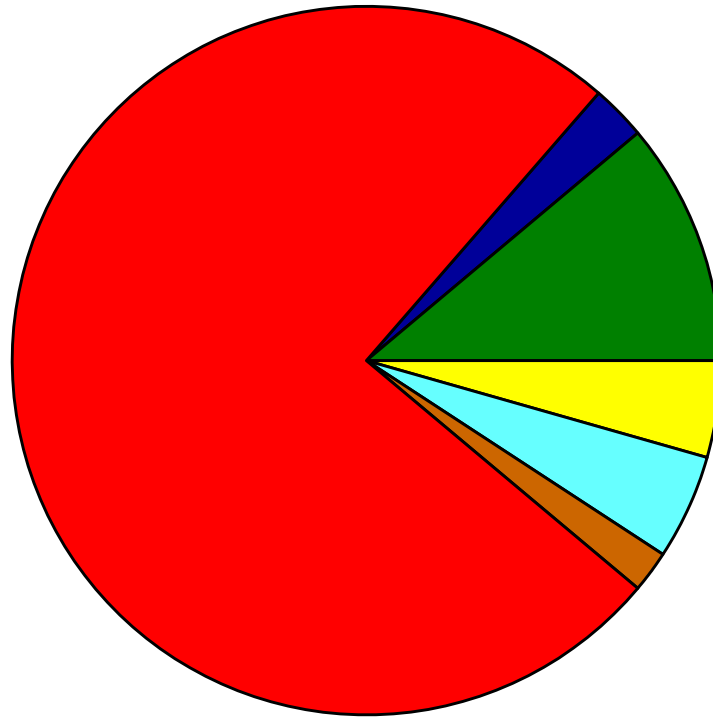


Une
centrale
nucléaire
(4 réacteurs
de 1GW)
par million
d'habitants !

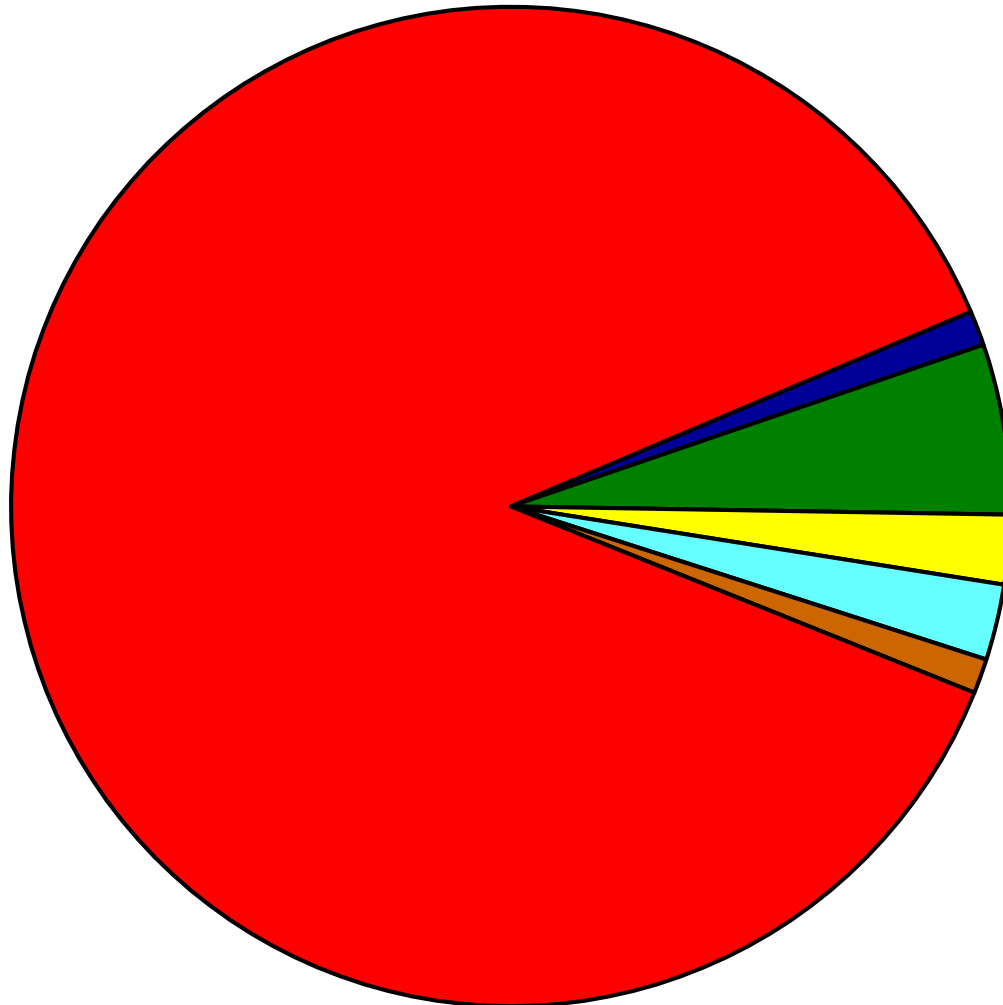
Croissance consommation énergie

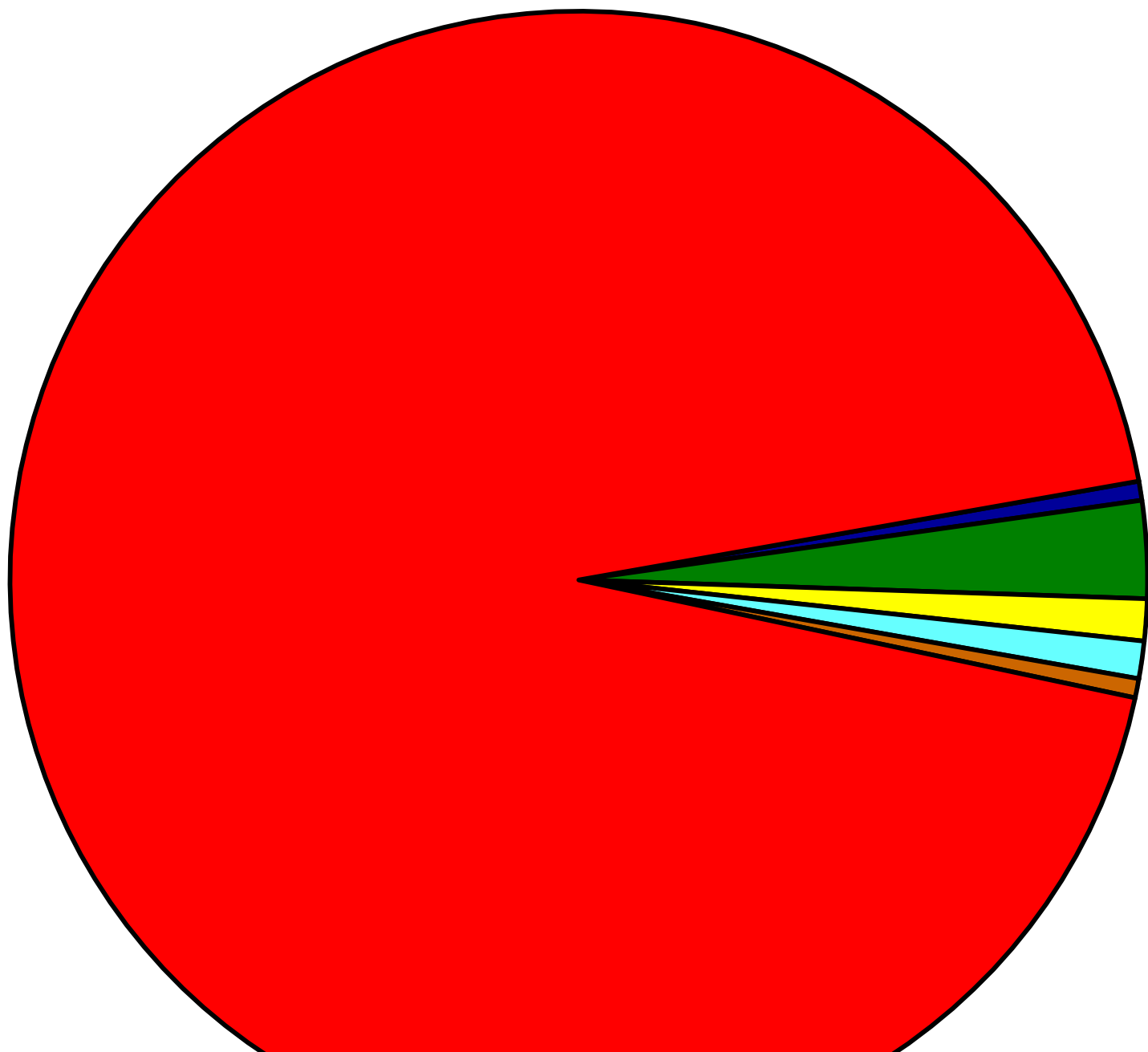


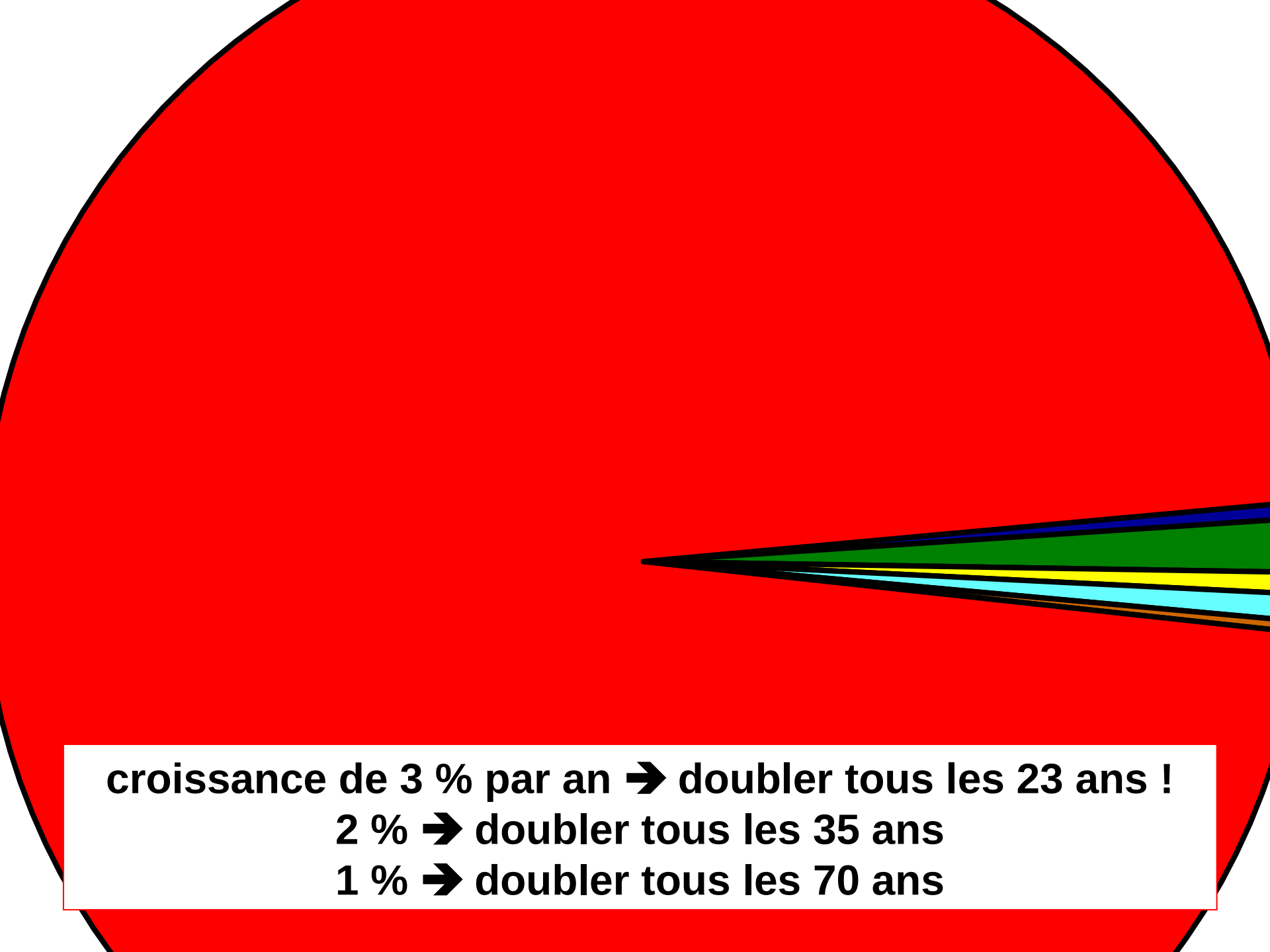
Croissance



Croissance





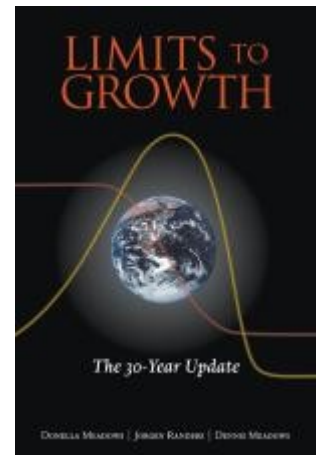


croissance de 3 % par an → doubler tous les 23 ans !
2 % → doubler tous les 35 ans
1 % → doubler tous les 70 ans

***"La croissance infinie dans
un monde fini est une
impossibilité physique."***

Les limites de la croissance

MIT – Club de Rome - 1972



Les énergies renouvelables permettront de poursuivre longtemps la croissance économique (production, consommation, revenus).

Les énergies nucléaires permettront de poursuivre longtemps la croissance économique.

Richesse & bien-être

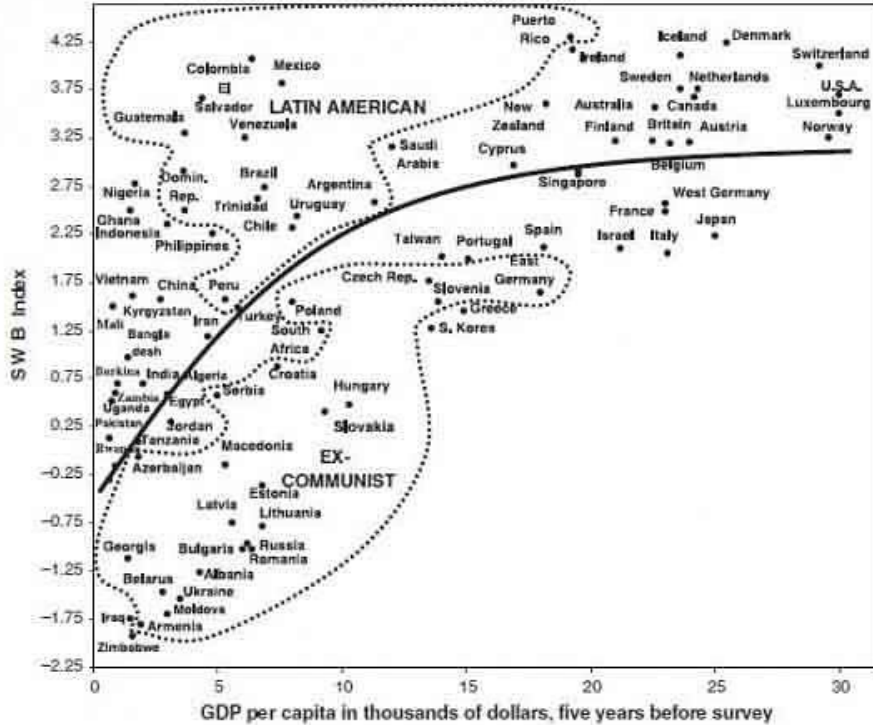
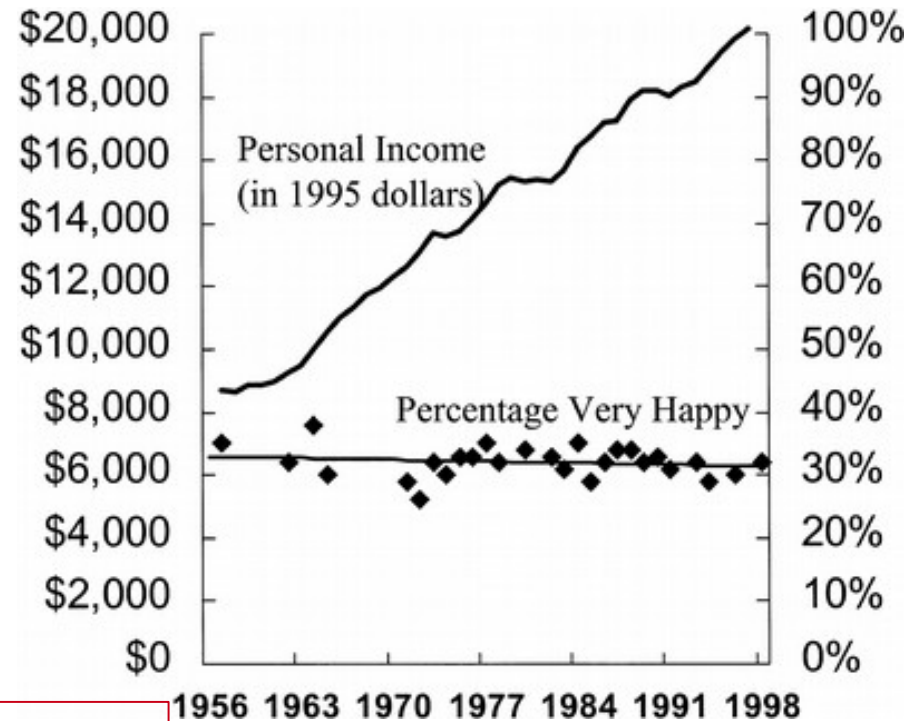


Fig. 2. Subjective well-being (SWB), per capita gross domestic product (GDP), and different types of societies. Well-being index is based on reported life satisfaction and happiness, using mean results from all available surveys conducted 1995–2007 (cubic curve plotted; $r = .62$). PPP = purchasing power parity estimates.

Source : Inglehart & al. (2008)

Psychologie positive

Économie du bonheur



Source : Myers (2000)

© ORMEE - Possoz 07/11/2012

Paradoxe d'Easterlin (1974)

"Does Economic Growth Improve the Human Lot ? Some Empirical Evidence."

Efficacité énergétique

paradoxde de Jevons, effet rebond...

Faire plus avec moins !

possible mais limité (par les lois de la physique)

Mais ... actuellement ...

**des appareils qui consomment moins
font globalement consommer plus !!!**

L'effet rebond est une conséquence
pratiquement automatique
dans une économie de marché libre
(« **main invisible** » de **Adam Smith**).

Pourquoi ? Exemple :
d'une meilleure chaudière

Effets microéconomiques

- un peu plus de chauffage
- remplacement des chaudières
- facture -> vacances plus loin

Effets macroéconomiques

- gaz moins cher
- plus d'automatisation
- augmentation du savoir
- nouvelles applications

Jevons paradox

W.S. JEVONS 1835 - 1882



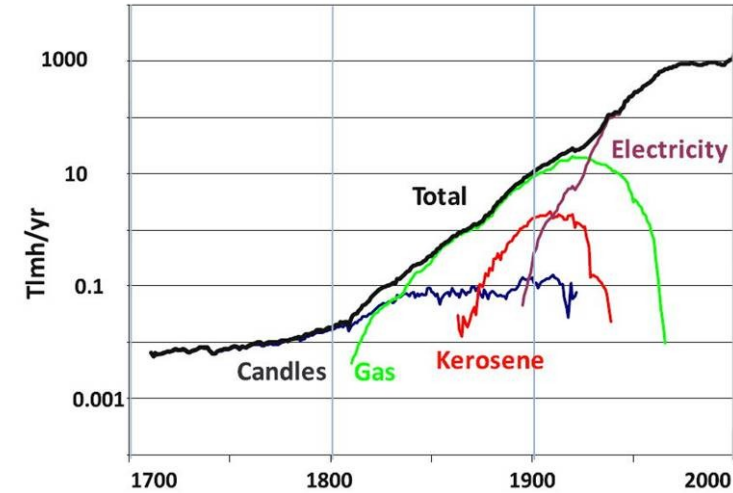
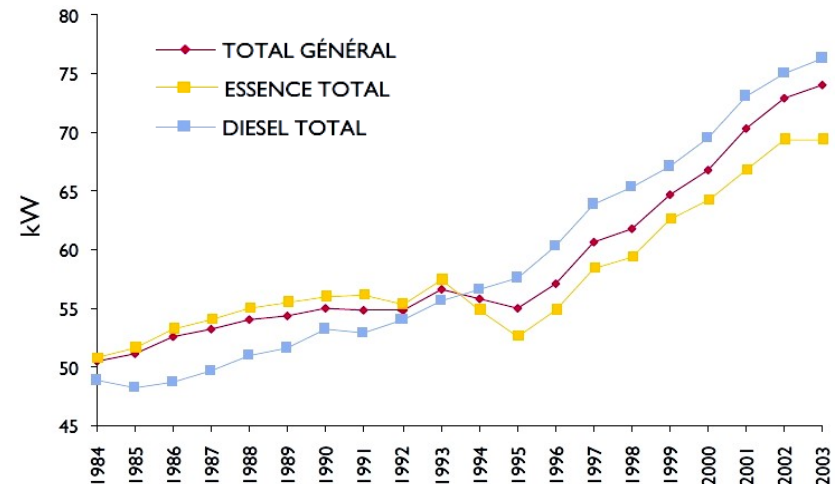
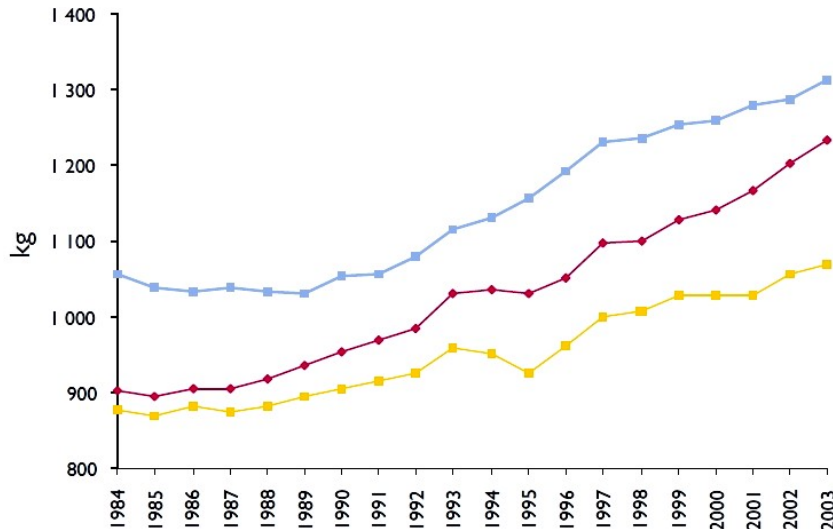
The coal question

Thomas Newcomen → James Watt

Tsao et al.

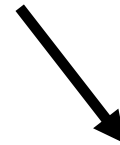
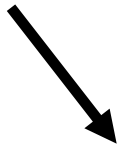
J.Phys D

éclairage ? 0,72% du PIB

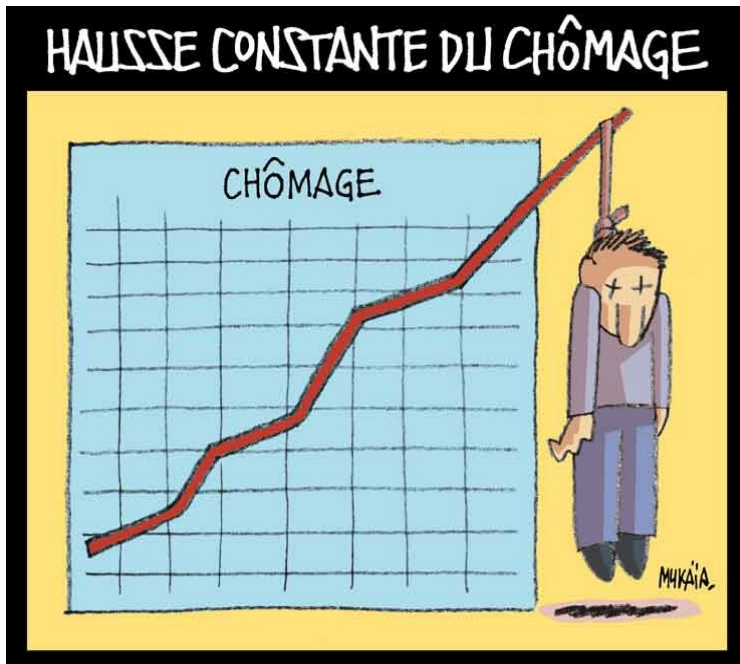


Répartition ?

Consommation = Production = Revenus



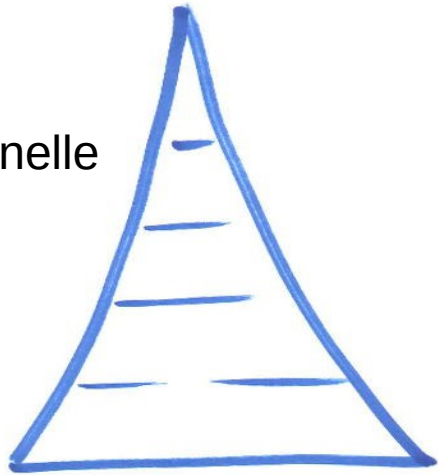
chômage !



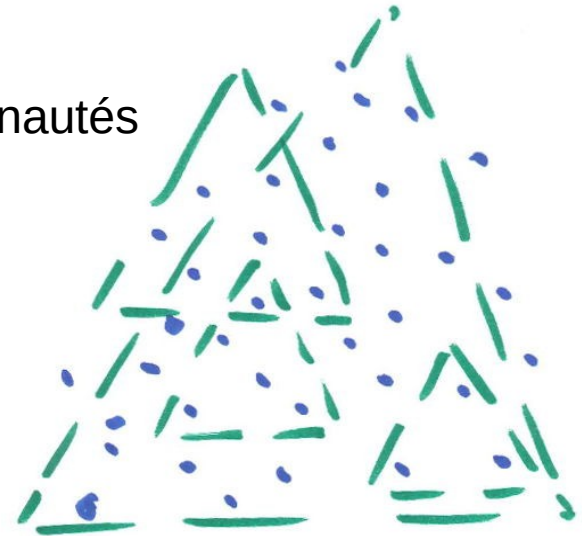
Source : Mykaya – La Télé Libre

L'économie libérale de marché (la main invisible de Adam Smith) est-elle une forme d'organisation de la société compatible avec une disponibilité stationnaire (voire décroissante) des ressources naturelles et de l'énergie en particulier ?

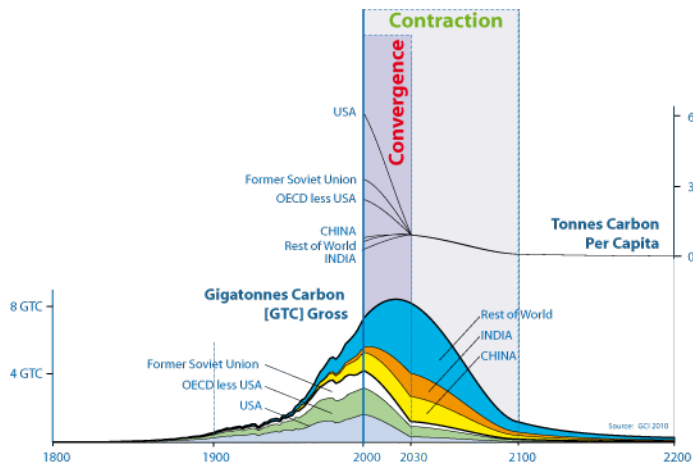
pyramide
institutionnelle



communautés



Communautés épistémiques : wikipedia



This example shows regionally negotiated rates of C&C.
It is for a 450ppmv Contraction Budget, with Convergence by 2030.



CASSE

Center for the Advancement of the
Steady State Economy

Changer l'entreprise

Alternatives Economiques n° 310 - février 2012

La " corporate governance " à l'anglo-saxonne a manifestement failli : l'entreprise est une affaire trop sérieuse pour être laissée à ses seuls actionnaires. L'économie sociale et solidaire propose une alternative intéressante et la cogestion à l'allemande montre que d'autres modèles fonctionnent mieux.

- [L'entreprise, trop importante pour être laissée aux actionnaires !](#)

La " corporate governance " a produit des effets désastreux. Il est temps de penser une nouvelle forme d'entreprise qui associe toutes les parties prenantes et tienne compte des conséquences sociales et écologiques de son activité.

- [" Remettre au centre la mission créatrice de l'entreprise "](#)

Depuis les années 1970, l'entreprise a été réduite à une machine à faire des profits. Alors qu'elle est d'abord une organisation collective de création de richesses. Il est temps de revenir à l'essentiel.

- [L'économie sociale et solidaire, un modèle ?](#)

L'économie sociale et solidaire est une alternative au capitalisme actionnarial. Elle n'en doit pas moins rénover ses pratiques et adopter un management plus participatif.

- [La cogestion allemande a fait ses preuves](#)

S'il est un aspect du modèle allemand dont la France gagnerait à s'inspirer, c'est bien celui de la gouvernance des entreprises. Les salariés y sont étroitement associés.

Alternatives Economiques n° 310 - février 2012

Lectures

Le principe de responsabilité, Hans Jonas, Flammarion 1987

Effondrement, Jared Diamond, Gallimard 2006

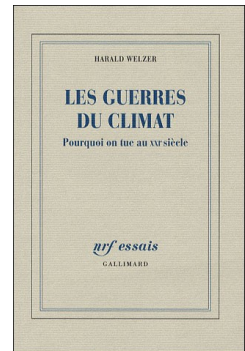
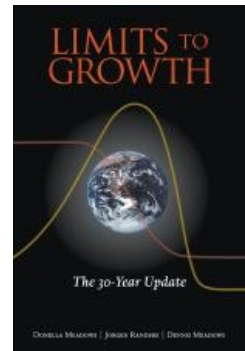
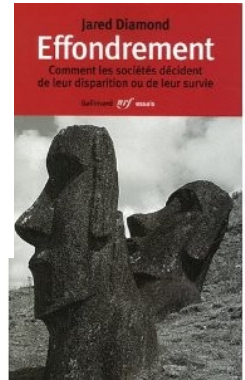
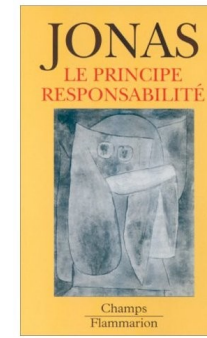
Énergies à volonté, Dossier Pour la Science n°69 - 9/2010

Limits to Growth. The 30-Year Update, Meadows et al. 2004

Prospérité sans croissance, Tim Jackson, Etopia-De Boek 2010

Les Guerres du climat, Harald Welzer, Gallimard 2009

Une écologie du bonheur, Éric Lambin, Le Pommier 2009



Lectures

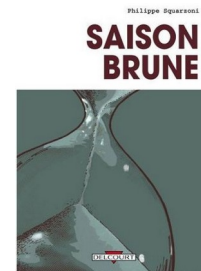
Quel futur pour les métaux ?, Philippe Bihouix et Benoît de Guillebon, **EDP Sciences** 2010



Changer le Monde – Tout un programme !, Jean-Marc Jancovici, **calmann-lévy** 2011



Saison brune, Philippe Squarzoni, **Delcourt** 2012



Planetary Boundaries, Johan Rockström et al., **Nature** 2009



Merci

"On peut aussi bâtir quelque chose de beau avec les pierres qui entravent le chemin."

[Goethe]

"Rien n'est trop difficile pour la jeunesse."

[Socrate]

<http://www.quelfutur.org>