

# L'empreinte écologique

**Natacha GONDRAN**

*Maître Assistante*

**Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne -**

**natacha.gondran@emse.fr**

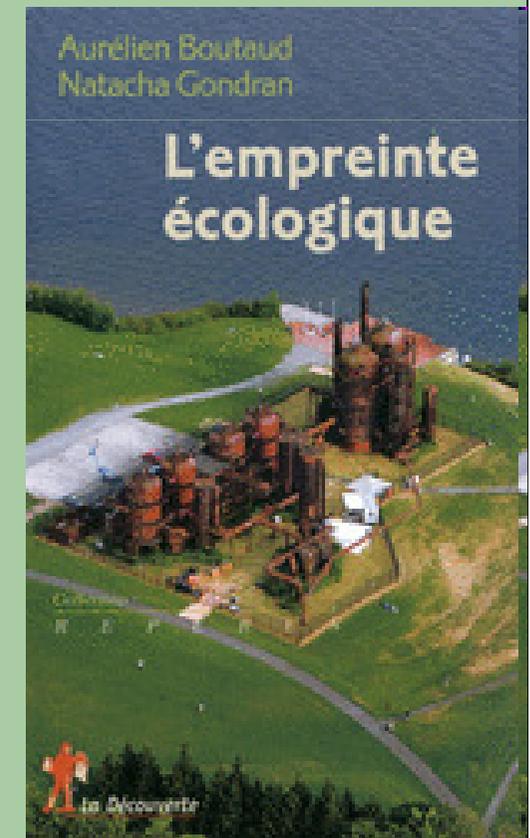
**et**

**Aurélien BOUTAUD**

*Conseiller et chercheur indépendant en sciences de la Terre et de l'environnement*

**353 ch de la fruitière, 74290 Talloires – [boutaud@terr-e-itoires.org](mailto:boutaud@terr-e-itoires.org)**

**27 mars 2013**



# Sommaire

## L'empreinte écologique : un indice de durabilité écologique

1. La durabilité : quelles approches ?
2. Mesurer la durabilité (et l'utilisation du capital naturel) ?  
Les hypothèses de l'empreinte écologique
3. Quelques résultats de l'empreinte écologique

## Introduction

Qu'est-ce qu'un indicateur ?



*Ceci n'est pas une pipe.*

Une **représentation** de la réalité... donc une construction !

Problématique : représenter un concept, la **durabilité**

## 1. Durabilité ?

2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

# Depuis Rio, il existe deux grands éléments de consensus autour de la durabilité...

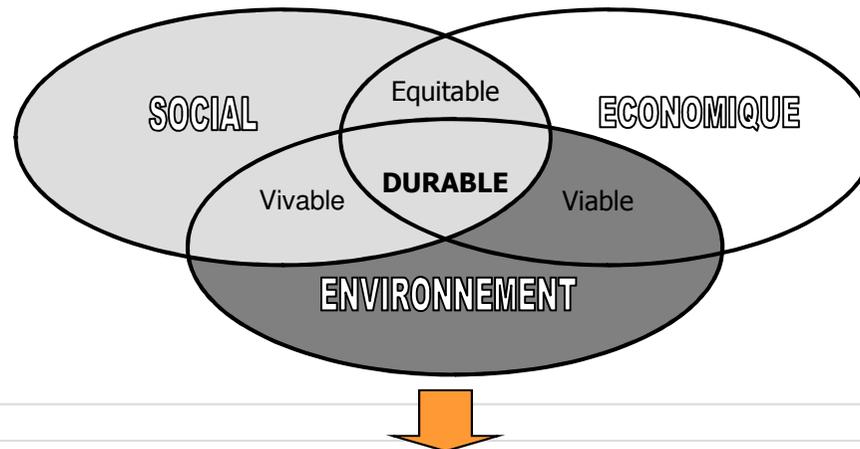
## 1) Principe de solidarité intergénérationnelle :

*La **durabilité** consiste à léguer aux générations futures de quoi répondre à leurs besoins*

[Rapport Brundtland : WCED (1987) *Our common future*]

## 2) Principe de transversalité :

*Le **développement durable** cherche à concilier exigences de développement (économique, social) et de durabilité (environnementale)*



Un consensus qui cache en fait de **fortes divergences...**

# 1. Durabilité ?

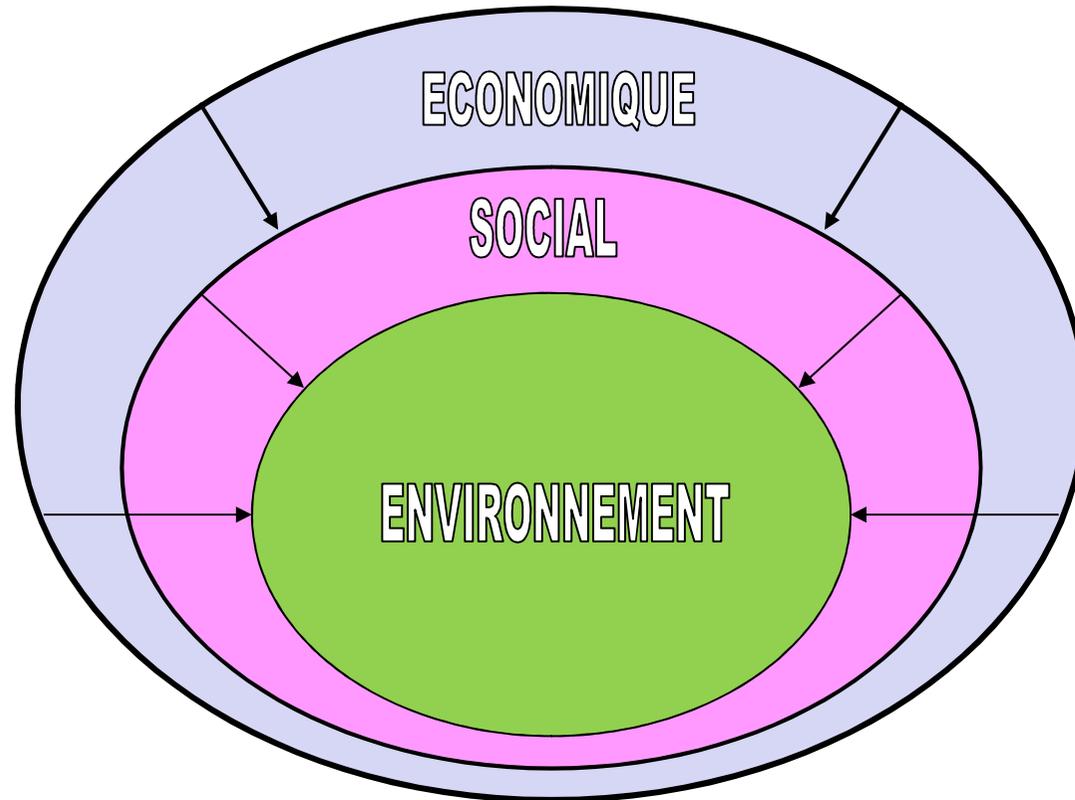
- 2. Hypothèses
- 3. Résultats
- 4. Conclusion

## Assurer la centralité de l'économie : la théorie de la **durabilité faible**

“An obligation to conduct ourselves so that we leave the future the option or the capacity to be **as well off as** we are.”  
R. Solow (1991)

J. Hartwick rule (1977) :  
amount of investment in **produced capital** (buildings, roads, knowledge stocks, etc.) that is needed to exactly offset **declining stocks of non-renewable resources to sustain consumption**

→ "développement"



Substituabilité  
du capital naturel:

Il faut léguer la même somme de capital « total » aux générations futures. Le **capital naturel** n'est qu'une forme de capital parmi d'autres, qu'on peut **substituer** par d'autres formes de capitaux (technologiques, financiers, etc.)

# 1. Durabilité ?

- 2. Hypothèses
- 3. Résultats
- 4. Conclusion

## Défendre les intérêts de l'environnement : la théorie de la durabilité forte

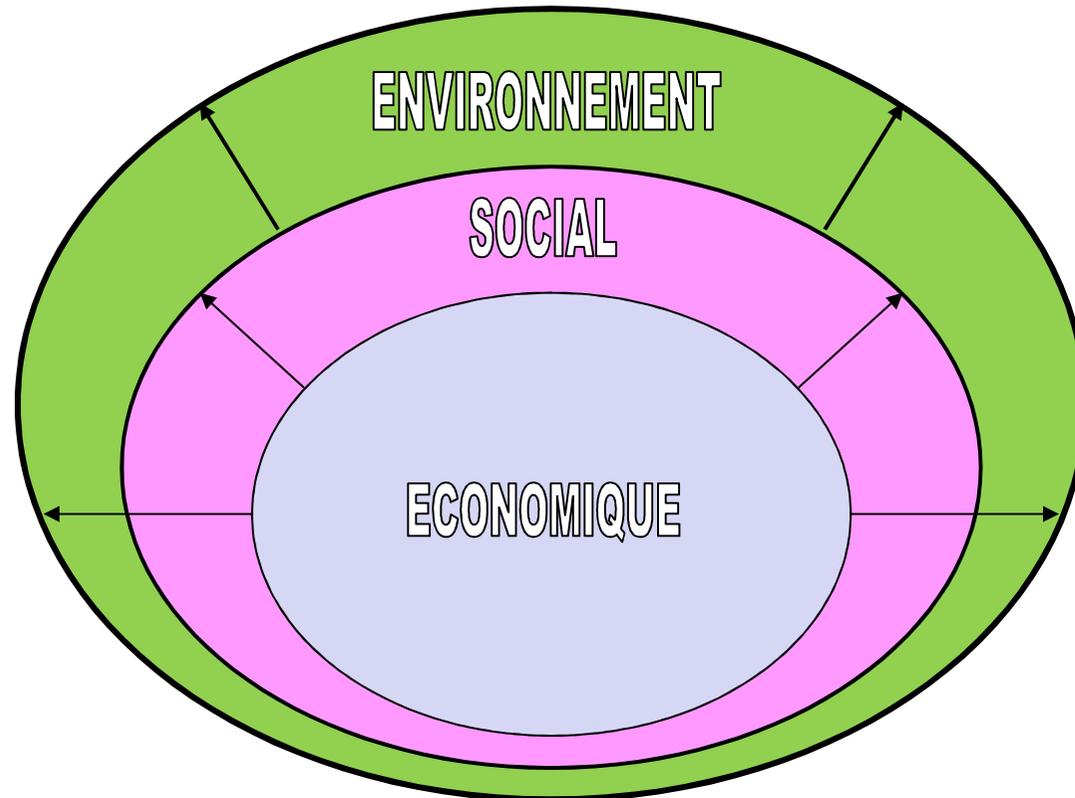
*"The capacity of the ecosystem to sustain those flows is not to be run down. Natural capital is to be kept intact. The future will be at least as well off as the present in terms of its access to biophysical resources and services supplied by the ecosystem."*

H. Daly (2002)

→ "développement"

Capital naturel non substituable:

Le **capital naturel** est constitué d'éléments vitaux pour le maintien des grands équilibres écologiques : il **ne peut être remplacé**. Ces grands équilibres doivent être préservés dans leur intégralité pour assurer la vie des générations futures.



# 1. Durabilité ?

- 2. Hypothèses
- 3. Résultats
- 4. Conclusion



# ...donc, plusieurs acceptions de la durabilité coexistent

Que lègue-t-on aux générations futures ?

Quelle dimension du dd doit être prioritaire ?

<p><b>Durabilité faible</b></p> <p><b>Argument :</b> « le <u>capital naturel</u> est <b>substituable</b>, sa dégradation peut être compensée par la création de capital artificiel (technologie, géo-ingénierie) »</p> <p><b>Priorité :</b> économique - technique (croissance)</p> <p><b>Solutions :</b> technoscientifiques (productivisme)</p> <p><b>Type d'acteurs :</b> entreprises, économistes (néoclassiques), industries</p>	<p><b>Approche consensuelle (« sensible »)</b></p> <p><b>Argument :</b> « les différentes formes de capitaux (économie-social-environnement) sont pour partie seulement substituables »</p> <p><b>Priorité :</b> pas de priorité (équilibre)</p> <p><b>Solutions :</b> intermédiaires, «bricolage»</p> <p><b>Type d'acteurs :</b> acteurs publics, parapublics, collectivités</p>	<p><b>Durabilité forte</b></p> <p><b>Argument :</b> « le <u>capital naturel</u> n'est <b>pas substituable</b>, il doit être légué aux générations futures. Le développement doit s'adapter aux limites des écosystèmes »</p> <p><b>Priorité :</b> écologique (décroissance)</p> <p><b>Solutions :</b> changements radicaux (anti-productivisme)</p> <p><b>Type d'acteurs :</b> écologistes, associations de protection de l'environnement,</p>

**Le contentieux porte sur le capital naturel...  
Mais au fait, comment le définir et le mesurer ?**

1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

# La durabilité écologique : l'économie dépend de la biosphère...

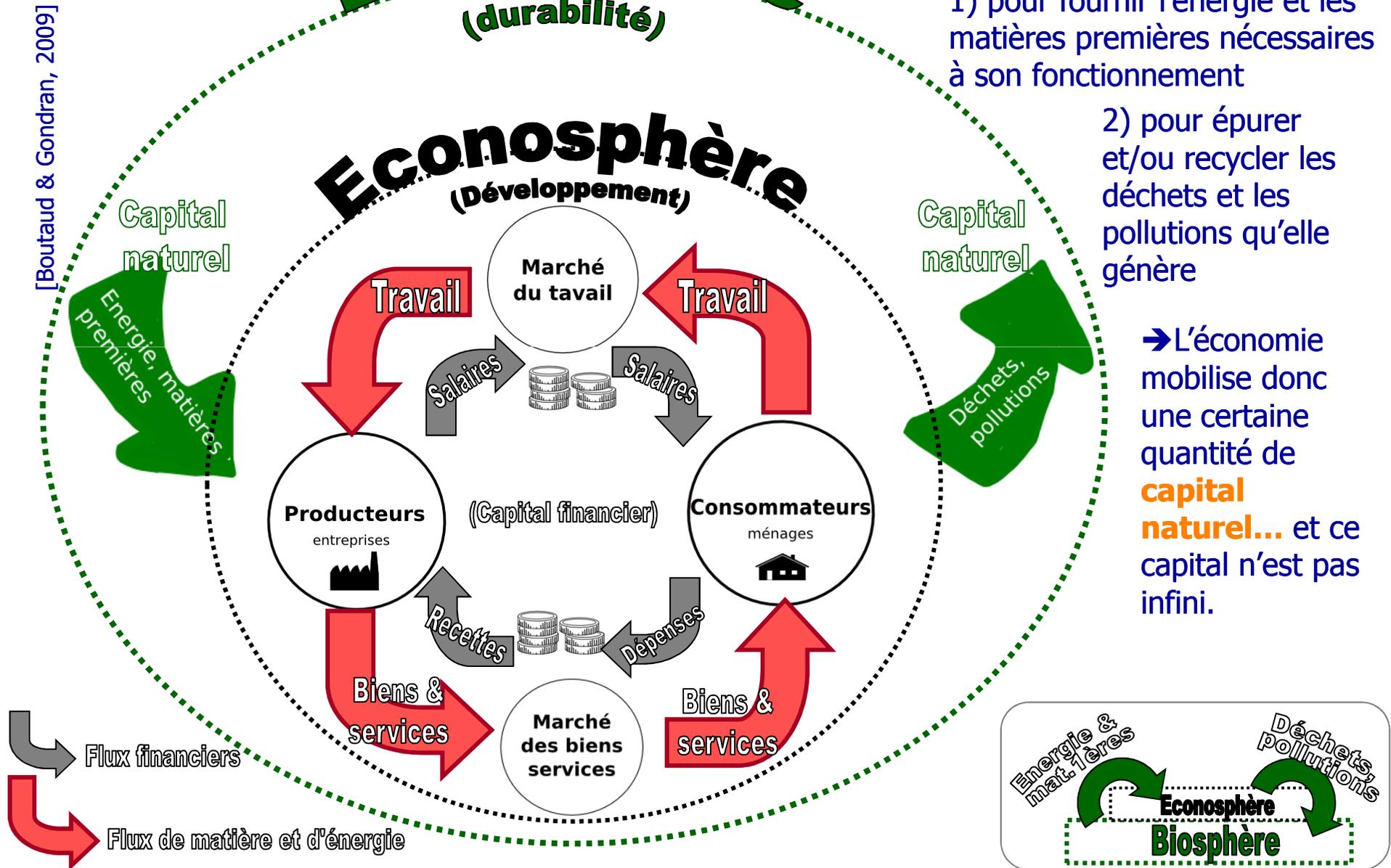
## Biosphère (durabilité)

## Econosphère (Développement)

1) pour fournir l'énergie et les matières premières nécessaires à son fonctionnement

2) pour épurer et/ou recycler les déchets et les pollutions qu'elle génère

→ L'économie mobilise donc une certaine quantité de **capital naturel**... et ce capital n'est pas infini.



[Boutaud & Gondran, 2009]

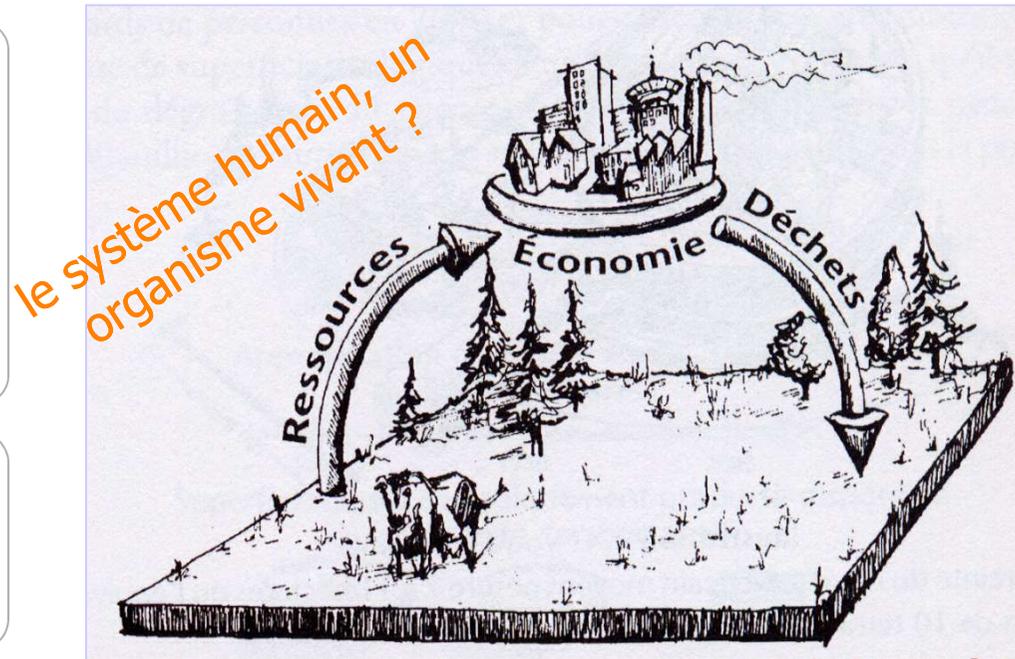
1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

# L'empreinte écologique : un outil pour mesurer la durabilité écologique

**Hypothèses** : pour préserver le capital naturel, il faut :

- Ne pas consommer davantage de ressources renouvelables que l'écosystème peut en fournir durablement (amont du cycle économique) → notion de « **renouvelabilité** »

- ne pas produire plus de pollution que l'écosystème est susceptible d'en assimiler (aval du cycle) → notion de « **capacité de charge** »



[Wackernagel & Rees, 1999]

Sur la planète, les surfaces capables de rendre ces services biologiques (ressources renouvelables + assimilation des déchets) sont qualifiées de «**surfaces bioproductives**»

→ Quantifier l'utilisation de capital naturel en estimant et comparant :

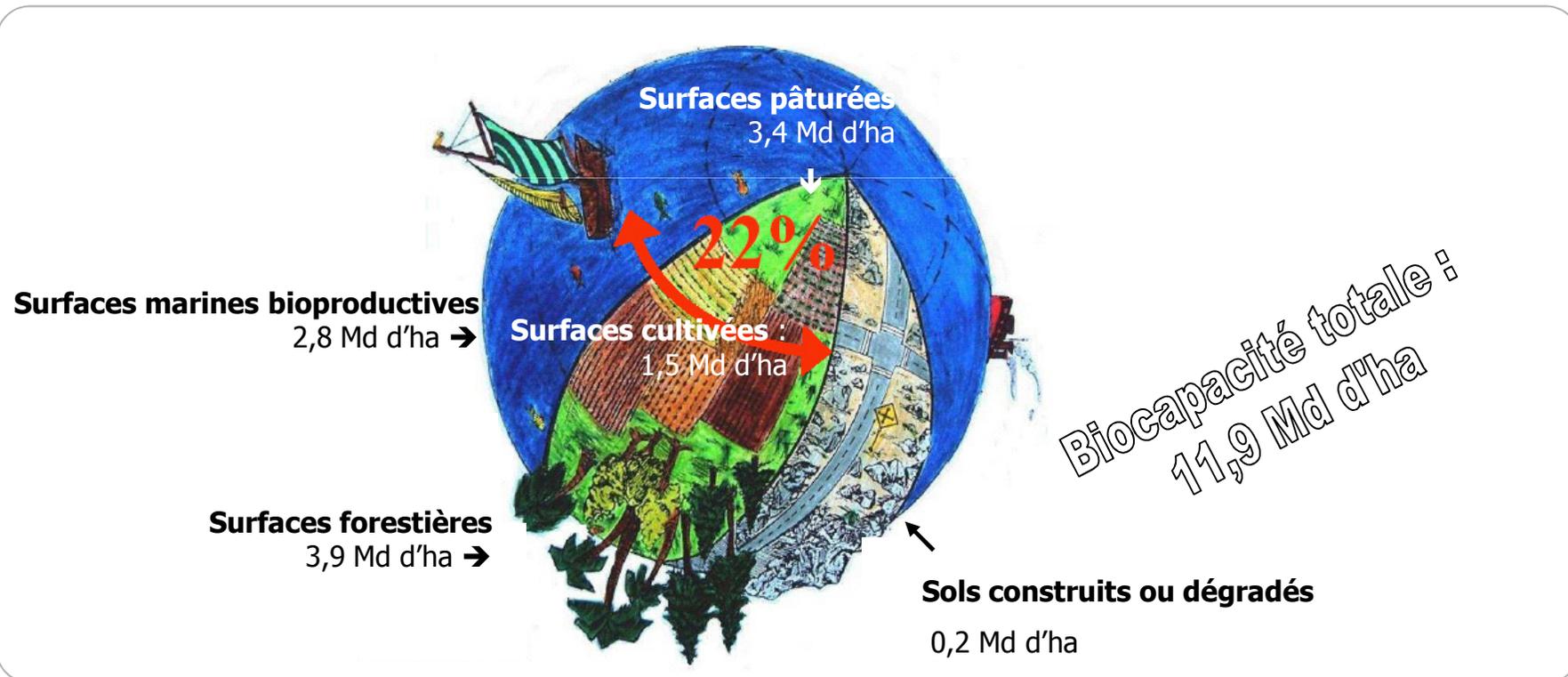
1. la quantité de surfaces bioproductives **disponible** (=offre)
2. la quantité de surfaces bioproductives **nécessaire** pour satisfaire de manière pérenne les besoins de l'économie humaine (= demande)

1. Biocapacité  
2. Empreinte écologique

1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

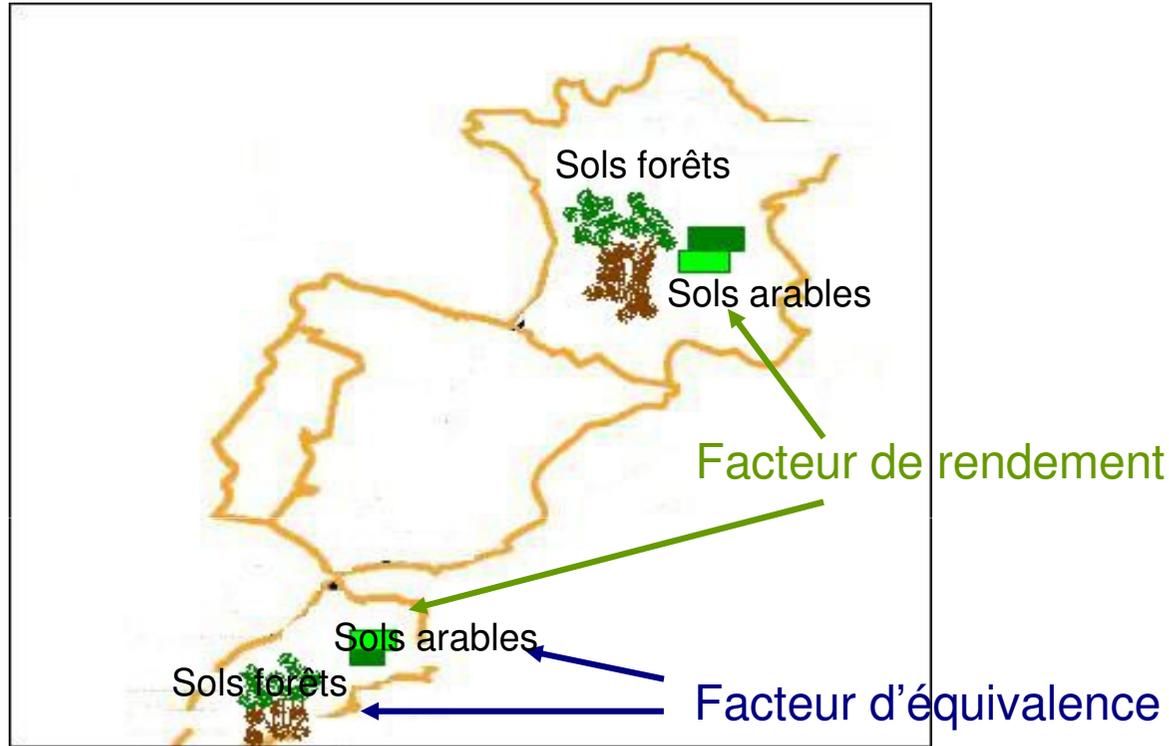
# 1) La biocapacité mondiale : 13,6 Md d'ha

→ Champ d'étude : Comparer l'offre et la demande sur la partie régénérative et biologique de l'écosystème.

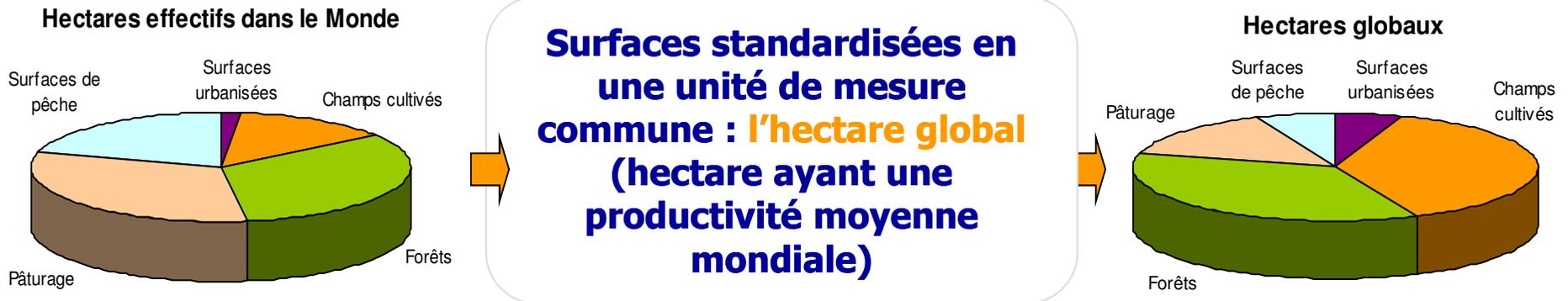


1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

## Une unité de mesure : les hectares globaux



[Elbouzaoui, 2008]



1. Durabilité ?

## 2. Hypothèses

3. Résultats

4. Conclusion

## 2) L'empreinte écologique : Principes

*"L'empreinte écologique est un outil comptable qui permet d'évaluer la **consommation nette** des ressources et les besoins d'**absorption** des déchets d'une population humaine (...) en terme de la superficie correspondante minimale de sol productif" [Wackernagel & Rees, 1999]*



[Wackernagel & Rees, 1999]

exprimée en **hectare global** par habitant

1. Durabilité ?

## 2. Hypothèses

3. Résultats

4. Conclusion

Surface de forêt qui serait nécessaire pour absorber les émissions de CO<sub>2</sub> qui ne sont pas absorbées par les océans

Surfaces (pâturages, nécessaires pour produire les produits animaux consommés

Surface de forêt nécessaire pour produire les biens consommés en bois / papier / carton

Surfaces (pâturages, champs cultivés, pêcheries) nécessaires pour produire les biens agricoles consommés

Surface artificialisée (bâtiments, infrastructures de transports, etc.)

CARBON

GRAZING

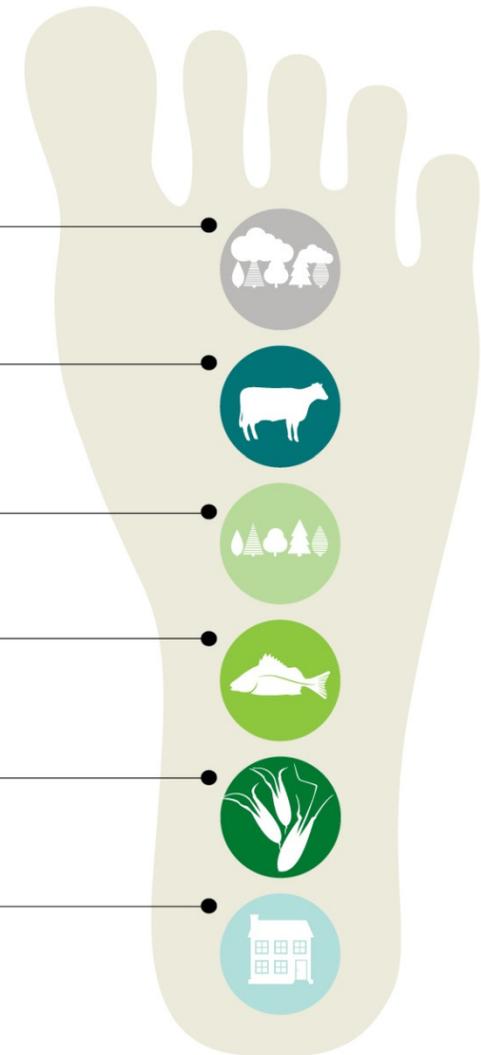
FOREST

FISHING

CROPLAND

BUILT-UP LAND

## 2) L'empreinte écologique : Principes



[Polard D., 2010]

exprimée en **hectare global** par habitant

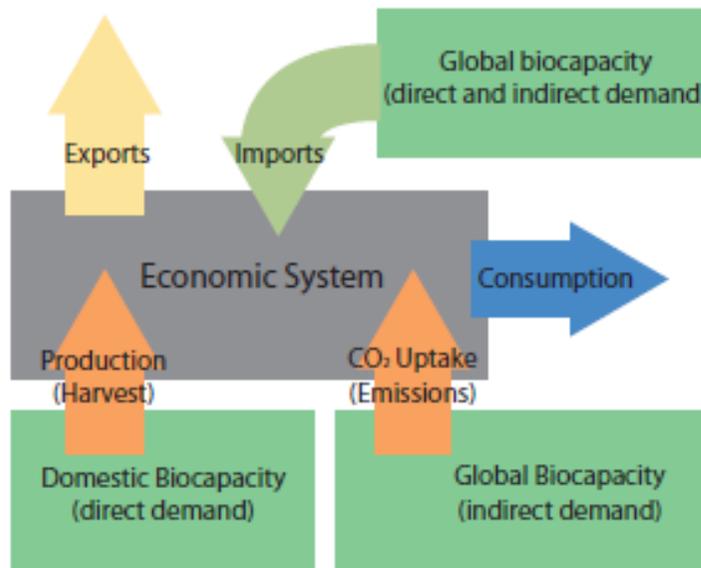
1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

## 2) L'empreinte écologique : Principes de calcul

Un indicateur qui porte sur les **consommations** d'une population donnée et non sur sa production

$$\begin{array}{l}
 \text{Empreinte} \\
 \text{écologique} \\
 \text{(hag / an)}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{Empreinte} \\
 \text{écologique} \\
 \text{de la} \\
 \text{Production} \\
 \text{(hag / an)}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{l}
 \text{Empreinte écologique} \\
 \text{des importations} \\
 \text{(hag / an)}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 \text{Empreinte écologique} \\
 \text{des exportations} \\
 \text{(hag / an)}
 \end{array}$$

$$EF_C = EF_P + EF_I - EF_E$$



1. Durabilité ?
- 2. Hypothèses**
3. Résultats
4. Conclusion

## 2) L'empreinte écologique : Principes de calcul

Quels principes de calcul pour l'empreinte écologique des **ressources agricoles** (sols cultivables et pâturages), **marines et forestières** ?

$$\text{Empreinte ressources} = \frac{\text{Consommation (t/an)}}{\text{Rendement national (t/ha/an)}} \times \text{Facteur de récolte} \times \text{Facteur d'équivalence (hag/an)}$$

[Ewing, 2008]

Sources des données utilisées : FAOSTAT et FISHSTAS

1. Durabilité ?
- 2. Hypothèses**
3. Résultats
4. Conclusion

## 2) L'empreinte écologique : principes

Quels principes de calcul pour l'empreinte écologique des **sols construits** ?

$$\text{Empreinte écologique} = \text{Surfaces articialisées (ha)} \times \text{Facteur de récolte} \times \text{Facteur d'équivalence (hag/an)}$$

Sources des données utilisées : FAO, IIASA Global Agro-Ecological Zone et CORINE Land Cover

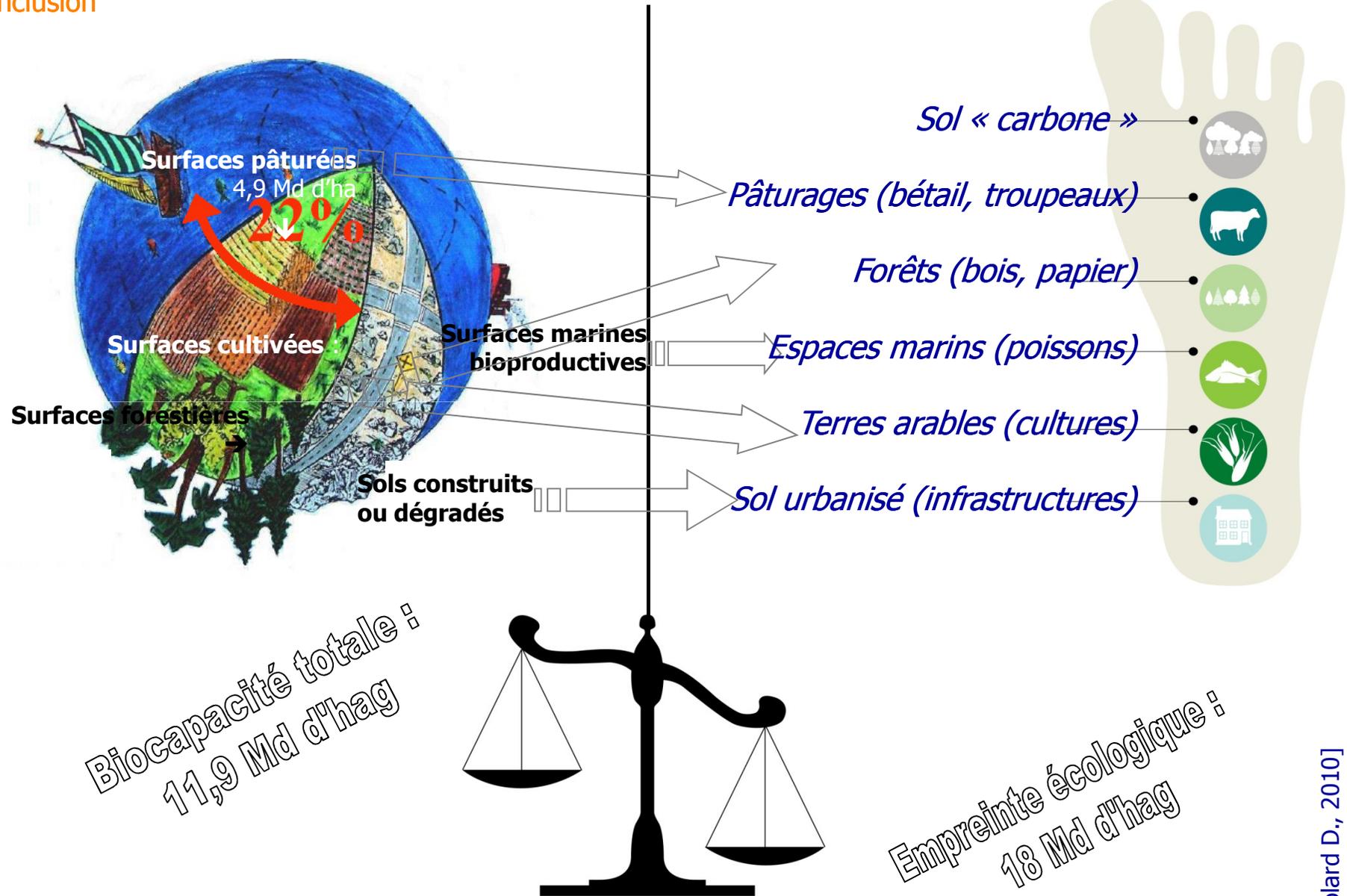
Quels principes de calcul pour l'empreinte écologique des **sols carbone** ?

$$\text{Empreinte écologique} = \text{Emissions de CO}_2 \text{ (tCeq)} \times \frac{\left(1 - \text{Part d'absorption par les océans}\right)}{\text{taux d'absorption de carbone (tCeq / ha / an)}} \times \text{Facteur d'équivalence (hag/an)}$$

Sources : IEA. En 2005 (Hails, 2008), Part d'absorption des océans = 26 %  
Et taux d'absorption de carbone = 1tC<sub>eq</sub> / ha

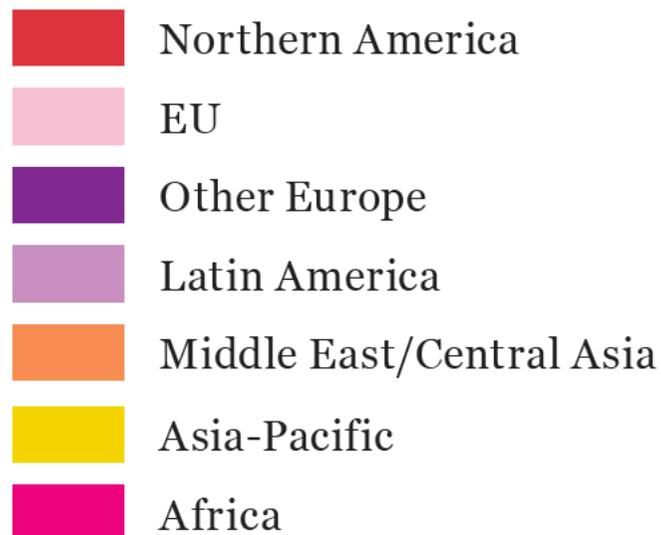
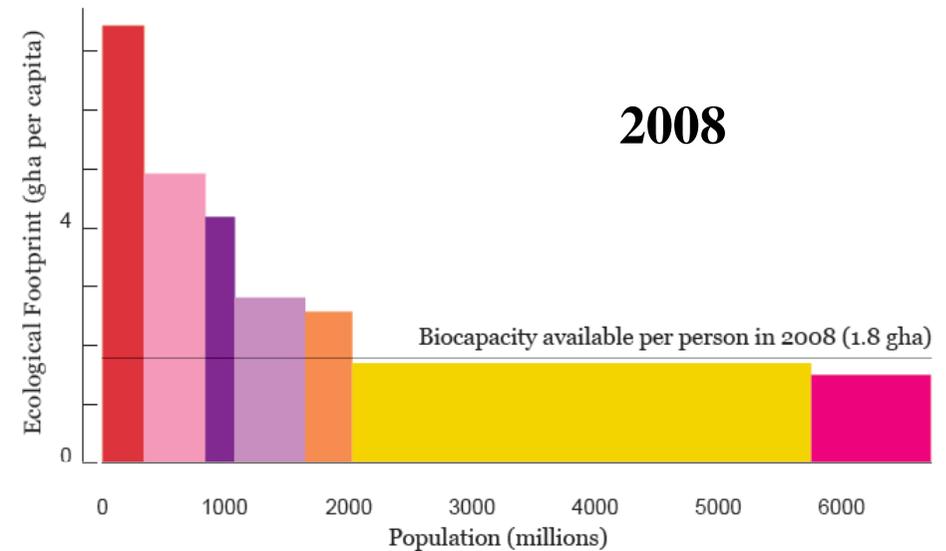
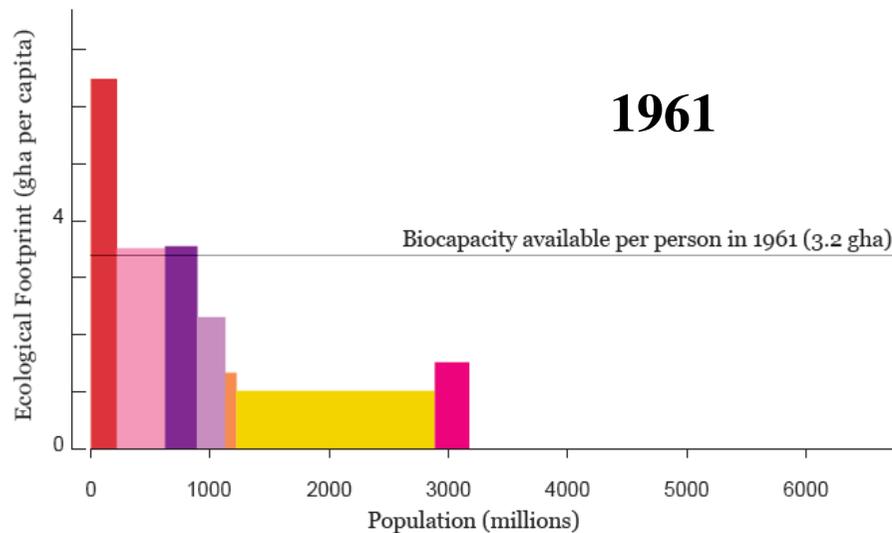
1. Durabilité ?
2. Hypothèses
- 3. Résultats**
4. Conclusion

# Biocapacité & empreinte mondiales en 2005



1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

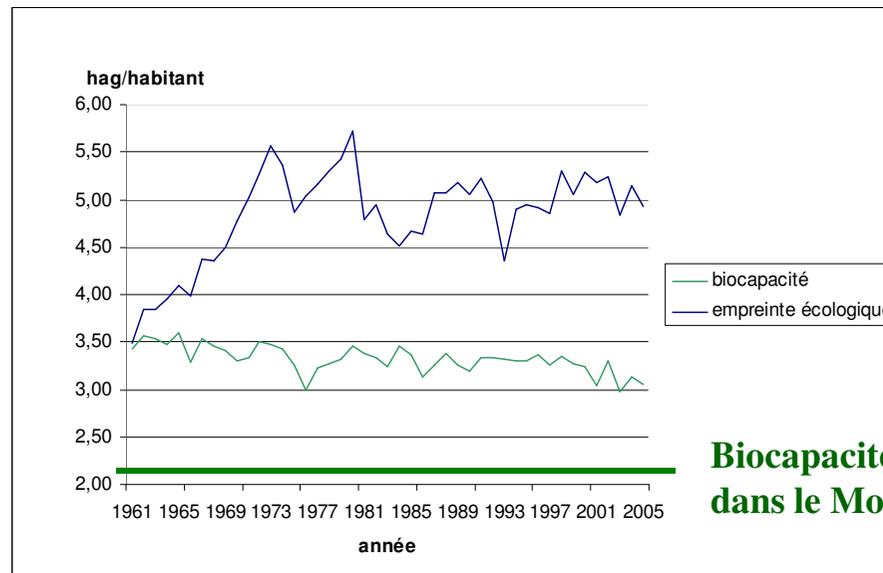
## Résultats des calculs nationaux d'empreinte écologique par grandes régions du monde (2007)



1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. Conclusion

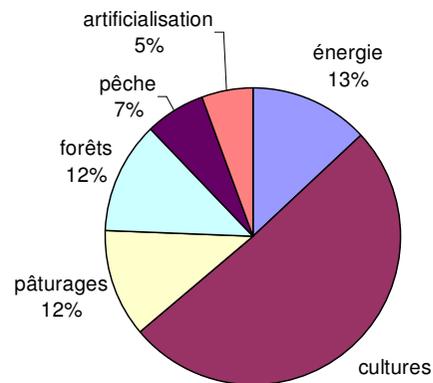
# Résultats des calculs nationaux d'empreinte écologique En ce qui concerne la France ...

*Evolution de l'empreinte écologique et de la biocapacité de la France entre 1961 et 2005*

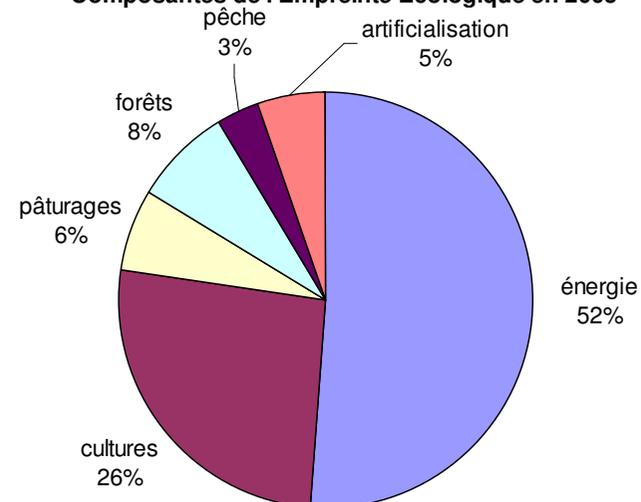


**Biocapacité disponible par habitant  
dans le Monde, en 2005**

**Composantes de l'Empreinte Ecologique en 1961**

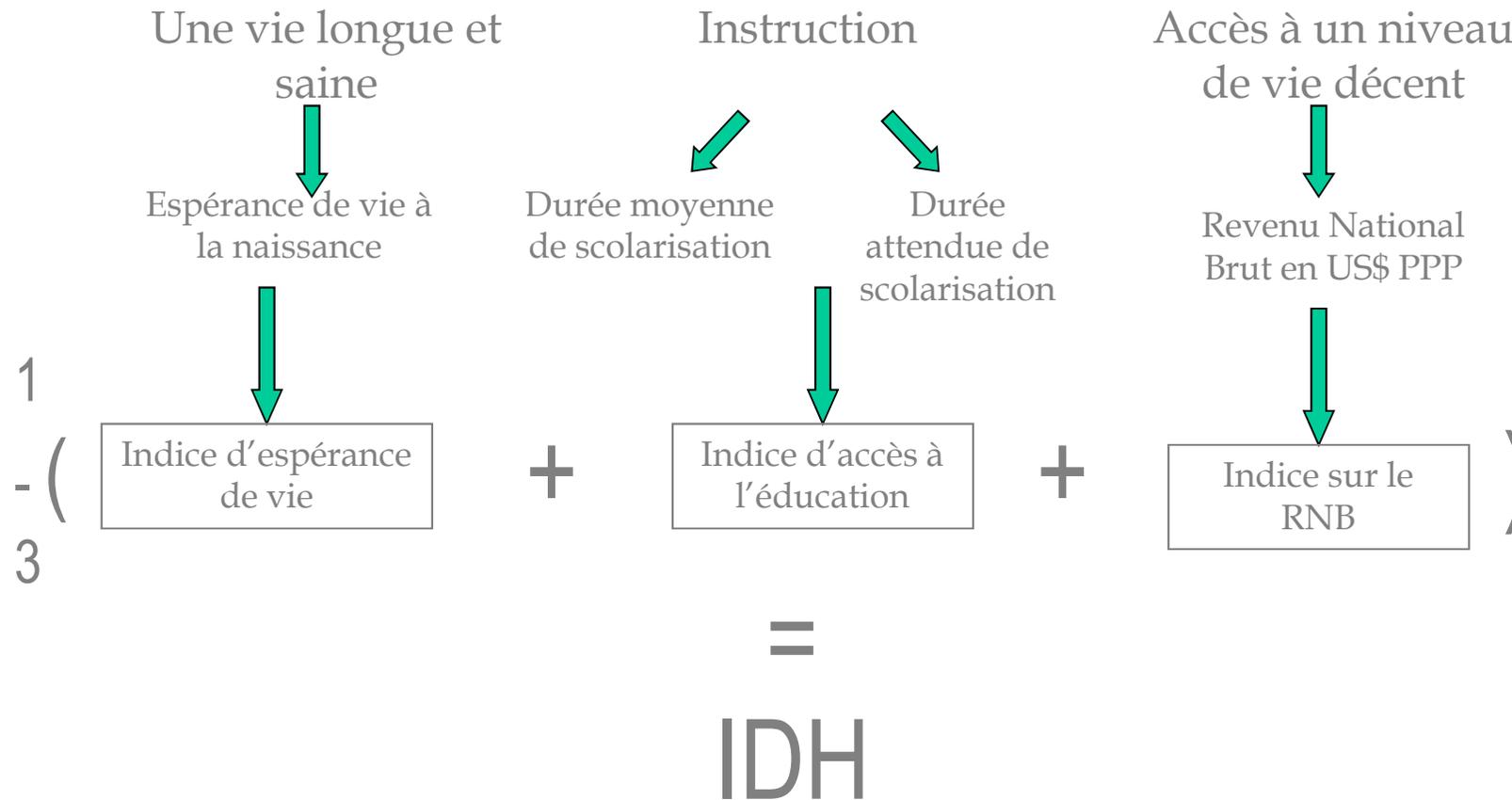


**Composantes de l'Empreinte Ecologique en 2005**



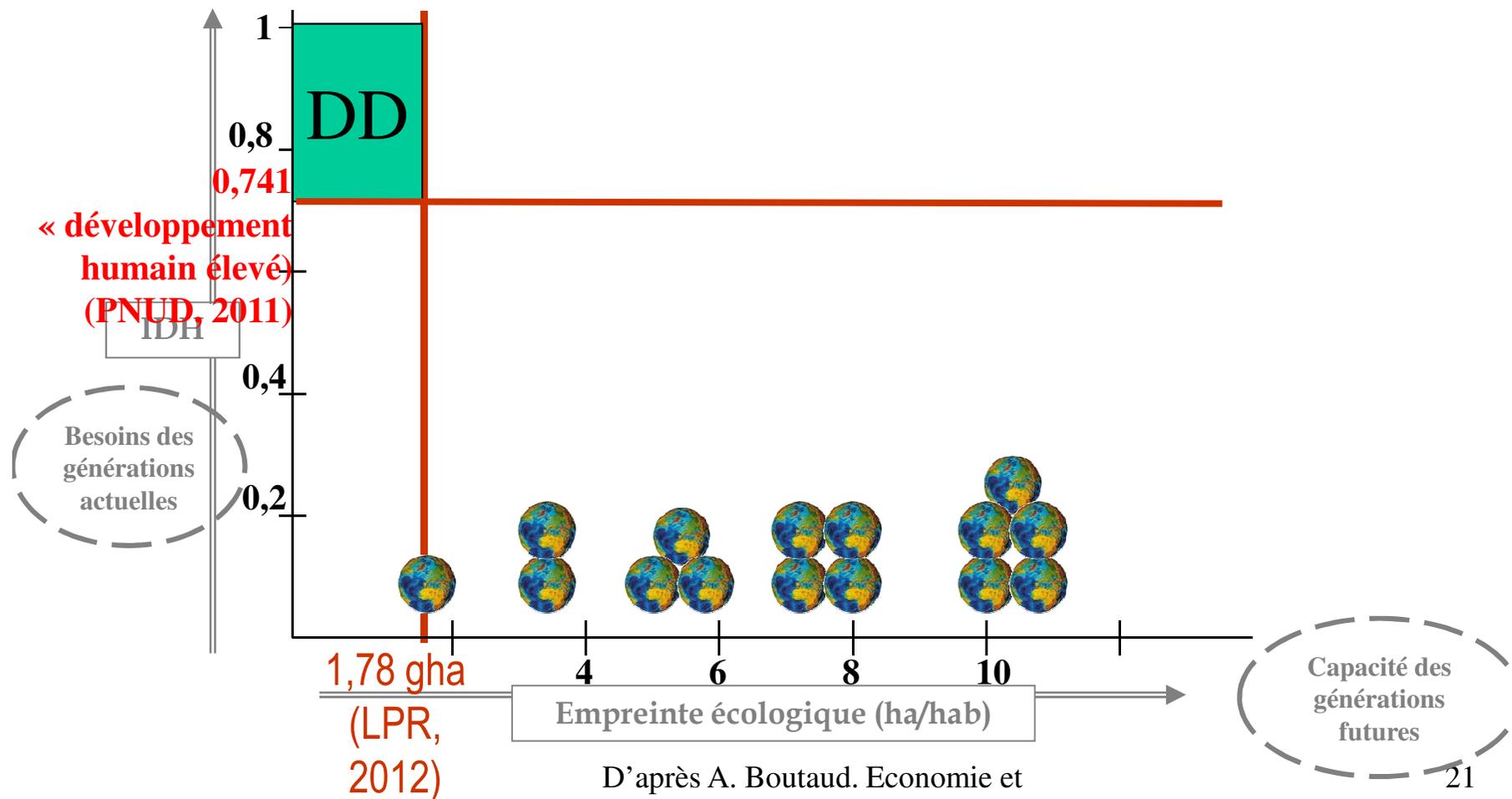
1. Durabilité ?
2. Hypothèses
- 3. Résultats**
4. Conclusion

## Un indicateur de développement alternatif au PIB: l'Indice de Développement Humain (méthode de calcul modifiée en 2011)



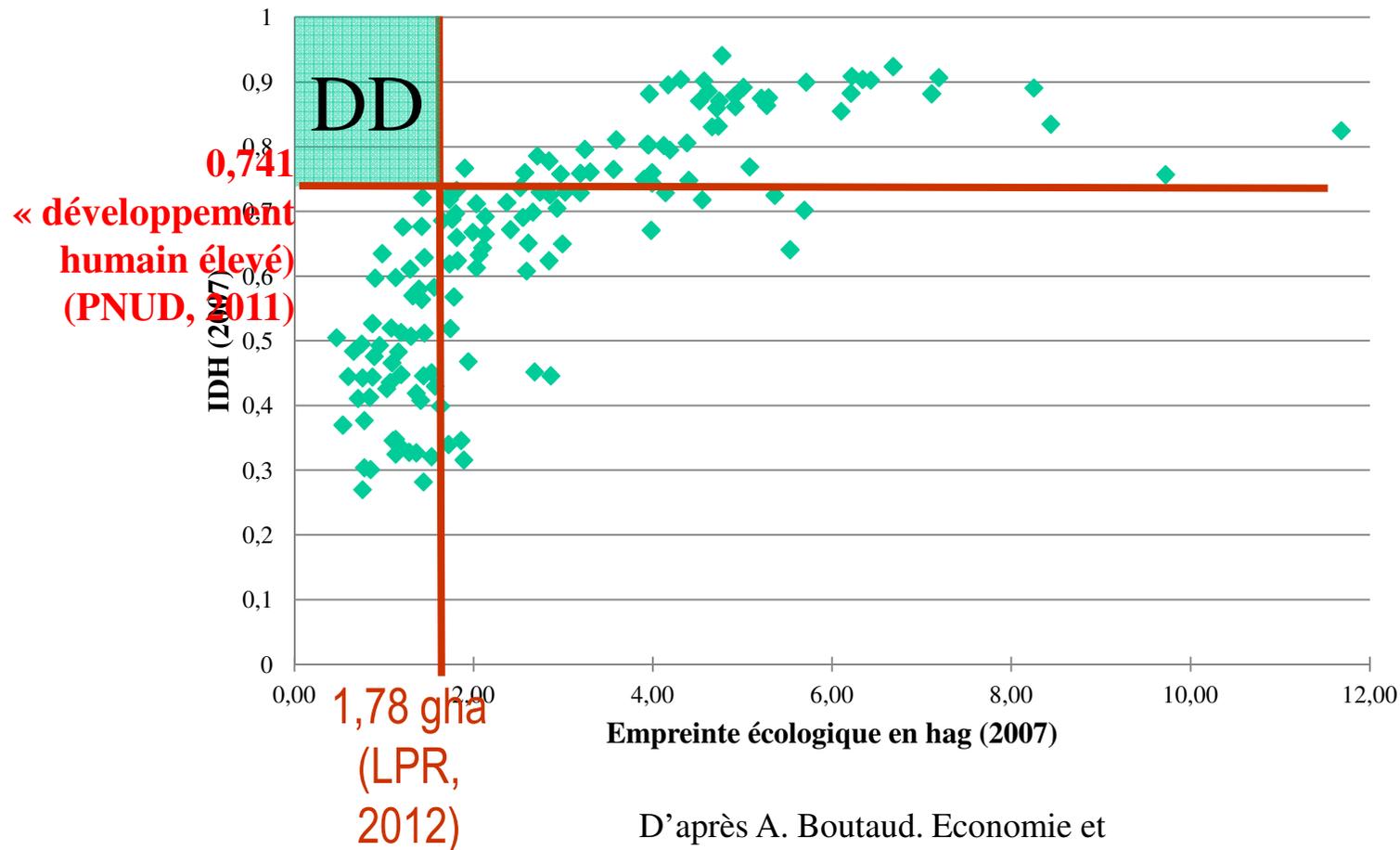
1. Durabilité ?
2. Hypothèses
- 3. Résultats**
4. Conclusion

## Un petit exercice ...



1. Durabilité ?
2. Hypothèses
- 3. Résultats**
4. Conclusion

## Un petit exercice ...



D'après A. Boutaud. Economie et humanisme. N° 363, décembre 2002

[http://www.footprintnetwork.org/gfn\\_sub.php?content=hdief\\_supplemental](http://www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=hdief_supplemental)

1. Durabilité ?
2. Hypothèses
3. Résultats
4. **Conclusion**

# Conjuguer efforts individuel et aménagements collectifs pour réduire l'empreinte

		Comportement individuel (modes de vie)		
		----->		
Comportement collectif (infrastructures)	Scénarios possibles ▼	Comportement « laissé aller »	Comportement volontaire	Comportement « éco-optimal » (très volontaire)
	Comportement « laissé aller »	<i>Situation actuelle (trois planètes)</i>		
	Comportement volontaire (normes)		<i>Scénario « Volontaire » (deux planètes)</i>	
	Comportement « éco-optimal » (très volontaire)			<i>Scénario « éco-optimal » (une planète ??)</i>

- : trois planètes (situation actuelle, approximativement)
- : deux planètes
- : une planète (situation « écologiquement soutenable »)





**MERCI DE  
VOTRE  
ATTENTION !**

Photos d'Alex Mac Lean

<http://www.alexmaclean.com/>

