

## PLAN du cours (2/2)

7-8. Pourquoi la surface de notre planète est-elle habitable alors qu'elle se transforme ?

9. Comment le climat permet-il de maintenir la vie et comment il interagit sur l'évolution du système terrestre ?

10. Comment décrire l'histoire de la Terre et de son évolution ?

11. Comment maintenir une planète habitable ? Vulnérabilité et Environnement ?

12. Comment maintenir une planète habitable ? Ressources et Durabilité ?

**13. Comment maintenir une planète habitable ? Enjeux modernes et perspectives**

## PLAN des TD : aspects pratiques et quantitatifs du CM (séances de 2h)

1. J'habite dans un système solaire

2. Inverser le temps et lire les roches

3. Histoire d'un grain de sable

**4. Risque à terre**

**5. Explorer le sous-sol**

**6. Climat en danger**

## Comment maintenir une planète habitable? Enjeux Modernes et Perspectives ?



?



National Gallery of Art (NY)



**ENJEUX :**

ce que l'on mise, joue, pour gagner ou

**PERDRE !**

## Comment maintenir une planète habitable? Enjeux Modernes et Durabilité?

### LES NOMBREUX ENJEUX – DEFIS DE L'HUMANITE

#### **PARTAGER NOTRE PLANETE**

- Appauvrissement des Ressources
- Danger des changements Climatiques
- Destruction de la Biodiversité
- Montée du Niveau Marin
- Déficit régional en Eau
- Pénurie alimentaire – Destruction des Sols
- Pollution Marine-Continentale-Atmosphérique
- Évolution démographique
- ....

Quatre remarques concernant ces enjeux :

1. Les solutions existent
2. Ces solutions ne sont pas coûteuses
3. Le temps est compté : 30 ans ?
4. Pas de stratégie forte pour les résoudre !

*Modifié de JF Rishard 2014 FMI - pers com*

#### **PARTAGER NOTRE HUMANITE**

- Éducation, Santé, Paix, Richesse, Progrès,...pour tous !

#### **PARTAGER NOS REGLES-LOIS**

- Éthique, Travail, Taxe, Finance, Économie, Corruption, Ressources, Environnements, Risques ...

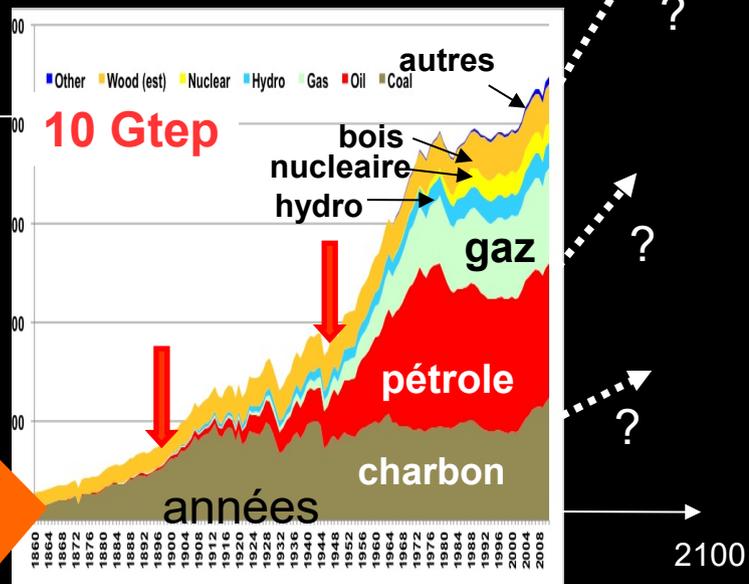
*La Raison procède de l'association de la Connaissance et de l' Amour*

*(librement inspiré d' E. Kant !)*

# TERRE HABITABLE

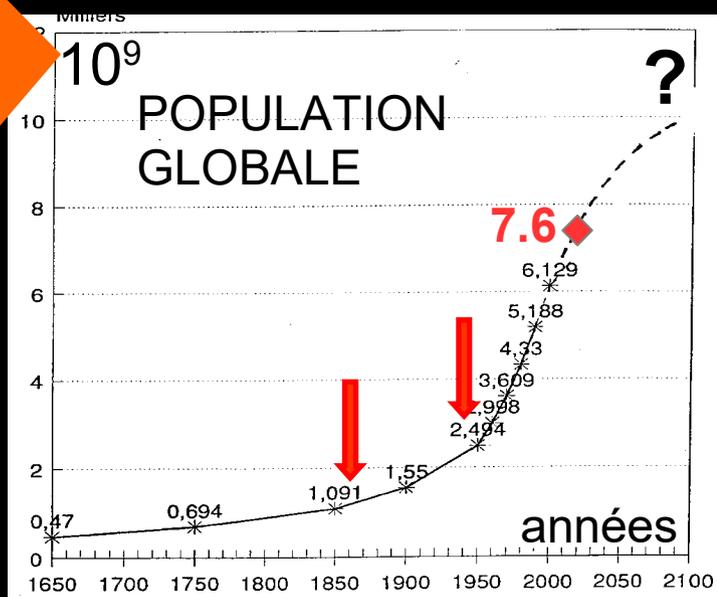
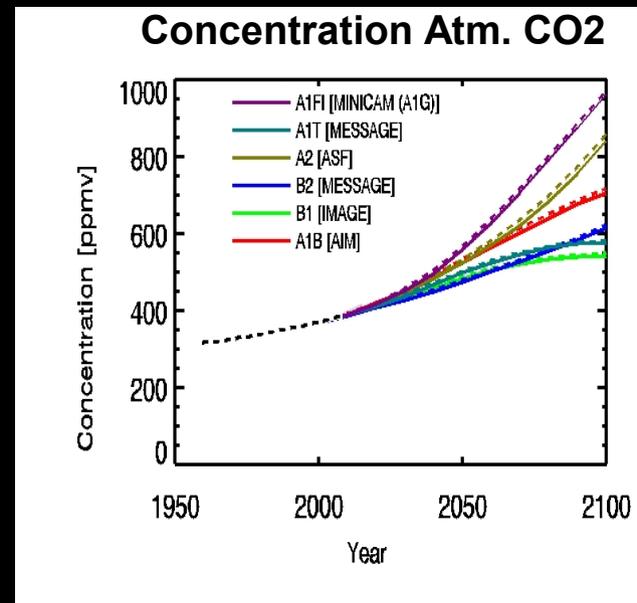
# Enjeux

## Énergie Globale Consommée

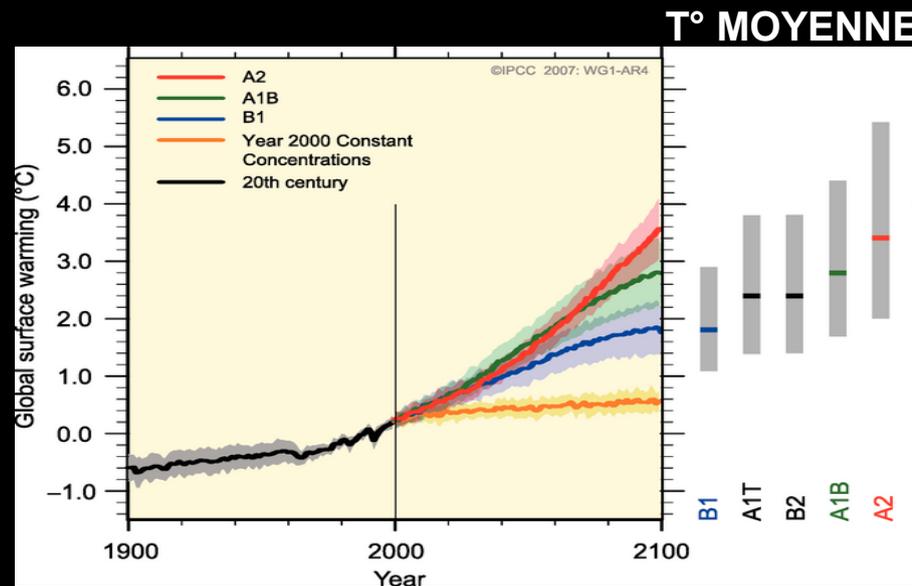


Gtep :  $10^{12}$  tonnes équivalent pétrole

## AUGMENTATION EXPONENTIELLE CO<sub>2</sub> et T°



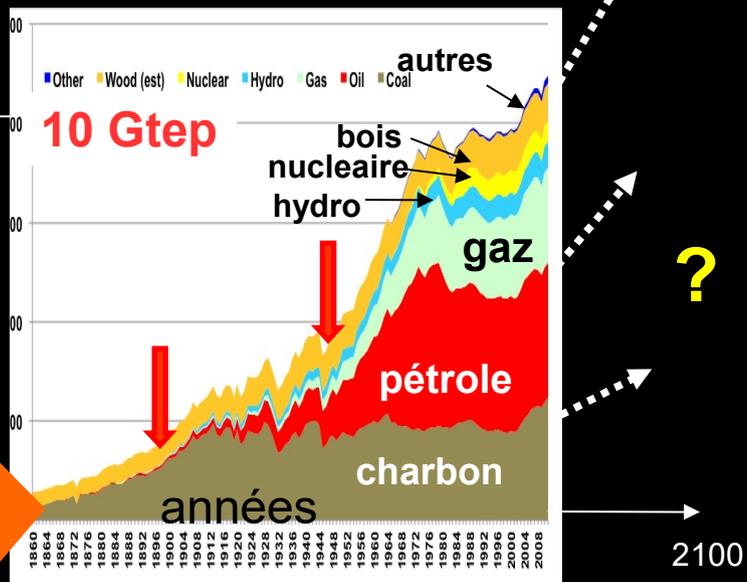
Source : Musée de l' Homme



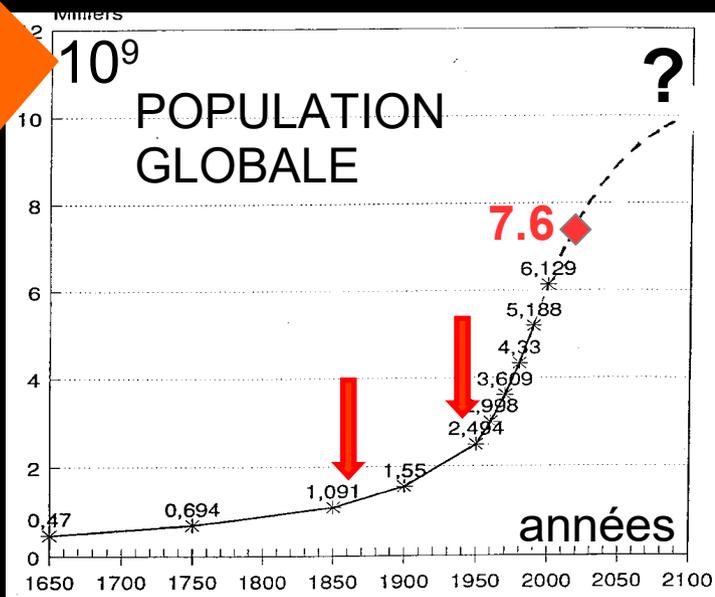
# TERRE HABITABLE

# Enjeux

## Énergie Globale Consommée ?

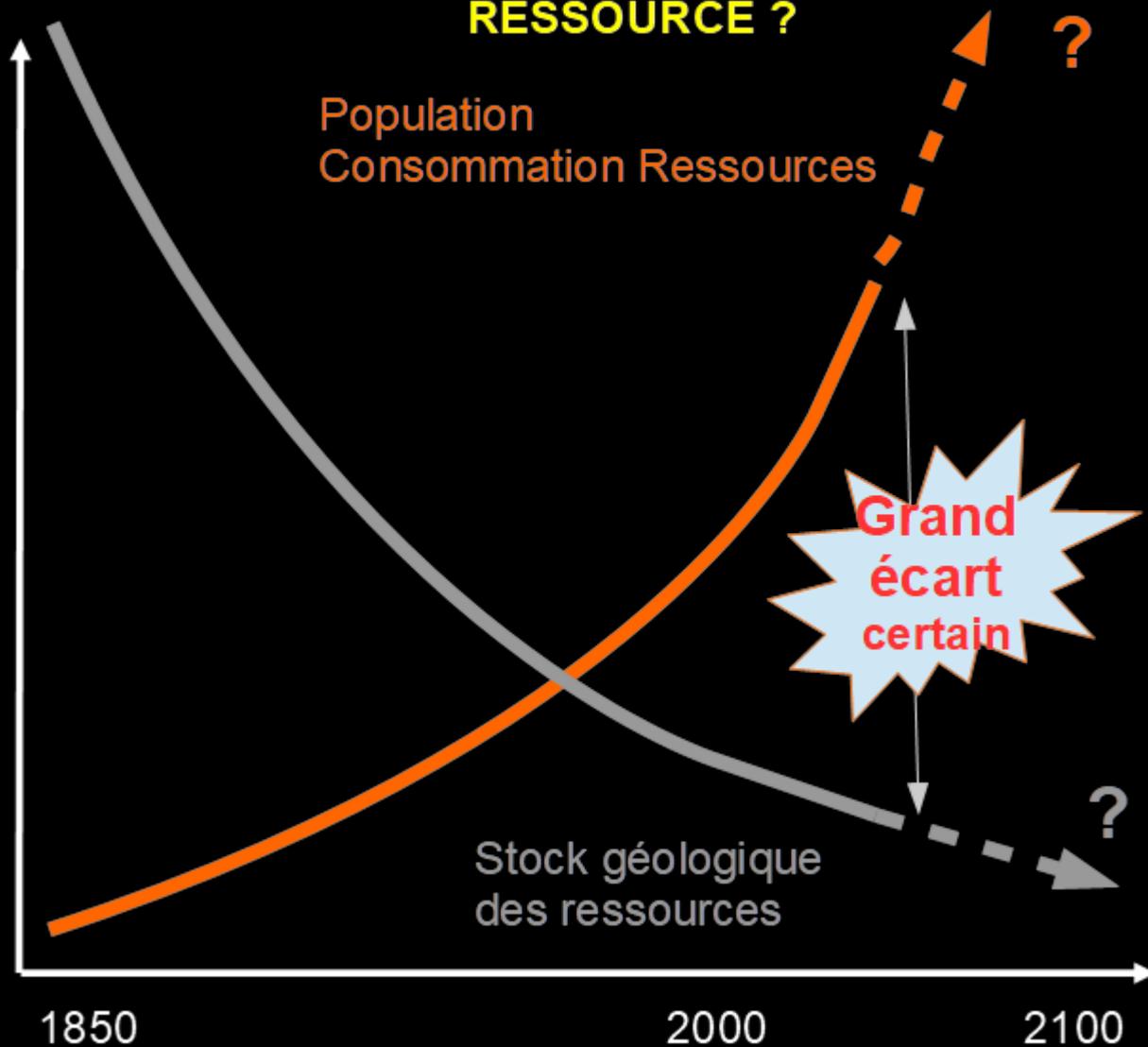


Gtep :  $10^{12}$  tonnes équivalent pétrole

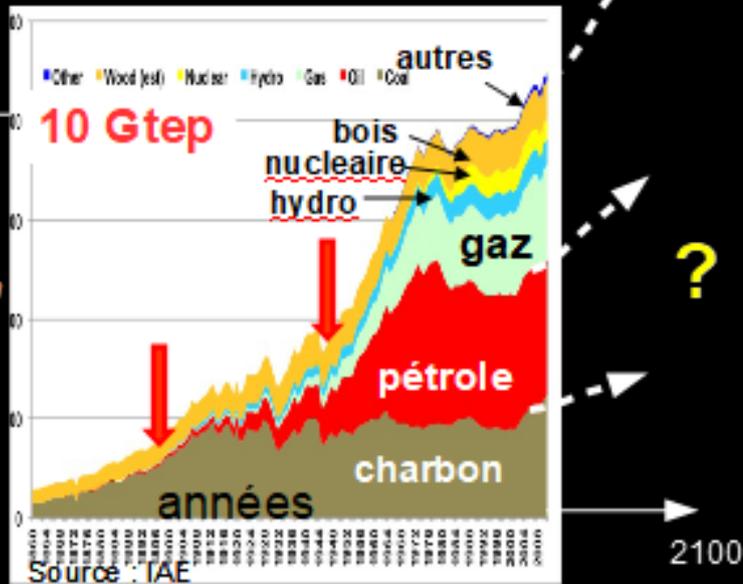


Source : Musée de l' Homme

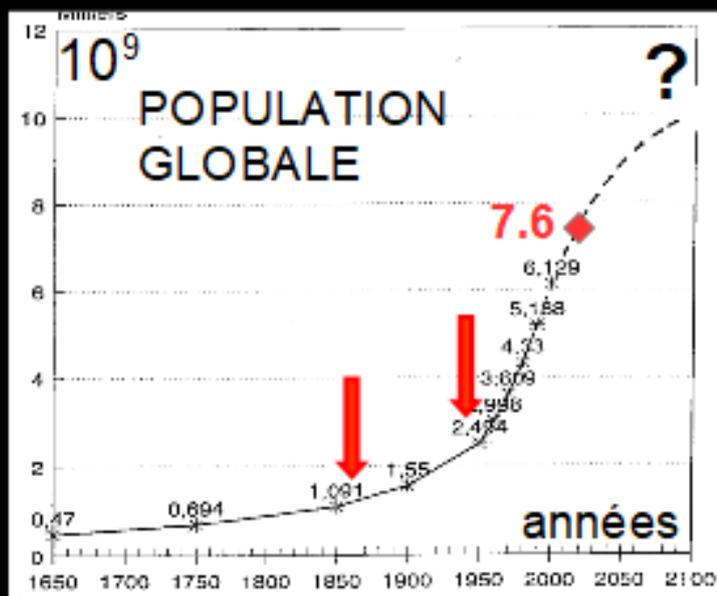
## COMMENT REDUIRE L'ECART CERTAIN ENTRE LA CROISSANCE ET LA RESSOURCE ?



## Énergie Globale Consommée ?



Gtep : 10<sup>12</sup> tonnes équivalent pétrole



## CHANGEMENTS EXPONENTIELS des paramètres PHYSIQUES GLOBAUX d'origine ANTHROPIQUE ?

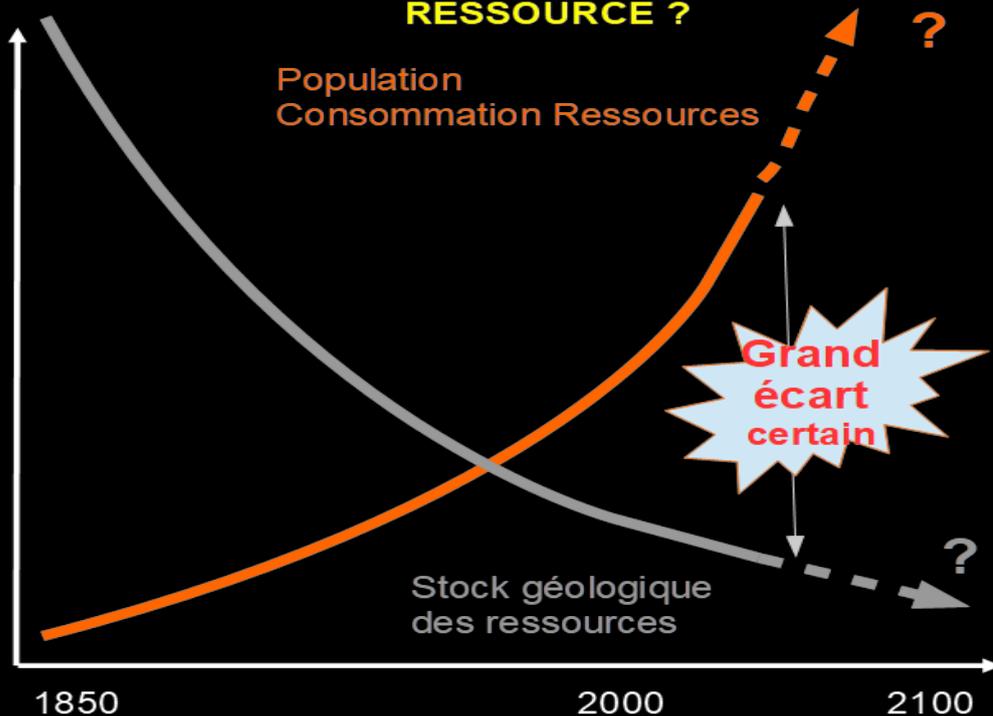
Population  
 Consommation Ressources  
 Croissance Économique  
 Changement Technologique  
 Pollution  
 T° - CO<sup>2</sup>

Déficit eau potable  
 Diminution sols

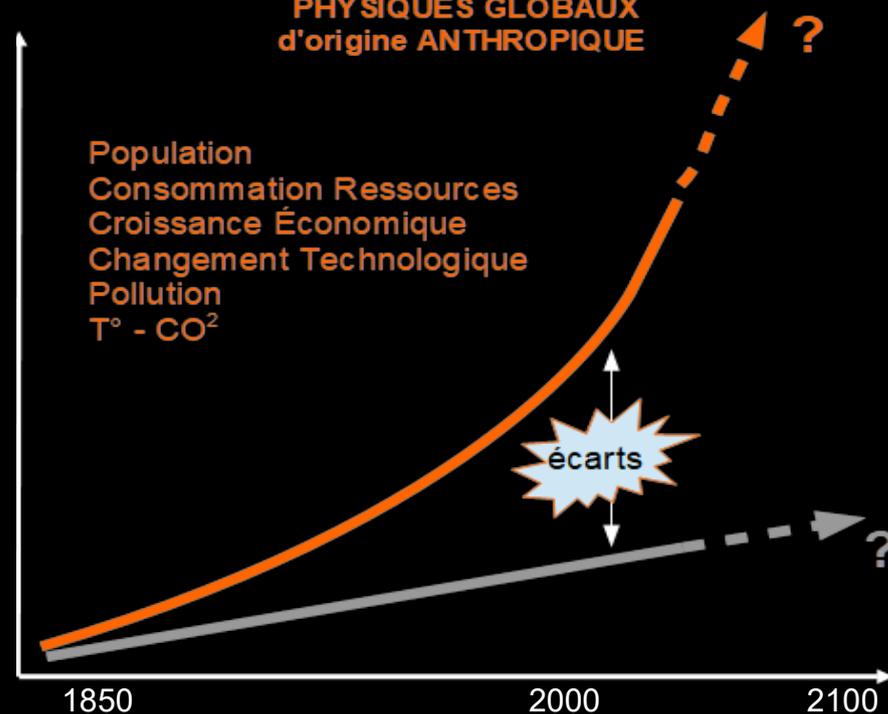


**LES PROBLEMES VONT S'ACCENTUER AU MOMENT DE LA RAREFACTION DES RESSOURCES, CE QUI LES AMPLIFIERA**

**COMMENT REDUIRE L'ECART CERTAIN ENTRE LA CROISSANCE ET LA RESSOURCE ?**



**CHANGEMENTS EXPONENTIELS des paramètres PHYSIQUES GLOBAUX d'origine ANTHROPIQUE**



**ENJEUX GLOBAUX CRITIQUES**



**ETATS-NATIONS**

**MODELE ECONOMIQUE**

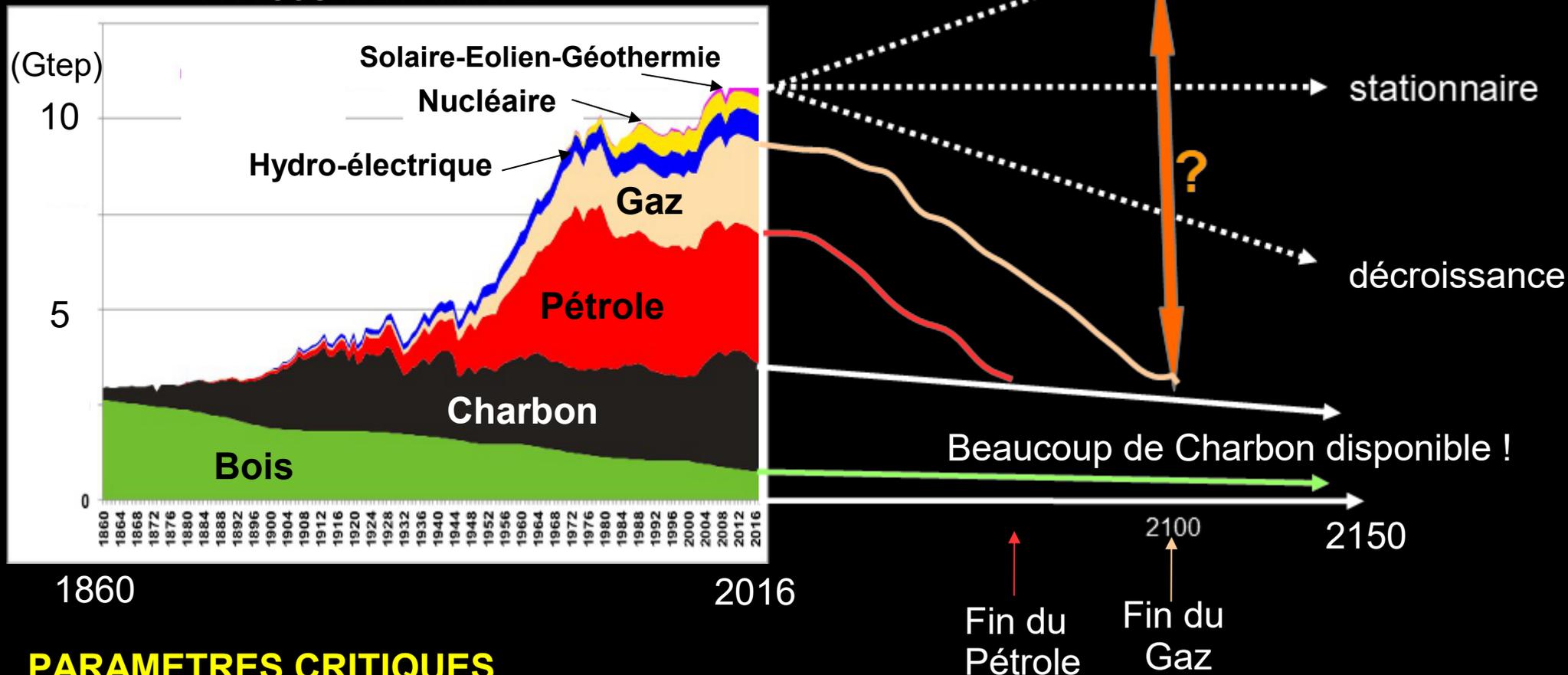
**LES INSTITUTIONS ET LE MODELE ECONOMIQUE ACTUELS SONT EN OPPOSITION FRONTALE AVEC LES ENJEUX GLOBAUX**

# TERRE HABITABLE

Enjeux

**PERSPECTIVE :**  
**TOUS LES ENJEUX MAJEURS SONT DEPENDANTS**  
**DE NOTRE FUTURE CONSOMMATION d' ENERGIE**

CONSOMMATION D'ENERGIE GLOBALE (Gtep)  
PAR SOURCE PRIMAIRE



## PARAMETRES CRITIQUES

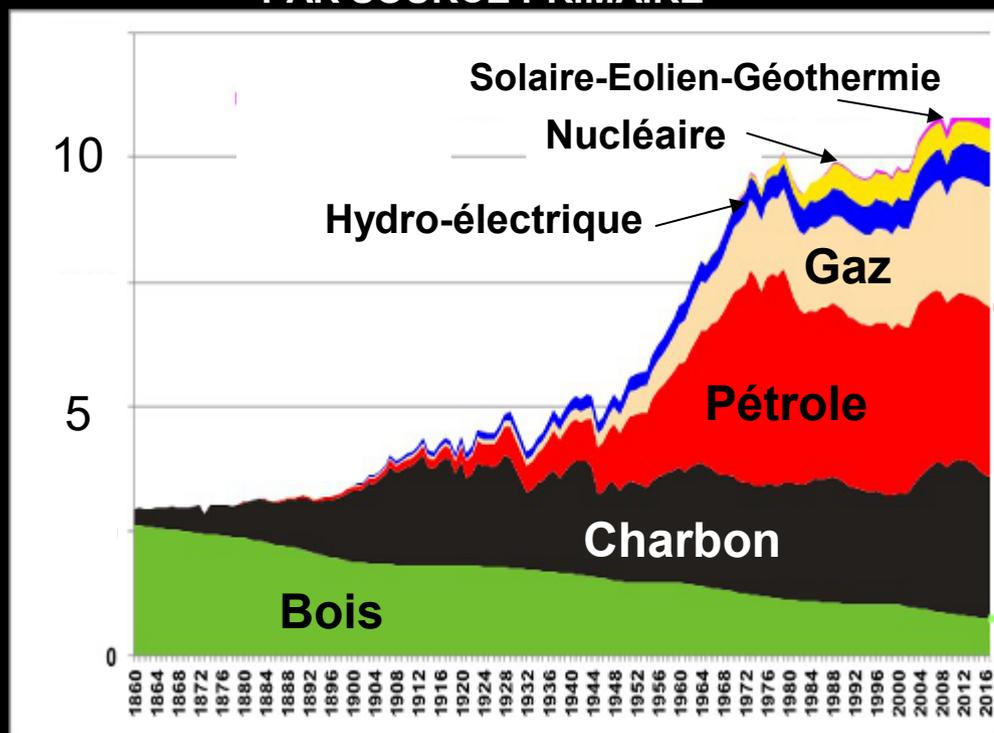
Modèle Économique + Population  
Ressources  
Nouvelles Énergies-Technologies

**ON SUBIT ou ON DECIDE ?**

## SCENARIO PESSIMISTE

La **forte croissance** stimule la surconsommation de **CHARBON**, disponible rapidement à profusion, entraînant une augmentation des **émissions de CO2**

CONSOMMATION D'ENERGIE GLOBALE (Gtep)  
PAR SOURCE PRIMAIRE



Beaucoup de Charbon disponible !

Fin du Pétrole

Fin du Gaz

Énergie renouvelable ?  
Énergie surprise ?  
Efficacité énergétique ?

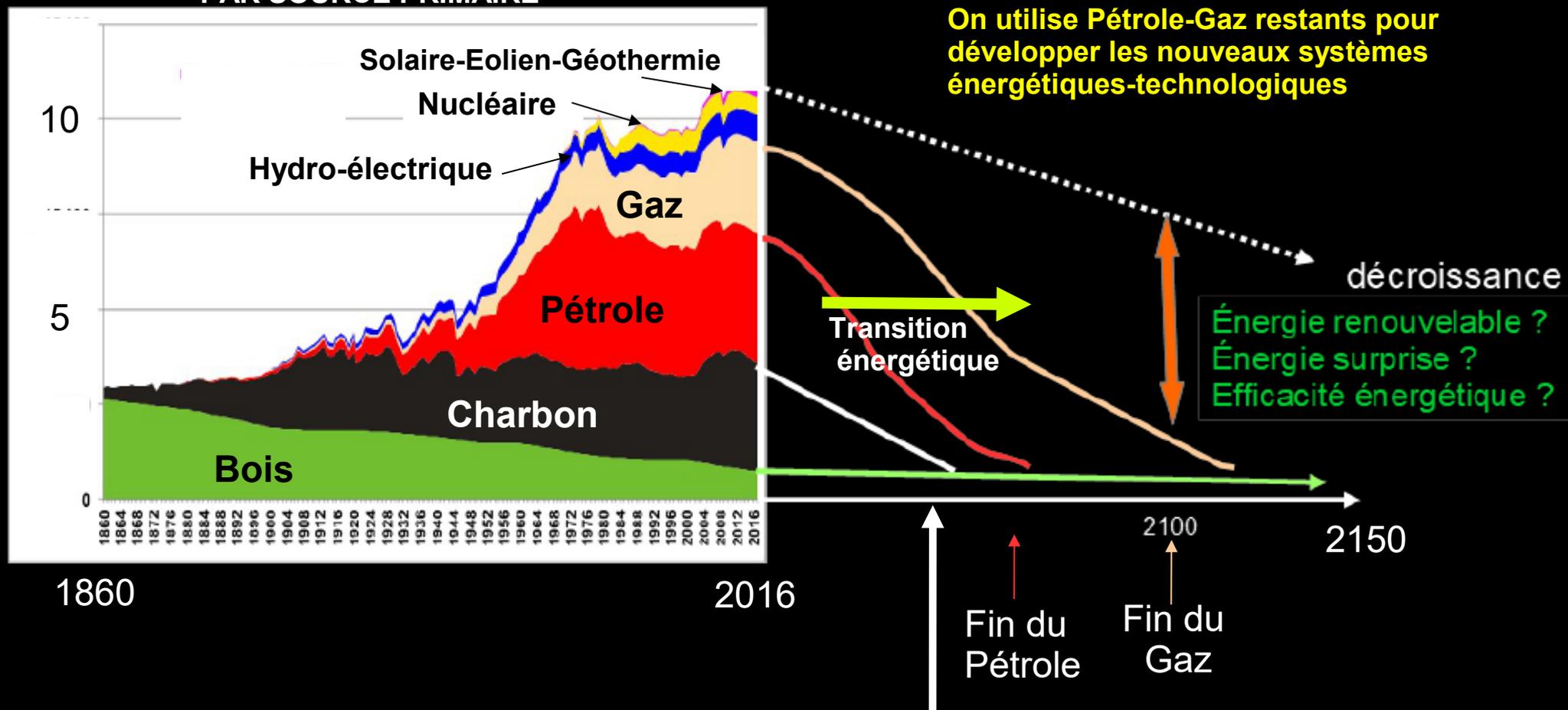
croissance

On augmente la consommation du CHARBON => On retarde la transition énergétique ?

## SCENARIO OPTIMISTE

La **forte décroissance** permet de **stopper** la consommation de **CHARBON**, et entraînant une diminution rapide des **émissions de CO2**

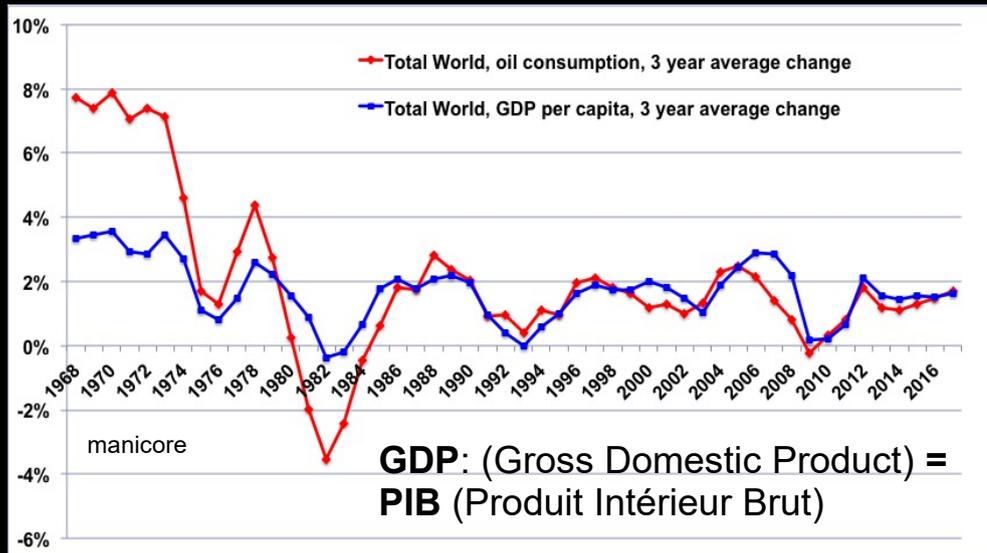
CONSOMMATION D'ENERGIE GLOBALE (Gtep)  
PAR SOURCE PRIMAIRE



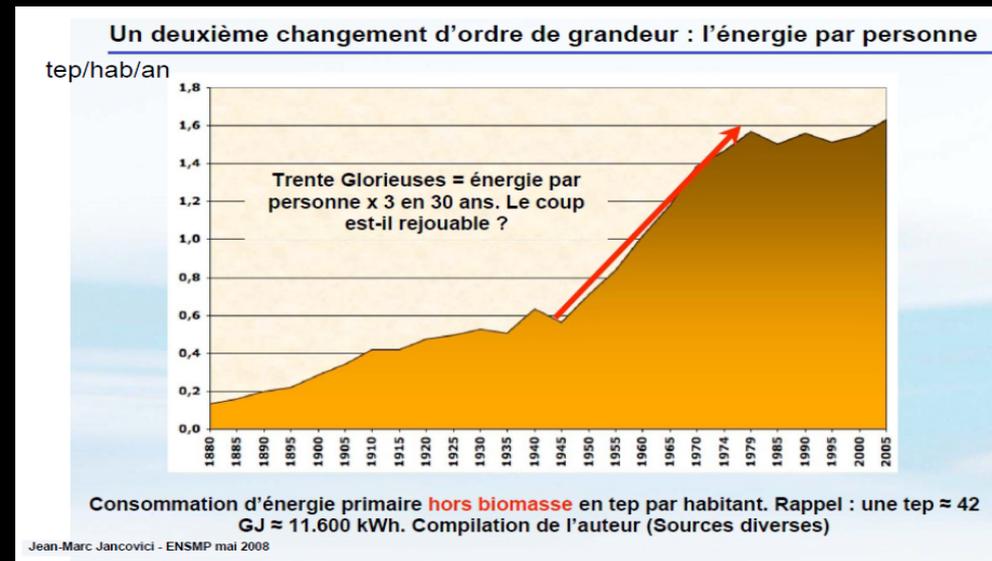
**On stoppe la consommation du CHARBON => On stimule la transition énergétique ?**

**ET APRES, DEVELOPPEMENT vs DURABLE : COMPATIBLES ?**

## LA CROISSANCE ECONOMIQUE et LA CONSOMMATION D' ENERGIE RESPONSABLES DE L'EVOLUTION EXPONENTIELLE DES PARAMETRES ANTHROPIQUES

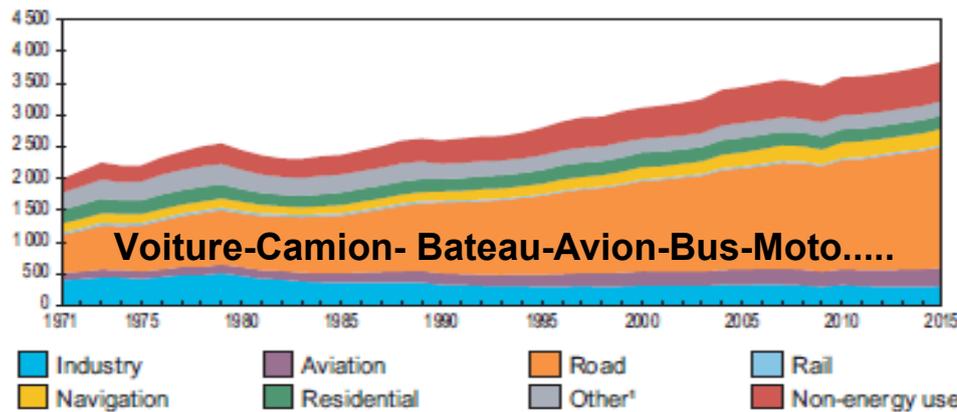


### Consommation d'Énergie et Croissance !



### Énergie et Mode de vie!

Consommation annuelle mondiale de pétrole (Mt) entre 1971-2015



Croissance =  $F$  (énergie/personne, personnes)

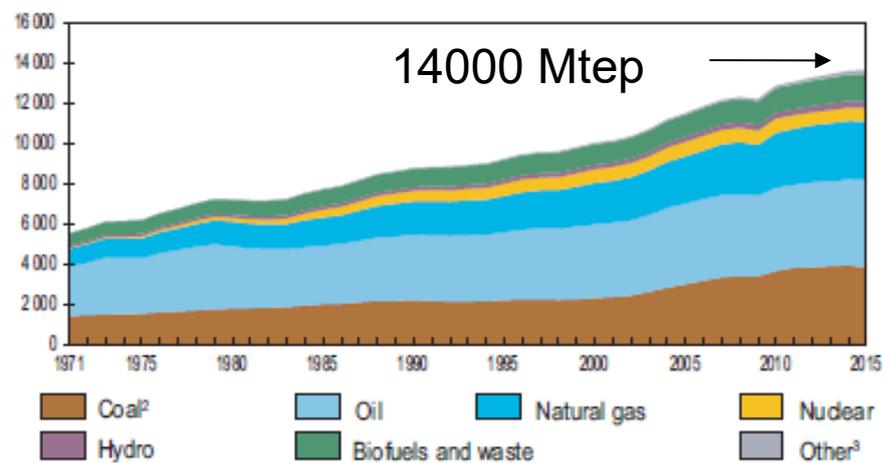
Croissance =  $F$  (pétrole/personne, personnes)

La généralisation du **TRANSPORT**, directement associé au **PETROLE**, est un des **FACTEURS** critiques de la **CROISSANCE** économique.

## Charbon et Gaz principalement utilisés pour produire de l'électricité

### Énergies Primaires

Consommation Globale d'énergies Primaires (Tep)

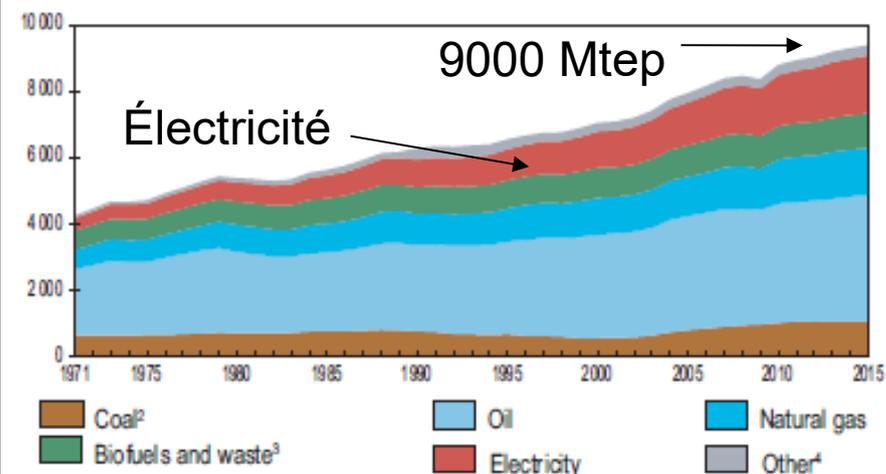


Sources: Total, AIE  
Alternative Policy Scenario

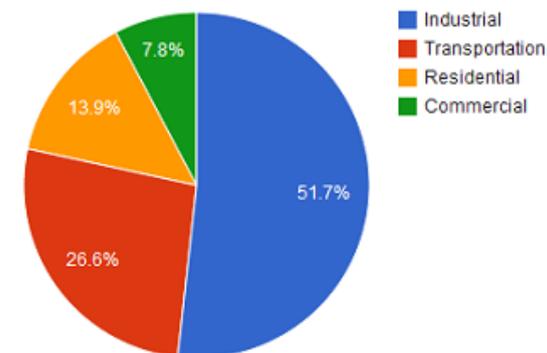
**Production d'énergie finale =**  
**Déficit de 5000 Mtep par rapport**  
**à la consommation d'énergie primaire**  
 Effet pervers de la production d'électricité  
 à partir d'hydrocarbures

### Énergies Finales

Consommation Globale d'énergies Finales (Tep)



World Energy Consumption by Sector, 2012 (EIA Data)



PART DES RENOUVELABLES NEGLIGEABLE

## VERS DES SYSTEMES ENERGETIQUES NOUVEAUX

### ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES

- Solaire photovoltaïque-thermique
- Éolien
- Hydro-électrique (terrestre-maritime)
- Géothermie (chaleur et électricité)
- Co-génération (chaleur et électricité)
- Thalassoothermie
- Biocarburants
- Biomasse

**INDUSTRIALISATION**

### ENERGIES SURPRISES

- Aéro-solaire
- Solaire Nano-photovoltaïque
- Hydrogène biogénique (électrolyse)
- Hydrogène naturel (gisements géologiques)
- Fusion Nucléaire
- ???
- ...

**RECHERCHE**

ACCEPTABLES ?

RENOUVELABLES ?

PAS/PEU D' EMISSIONS CO2 ?

## LE DÉFI DES SOLS



### LE DÉFI

#### La population mondiale



dépassera les **9 milliards** de personnes



Répondre à la demande croissante de denrées alimentaires plus saines et plus nutritives

ne sera possible que si



#### la production agricole

augmente de



Les sols sont soumis à une pression provoquée par une utilisation intensive et des usages concurrentiels pour la sylviculture, les cultures, le pâturage & l'urbanisation

## RESSOURCES-DURABILITE : retour aux «**SOURCES**» ?

### **-SURVIE**

< 12000 ans *incluant le Paléolithique*

*Air (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>), Eau, Lumière, Biomasse, Sols*

### **-PRE-INDUSTRIE**

< 19<sup>ème</sup> siècle jusqu'à la révolution industrielle

*Minerais Métalliques, Bois, Matériaux de Construction (Roches-Sables-Argiles, Gypse, Calcaire)*

### **-INDUSTRIE**

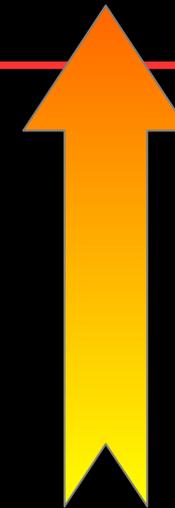
< 20<sup>ème</sup> siècle

*Charbon, Pétrole, Gaz, Uranium, Aluminium*

### **-NEO-INDUSTRIE**

> 20<sup>ème</sup> siècle

*Silicium, Lithium, Cobalt, Niobium, Terres Rares (Scandium, Yttrium, Lanthane, ....)*



Les **Ressources Primaires**, essentielles à la **survie**, représentent également les **Enjeux Environnementaux** modernes. Elles constituent également le **SOCLE** du développement futur de l'humanité avec les énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse, hydrogène, ...), la fusion, le recyclage, ...

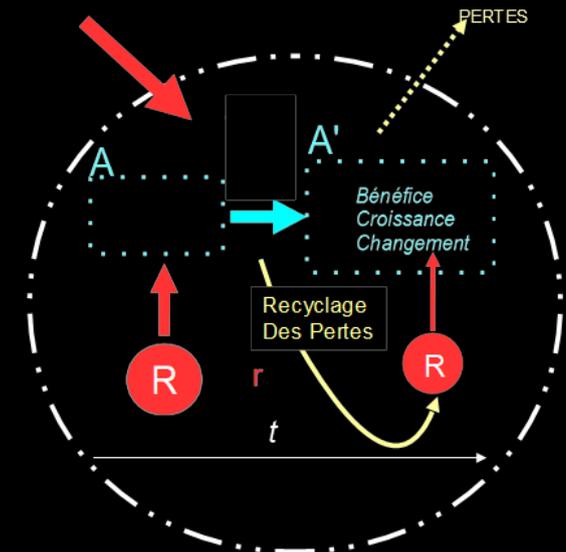
## RESSOURCES-DURABILITE : imitons les systèmes naturels !

### LES RECIFS CORALIENS

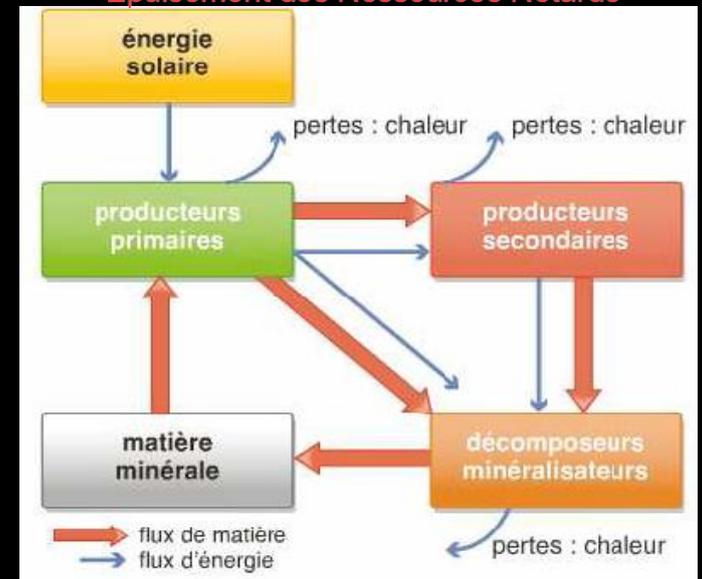


Milieu marin **pauvre** en **ressources**

SYSTEMES COMPLEXES HYDRO-BIO-LITHOLOGIQUES  
CHAMPIONS du RECYCLAGE, de la SOBRIETE  
et de la BIODIVERSITE



Recyclage des Pertes  
Épuisement des Ressources Retardé



**ECO-INDUSTRIE ?**

RESSOURCES-DURABILITE : imitons les systèmes naturels exemplaires!

## LES RECIFS CORALIENS

Milieu marin très pauvre en Ressources



Les récifs coralliens sont isolés dans l'océan, Ils bénéficient de l'énergie solaire, se développent dans un milieu pauvre en ressources/nutriments, recyclent un maximum d'énergie et de matière, excellent dans la biodiversité, sont peu dépendants des échanges avec les colonies voisines et ne comblent jamais la totalité de l'espace disponible. **Un apport massif et brutal de nutriment est fatal pour les récifs.**