

Énergie, économie & société



www.quelfutur.org

Louis Possoz

10 février 2017

La croissance à tout prix !



**Pourquoi
un Pacte national
pour la croissance,
la compétitivité
et l'emploi ?**

Le Gouvernement est déterminé à restaurer notre compétitivité, redresser notre industrie, retrouver la croissance et l'emploi.

Emploi et croissance : **"je prendrai tous les risques"**, assure Hollande lundi matin sur France Inter.

le 05/01/2015

« Ma première priorité sera de mettre la croissance et l'emploi au cœur des priorités de la prochaine Commission. »

Jean-Claude Juncker 2014.

« Pas assez de croissance en 2015 pour doper l'emploi »

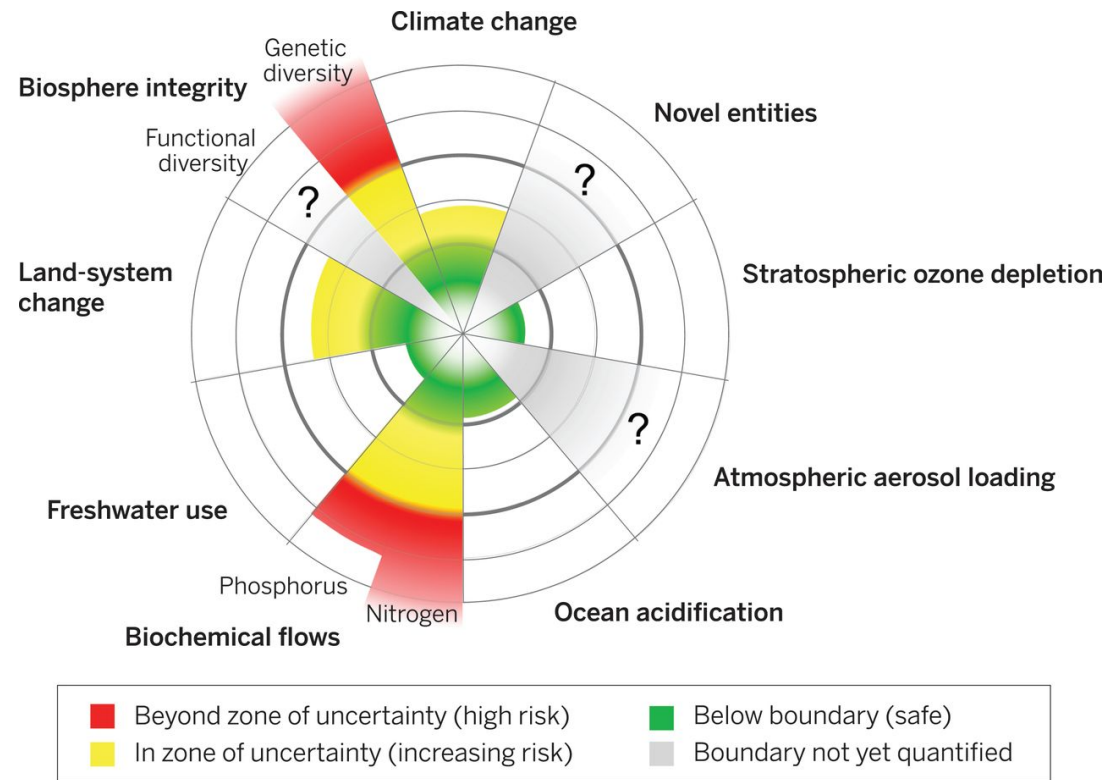
IRES-UCL à la RTBF
octobre 2014

Planetary boundaries

A safe operating space for humanity

Johan Rockström et al.
Nature Vol 461,24 09/2009

Current status of the control variables for seven of the planetary boundaries. The green zone is the safe operating space, the yellow represents the zone of uncertainty (increasing risk), and the red is a high-risk zone.

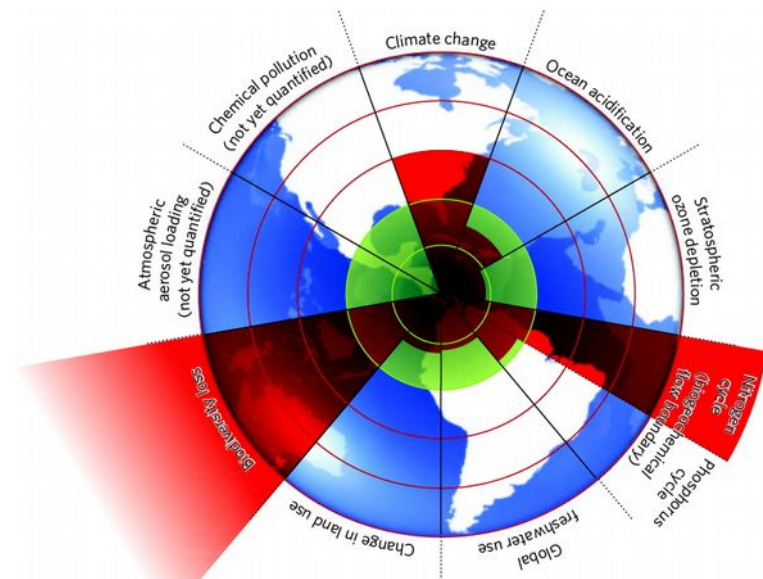


Science
AAAS

Guiding human development on a changing planet

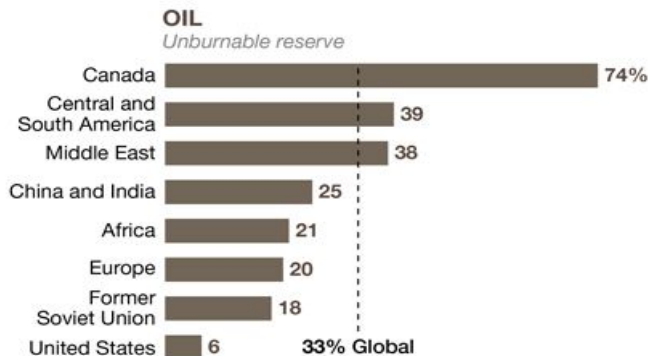
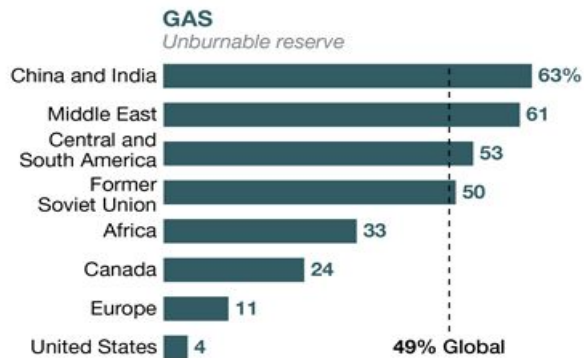
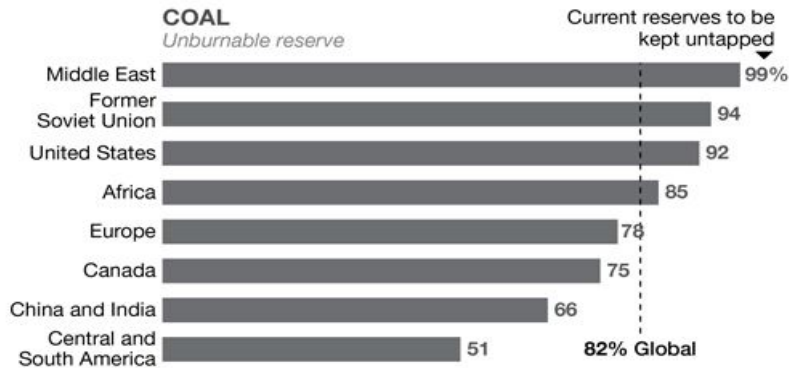
Will Steffen et al. Science
2015;347:1259855

10 février 2017



Un-burnable oil

Fossil fuels off-limits



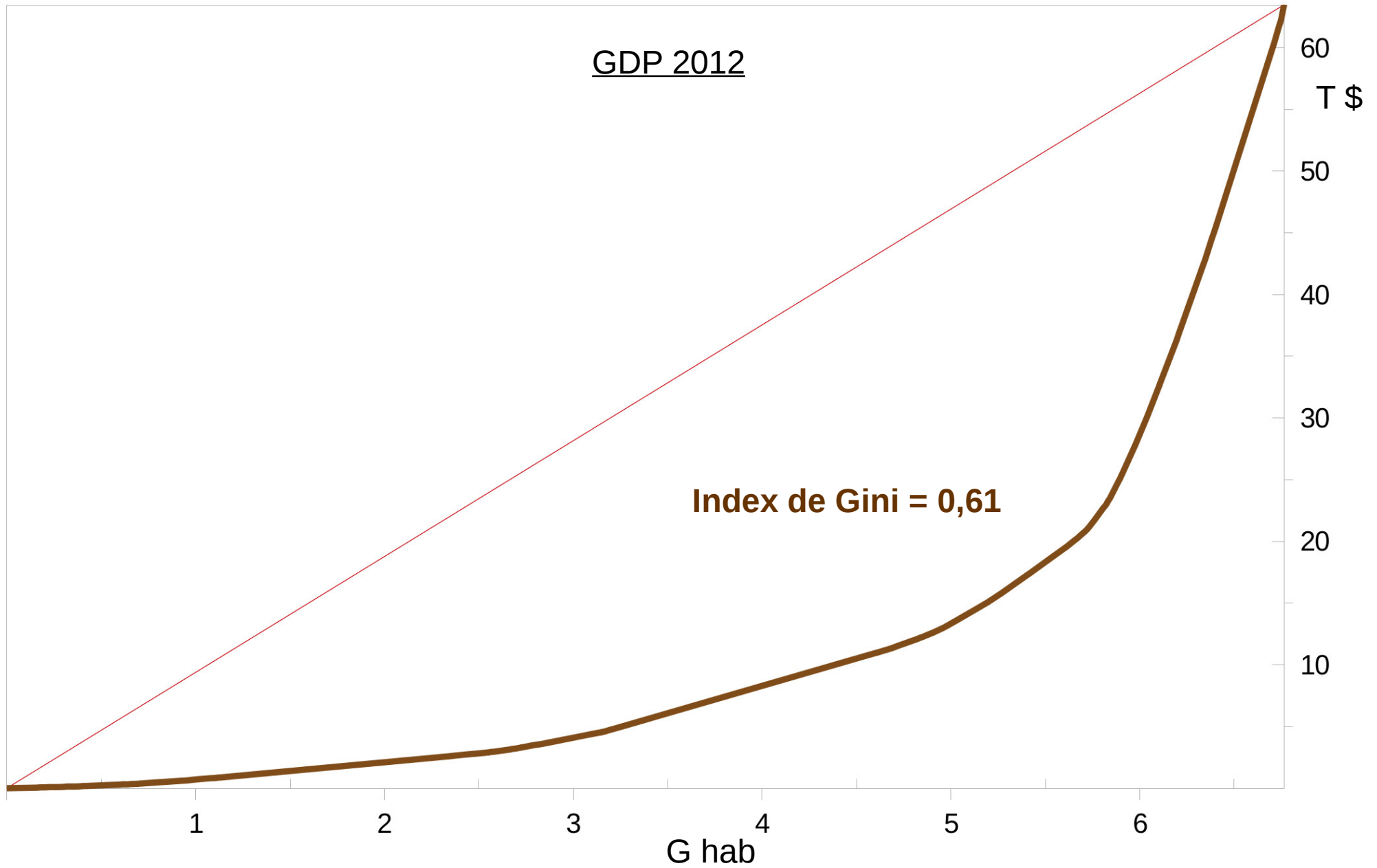
An examination of oil resource utilisation in a decarbonised energy system

The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C

*Our results suggest that, globally, a **third of oil** reserves, **half of gas** reserves and **over 80 per cent of current coal** reserves should remain unused from 2010 to 2050 in order to meet the target of 2°C.*

McGlade & Ekins, Nature 2015
Energy Policy 2014

Inégalités



Limits or no limits ?

Croissance économique & sécurité environnementale

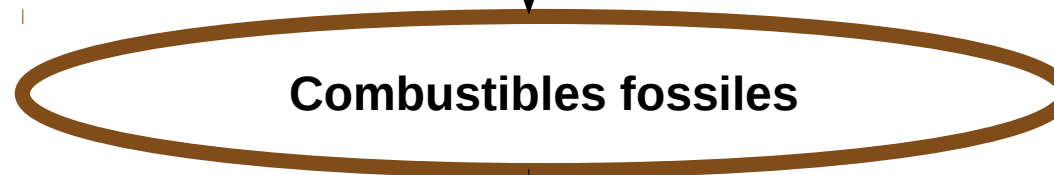
- A) incompatibles ?
- B) rien à voir ?

Technologies

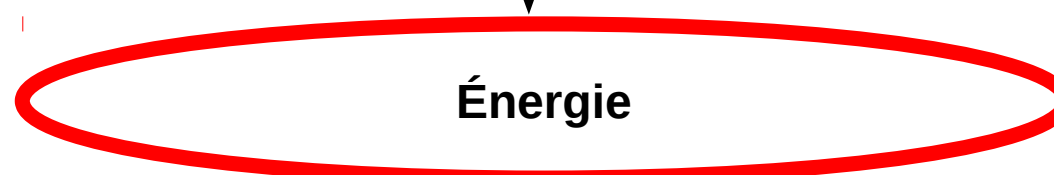
Sociologie



? Scepticisme
Geo-ingénierie



? Séquestration
du carbone
Reforestation



? Nucléaires
Renouvelables



? Découplage
Dématérialisation



? RSE



?

?

?

?

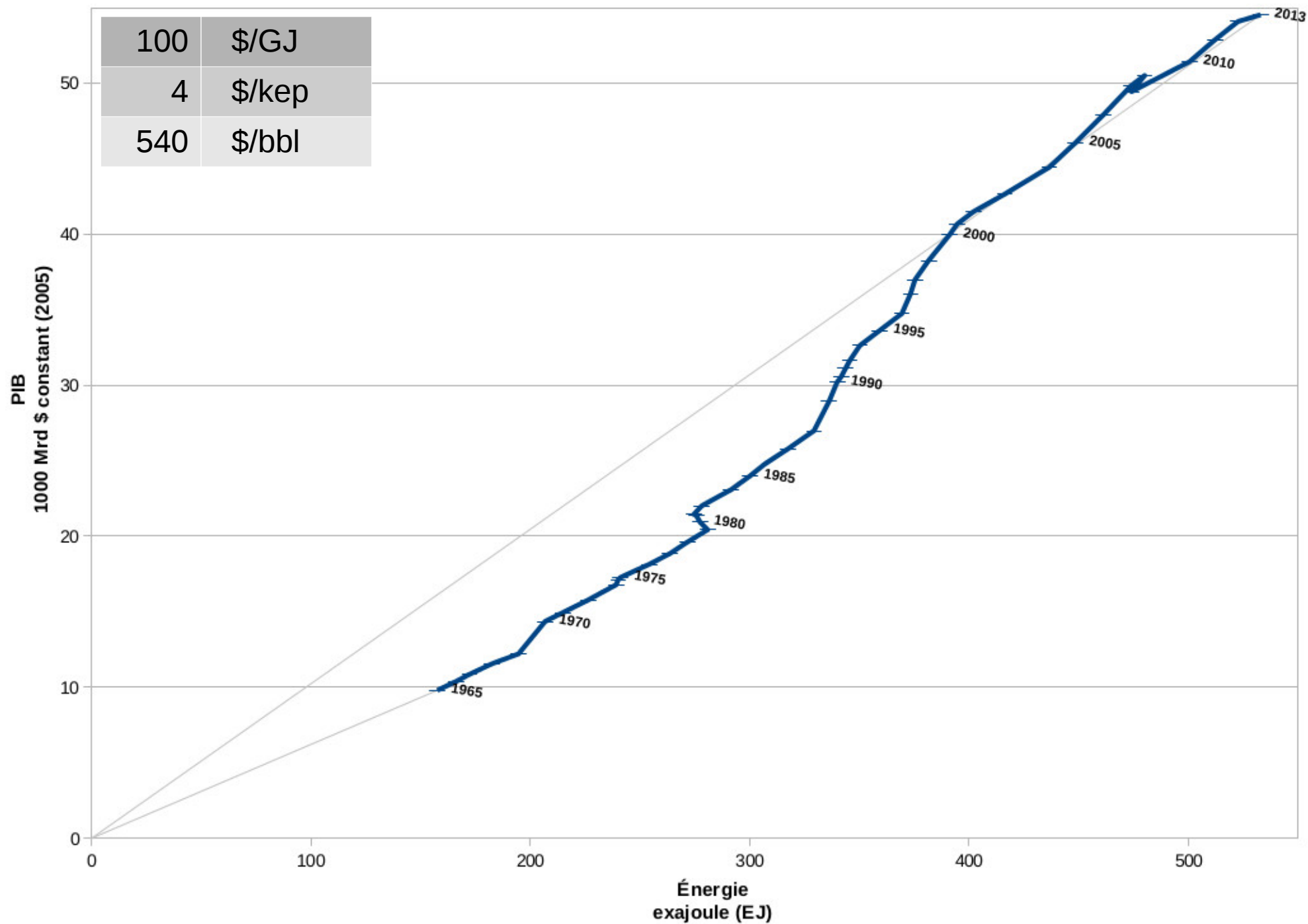
Cascade logique

- 1) Le système économique (actuel) contraint à la croissance économique (du PIB) ?
- 2) La croissance économique impose la croissance de la consommation d'énergie ?
- 3) La croissance de la consommation d'énergie impose croissance de la charge environnementale ?

Économie, énergie et société

- Économie et énergie
 - Couplage énergie-PIB (dépendance mutuelle)
 - Les 2 comptabilités de l'énergie
- Théories économiques vs. physiques
- Consommation
- Institutions économiques

Couplage historique



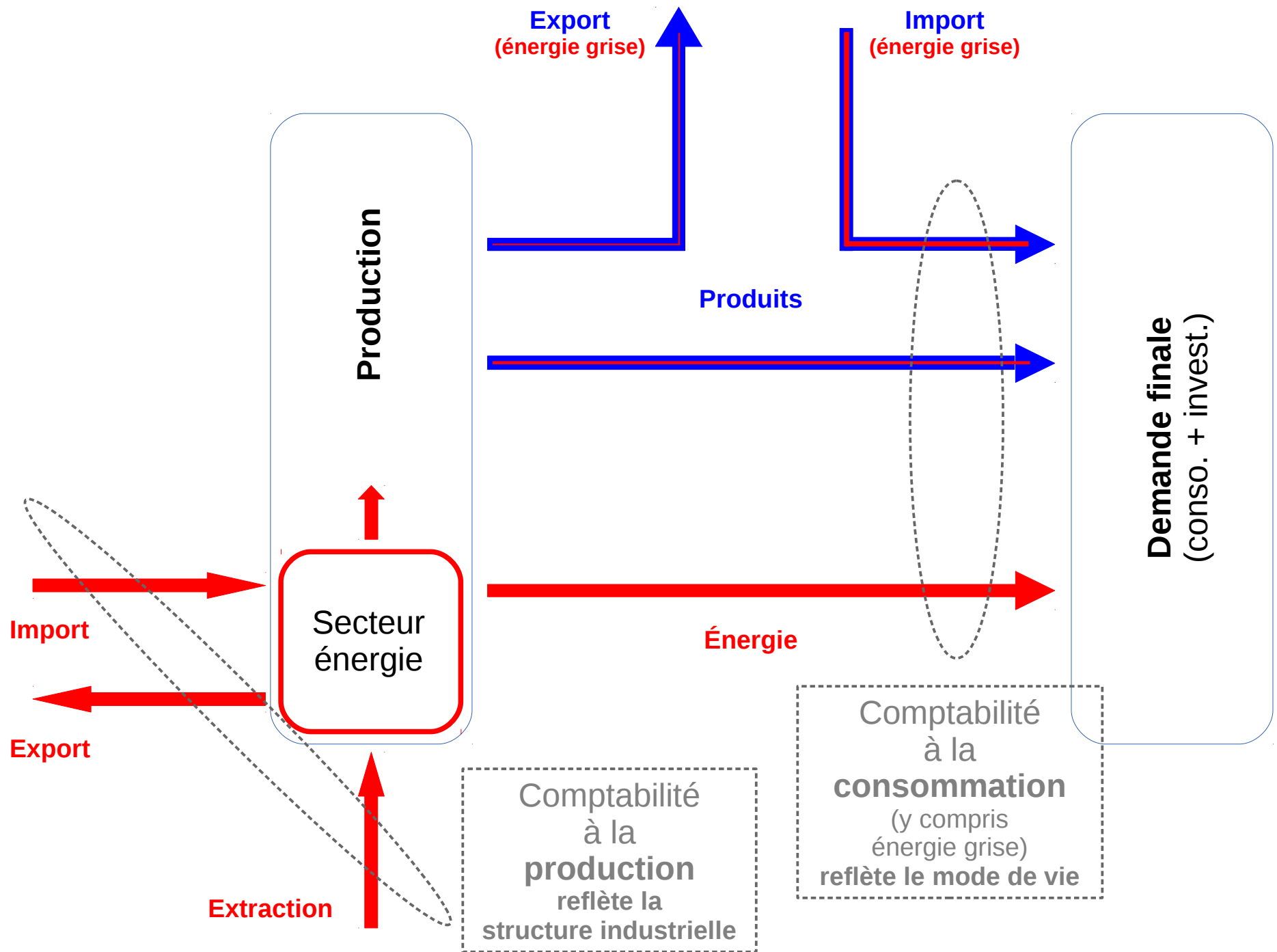
Énergie – production – économie

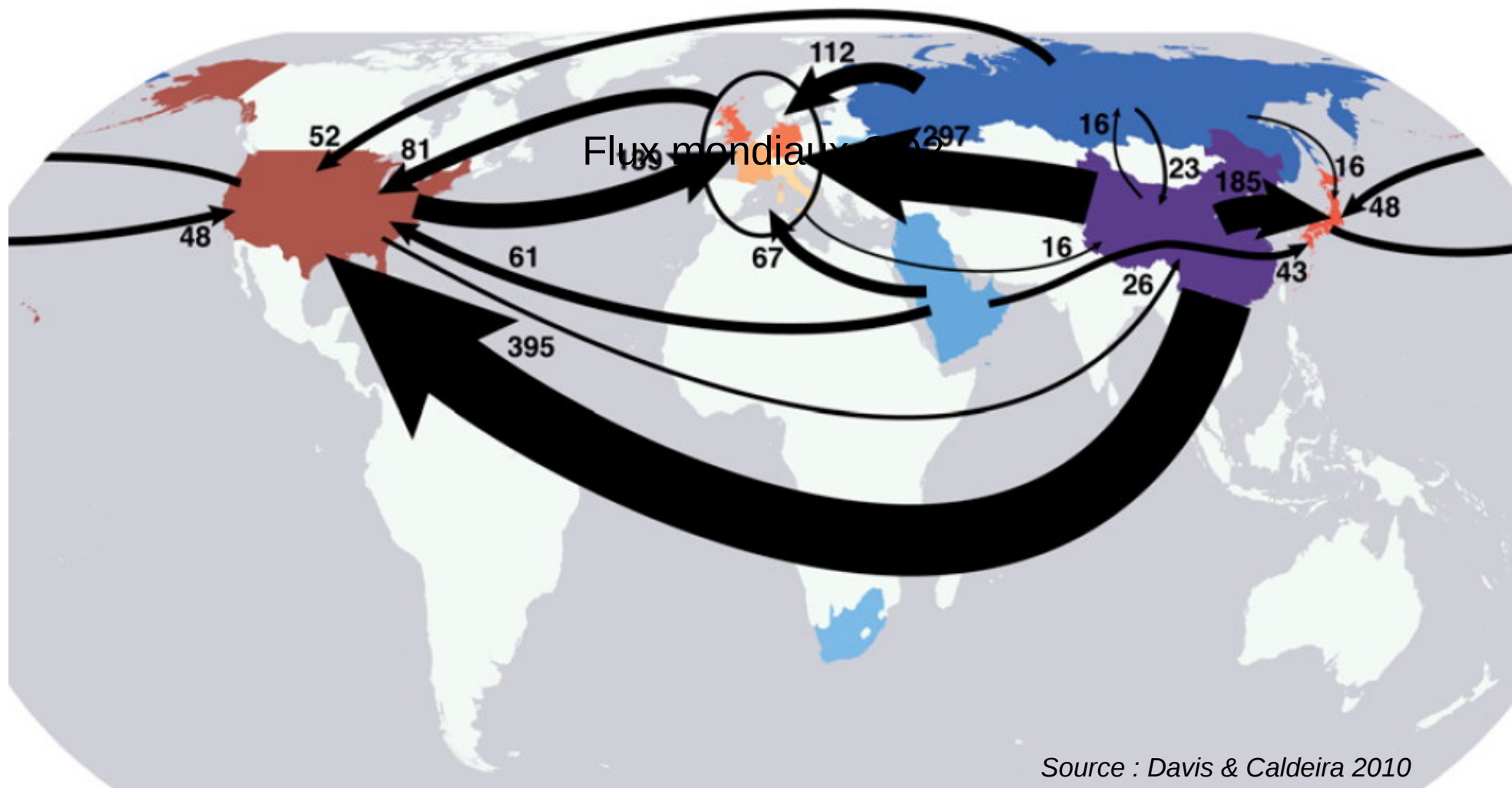
a) PIB

$$PIB = \sum productions_{fin.} = \sum consommations_{fin.} = \sum revenus_{prim.}$$

b) Énergie

- 1) Énergie = transformation, changement d'état de la matière
couper, plier, fondre, réaction chimique, soulever, accélérer, etc.
- 2) Produire = transformer (inputs → outputs)
- 3) Économie = Production = Transformation = Énergie





Largest interregional fluxes of emissions embodied in trade (Mt CO₂ / year)

	<u>Énergie</u>	<u>CO₂</u>
• UE 27	+ 21 %	+ 26 %
• Chine	- 20 %	- 23 %
• Belgique	+ 21 %	+ 47 %
• USA	+ 11 %	+ 12 %

Couplage

- PIB et consommation d'énergie sont couplés
(dé)croissance de la consommation d'énergie

(dé)croissance du PIB
- Impression de découplage liée à la comptabilité
enjeux politiques
enjeux scientifiques (financement de la recherche)

Économie, énergie et société

- Économie et énergie
- Théories économiques vs. Physiques
 - Historique : « *modèle du monde* »
 - Machinerie économique
 - Courants de pensée orthodoxes et hétérodoxes
 - Motivations humaines
 - Progrès technique
 - Modèles macroéconomiques
 - Sans ressources naturelles
 - Avec ressources naturelles
- Consommation
- Institutions économiques

Figure 26 THE WORLD MODEL

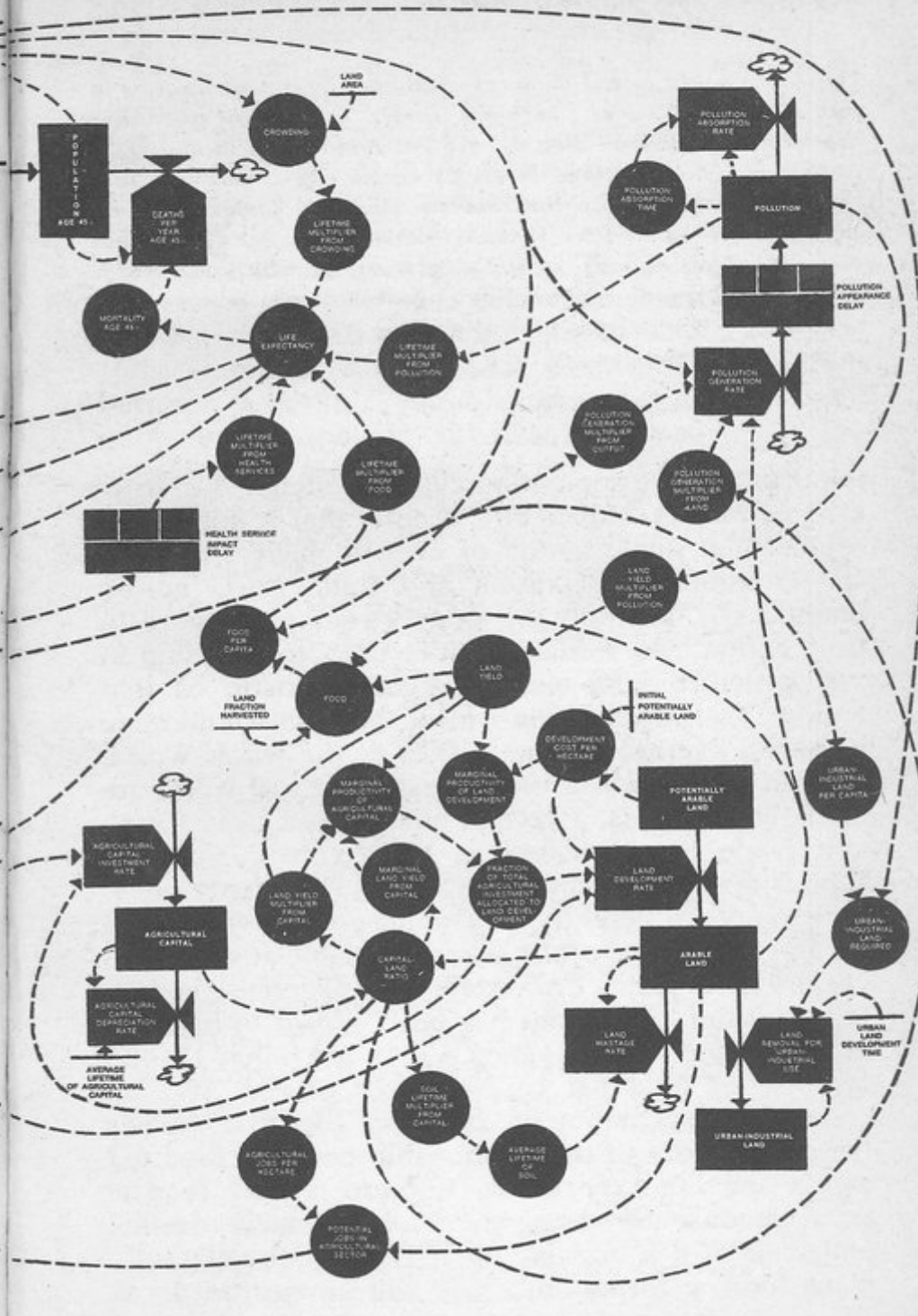
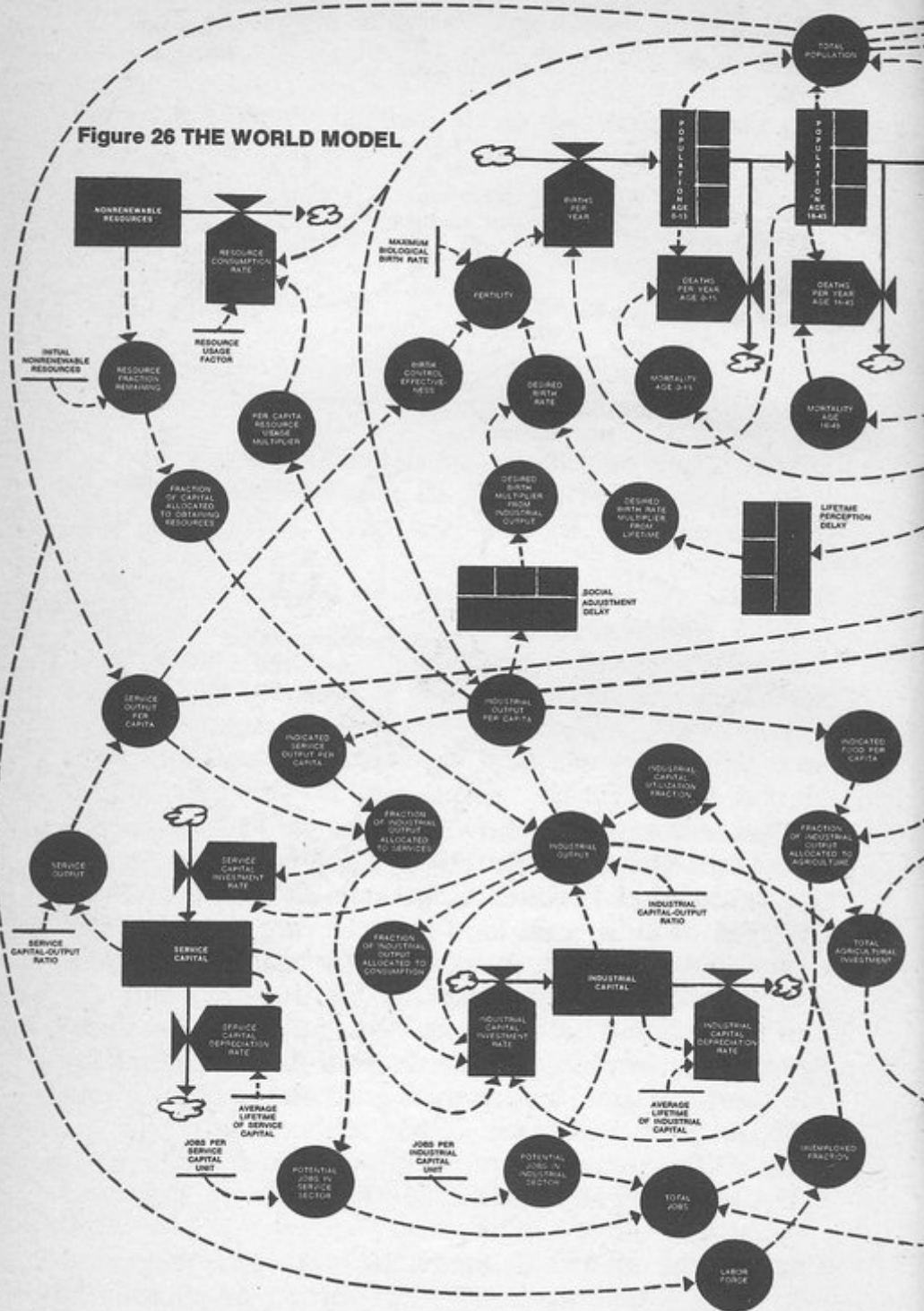
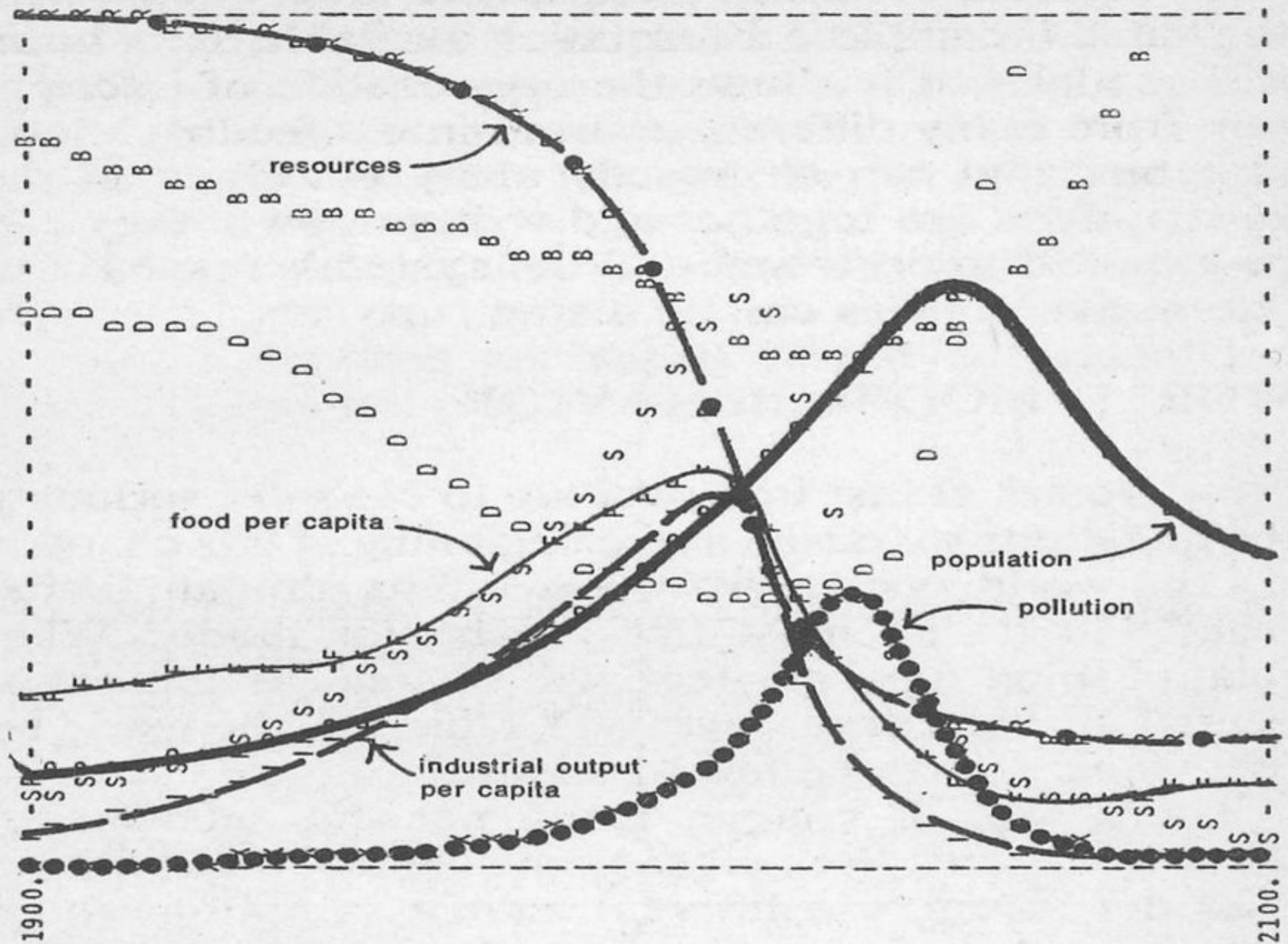


Figure 35 WORLD MODEL STANDARD RUN



Critique néoclassique

L'analyse physique ne tient pas compte des mécanismes de prix !

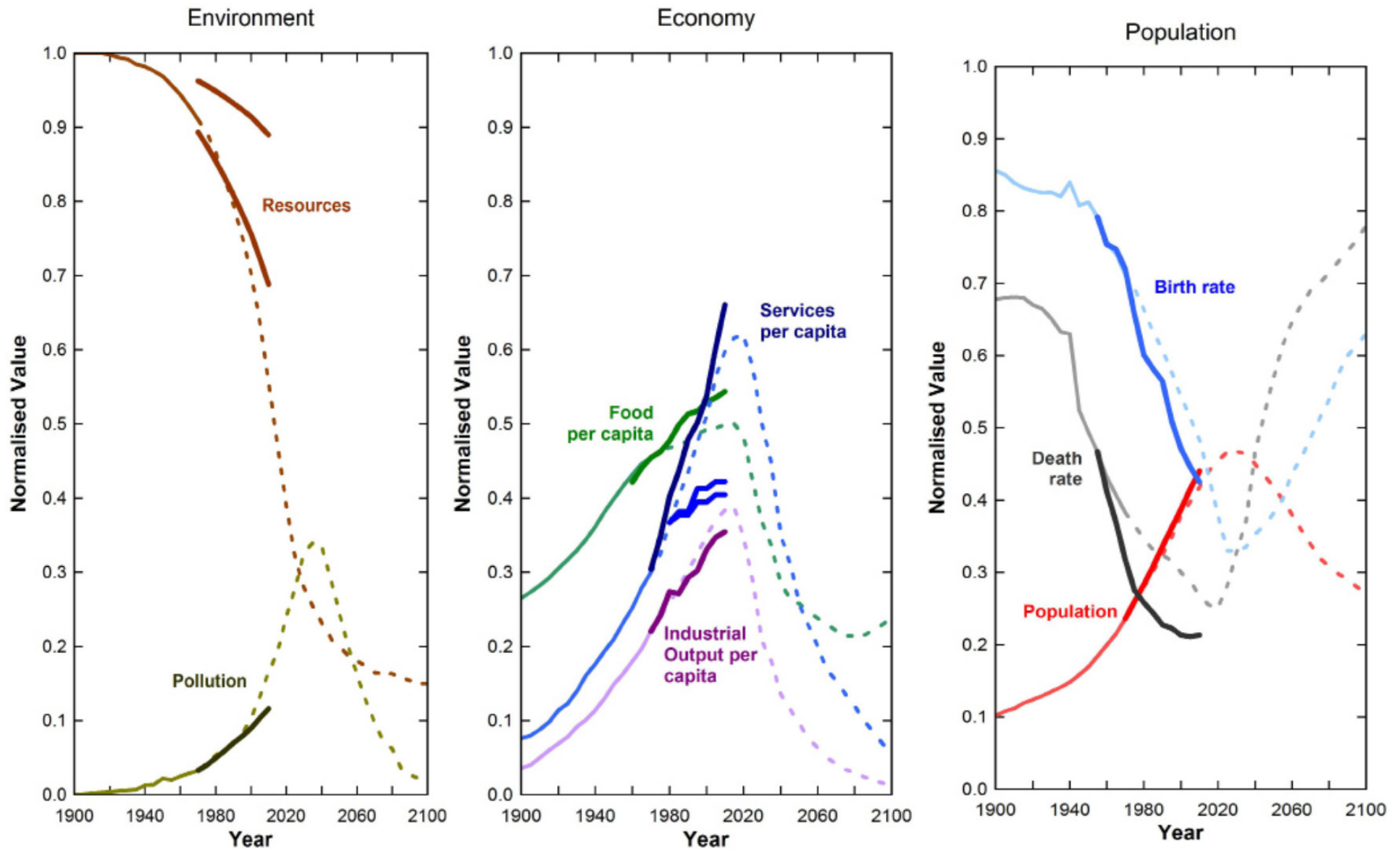
Rareté => augmentation du prix =>

- 1) **Substitution** (produit de remplacement)
- 2) **Innovation** (production plus efficace)

Arguments :

- Il faut avoir confiance dans le génie humain !
- Les cassandres se trompent, chaque fois qu'il y a eu un problème, on a trouvé une solution.

Comparaison 1970 - 2014



Is Global Collapse Imminent?

An Updated Comparison of *The Limits to Growth* with Historical Data

Turner 2014

Ressources naturelles et limites physiques

Économie et Physique :
des points de vues irréconciliables ? Idéologiques ?

Physiciens : *The Limits to Growth*

- Dynamique des systèmes
- Overshoot

Économistes : *Review of economics studies*

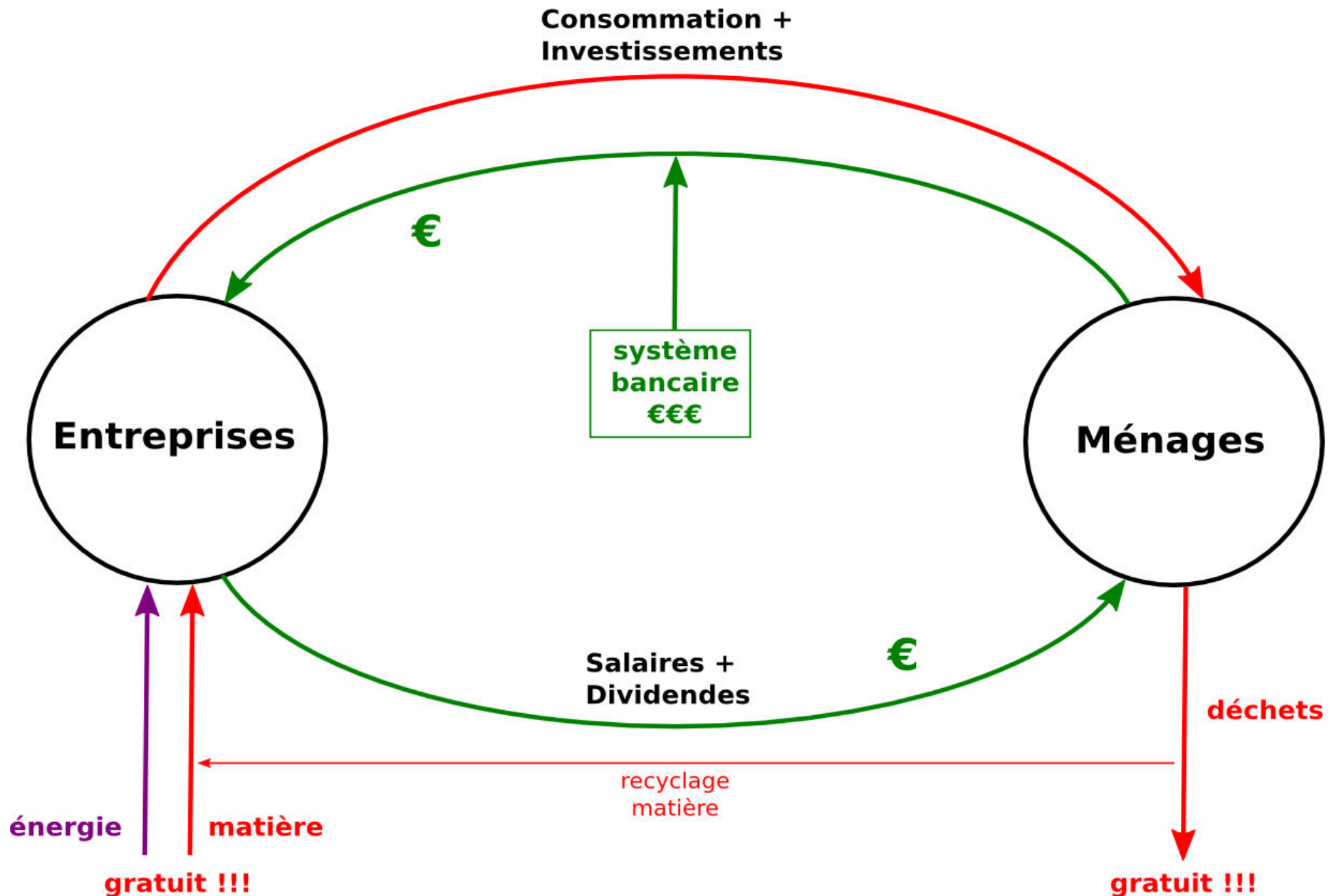
- Risible car on ne tient pas compte des prix
- Substitution
- Progrès technique

Naissance de l'**économie écologique**

La machinerie économique

- circuit monétaire (celui des économistes)
- circuit matériel (celui des ingénieurs)

$$PIB = \sum productions_{fin.} = \sum consommations_{fin.} = \sum revenus_{prim.}$$



Courants économiques

Économistes **orthodoxes** (mainstream) vs. Économistes **hétérodoxes**

(point de vue de l'ingénieur)

La pensée économique néoclassique (orthodoxe) s'est fortement mathématisée, à l'instar de la physique, avec ses **axiomes** et ses **lois** (ou **faits stylisés**). Les **modèles** économiques (micros et macros) sont au centre de l'analyse orthodoxe.

À deux catégories d'axiomes « orthodoxes » répondent deux catégories d'hétérodoxies :

- 1) Axiomes sur les **motivations humaines**
- 2) Axiomes **techniques** sur la production

hétérodoxies "*sociales*" (inégalités)
hétérodoxies "*physiques*" (limites)

Motivations des agents économiques

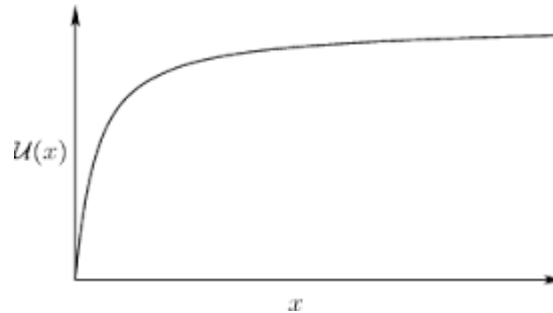
1) Motivations humaines

Des agents (consommateurs, producteurs) :

rationalité individuelle maximalisatrice

A) Le **consommateur** cherche à maximiser l'**utilité** de sa consommation

$$\text{Max} \sum_{t=1}^T \beta^t \cdot U(C(t))$$



$$\text{Max} \sum_{t=1}^T \beta^t \cdot \log(C(t))$$

B) Le **producteur** cherche à maximiser le **profit** tiré de sa production

$$\text{Max} (Y - p_K \cdot K - p_L \cdot L)$$

La plupart des courants hétérodoxes contestent ces « simplismes » et l'idée qu'ils doivent gouverner l'économie.

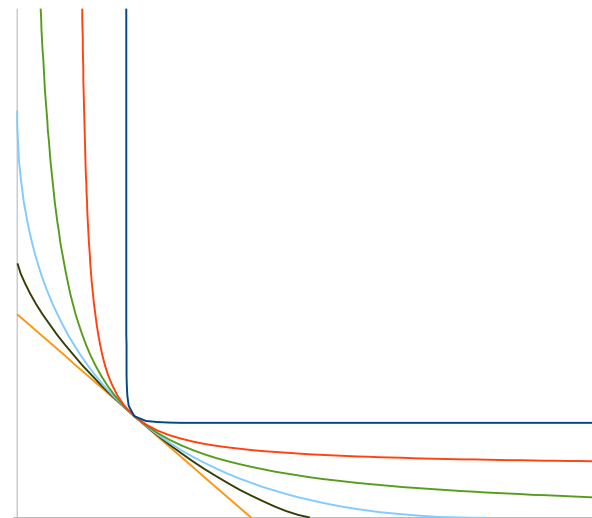
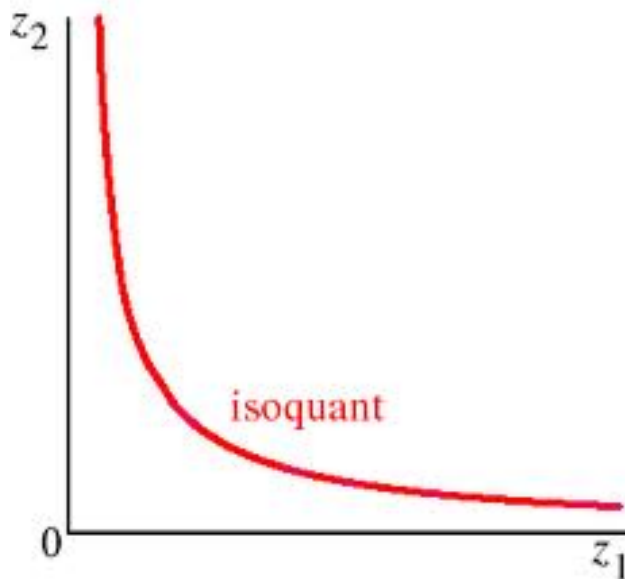
Potentiels techniques (ingénieurs)

2) Potentiel de croissance

Pas de limites en raison des possibilités :

de **substitution** et de **progrès technique**

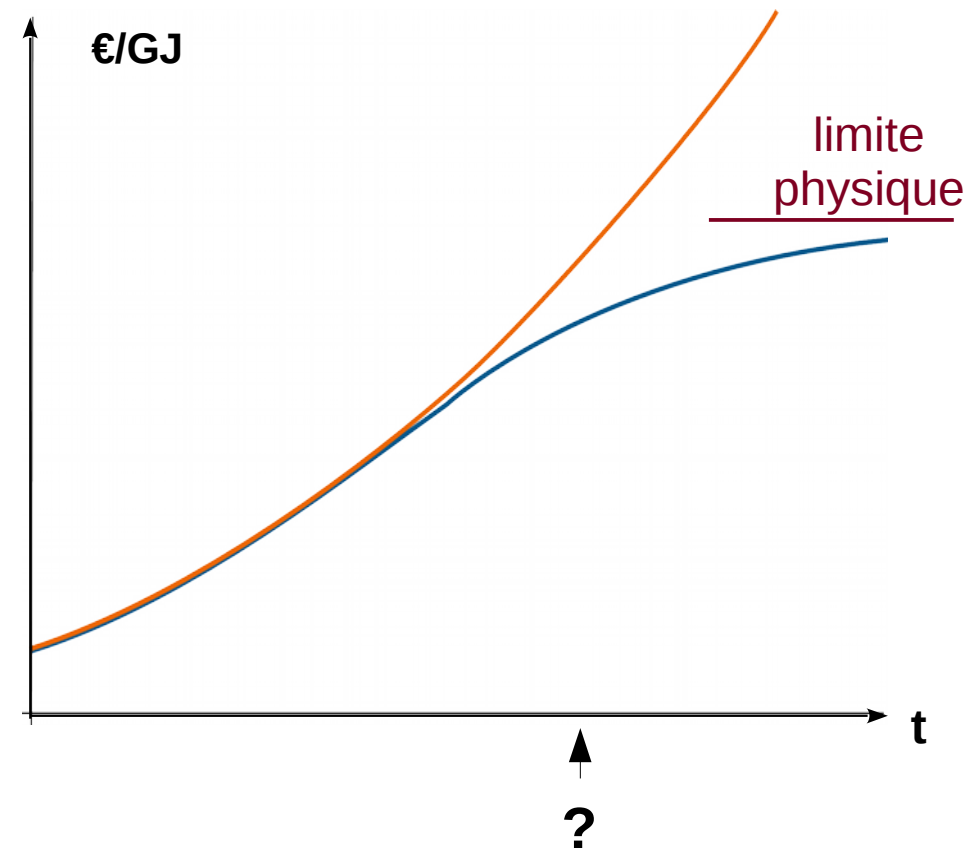
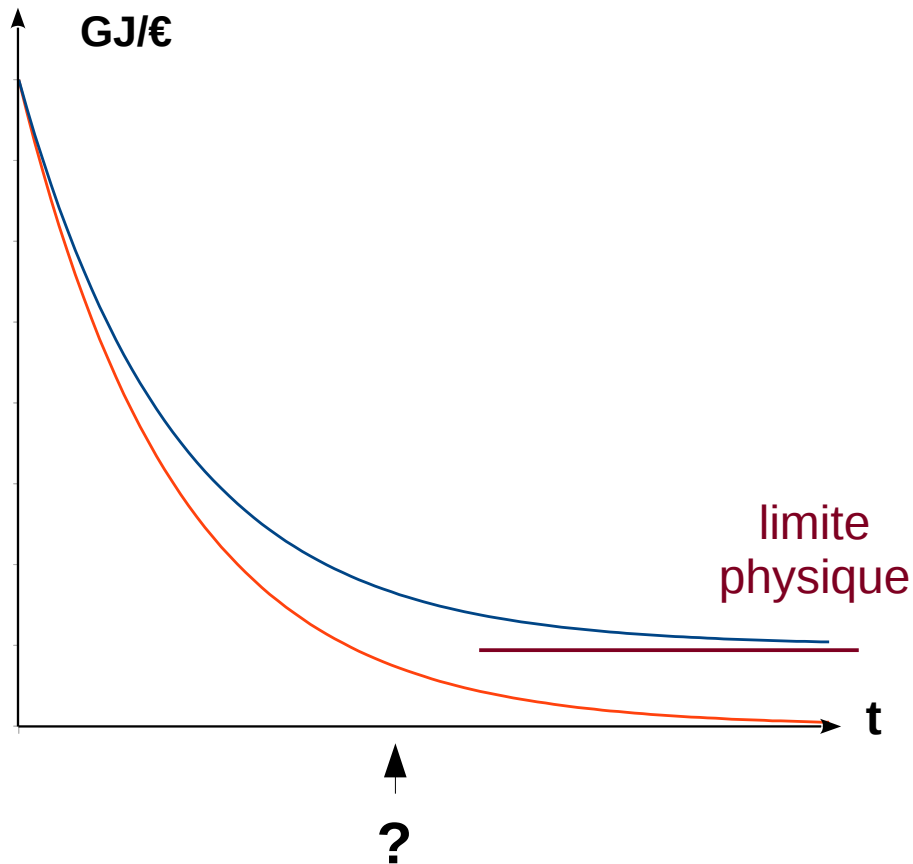
A) **Substitution** : lorsqu'un **input** vient à se raréfier, son prix augmente, ce qui pousse le producteur à lui substituer un autre input.



Pour les physiciens, l'énergie n'est pas substituable, elle est un facteur de production **essentiel** (i.e. indispensable).

Limites physiques et techniques

B) **Progrès technique** : il est toujours possible de produire plus avec moins, sans limite.



Pour les physiciens, toute transformation met en jeu une **quantité d'énergie non nulle** (enthalpie de formation, etc.).

Modèles macroéconomiques

$$Y = A \cdot f(K, L)$$

- Y = production (yield)
- A = paramètre de productivité (facteur technique)
- K = capital
- L = travail (labour)

$$\text{Max} \sum_{t=1}^T \beta^t \cdot U(C(t))$$

- C = consommation
- U = utilité

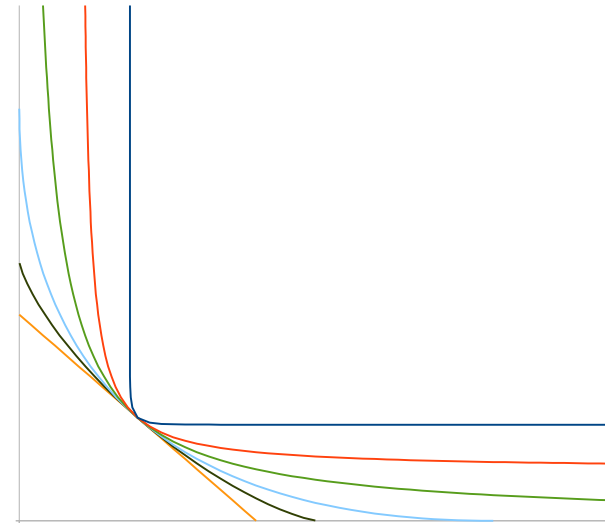
$$Y = A \cdot (a \cdot K^\gamma + (1-a) \cdot L^\gamma)^{1/\gamma}$$

$$Y = C + I$$

$$\dot{K} = I - \delta \cdot K$$

$$\gamma = \frac{\sigma - 1}{\sigma}$$

- a = paramètre de répartition
- σ = élasticité de substitution



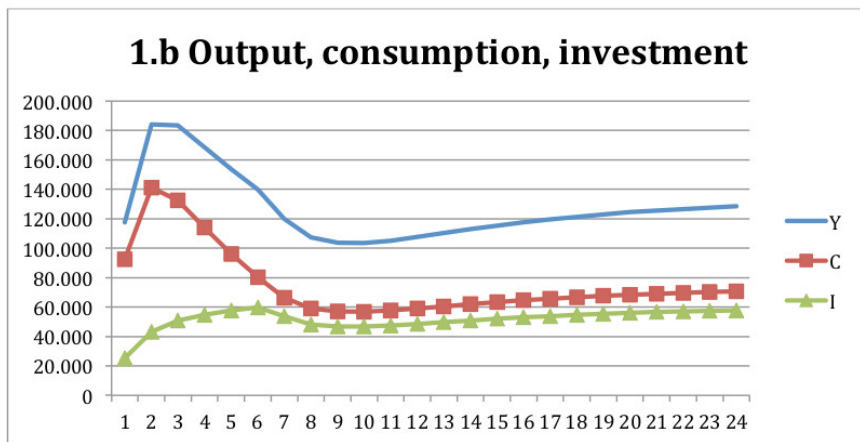
La plupart des modèles macroéconomiques ne tiennent pas compte des **ressources naturelles**.

Macroéconomie et Énergie

$$Y = [a \cdot (K^\alpha \cdot L^{1-\alpha})^\gamma + b \cdot (E^\beta \cdot N^{1-\beta})^\gamma]^{1/\gamma}$$

(un des modèles examinés par le GIEC III)

- Économie de l'environnement
approche orthodoxe i.e. avec substitution et progrès technique non limité
- Économie écologique
avec ressources finies, substitution limitée et progrès technique borné ($\eta=100\%$)

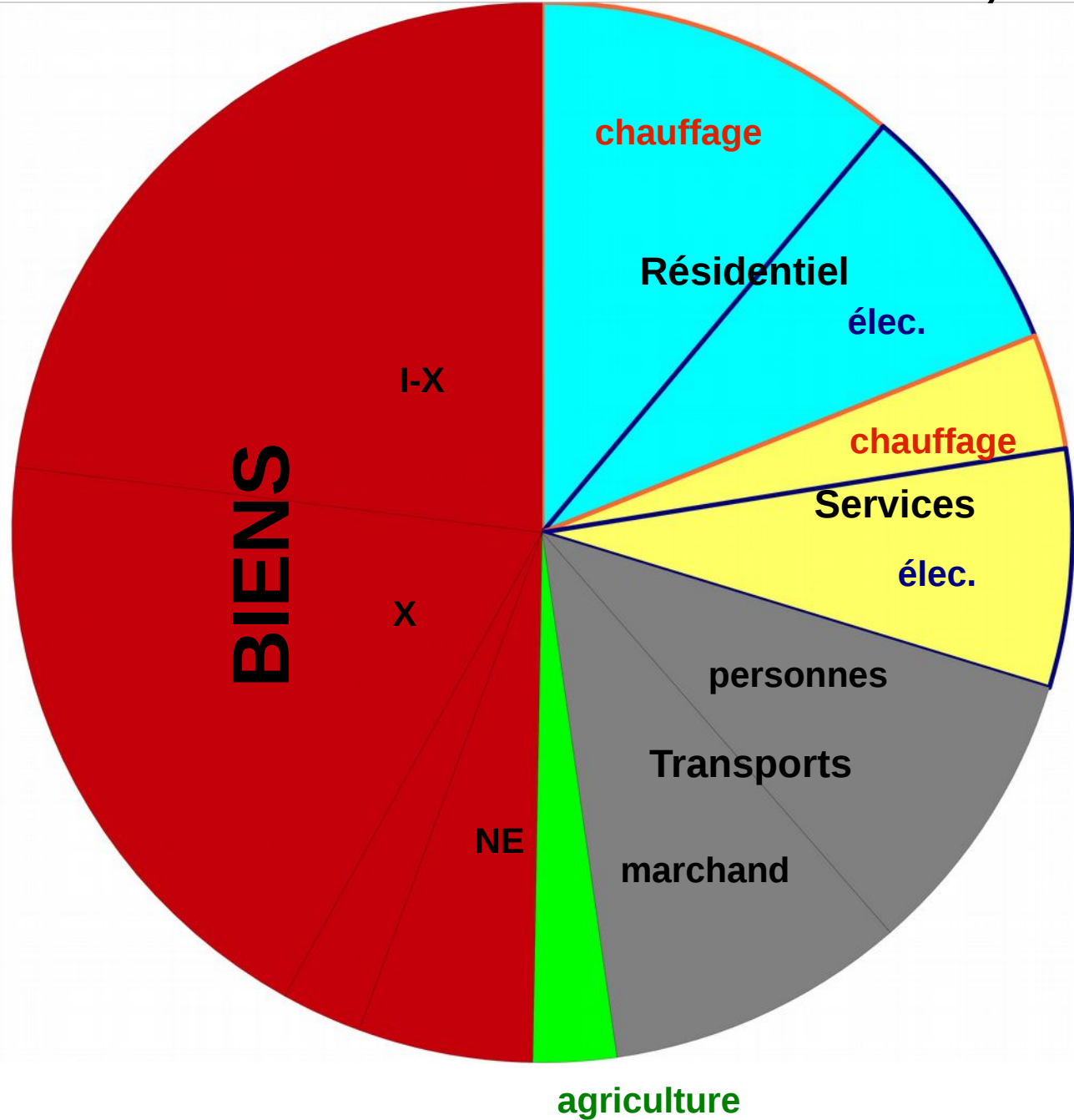


Can the Energy Transition Be Smooth?
Jean-François Fagnart and Marc Germain
December 26th, 2014

Les modèles macroéconomiques de l'économie écologique sont les plus proches de l'approche physique des ingénieurs car ils prennent en compte les **ressources naturelles** et les **limites physiques**.

Économie, énergie et société

- Économie et énergie
- Théories économiques vs. Physiques
- Consommation
 - Décomposition
 - Statistiques de consommation
 - Lien avec les revenus (effet rebond)
- Institutions économiques



France 2005

Source : INSEE

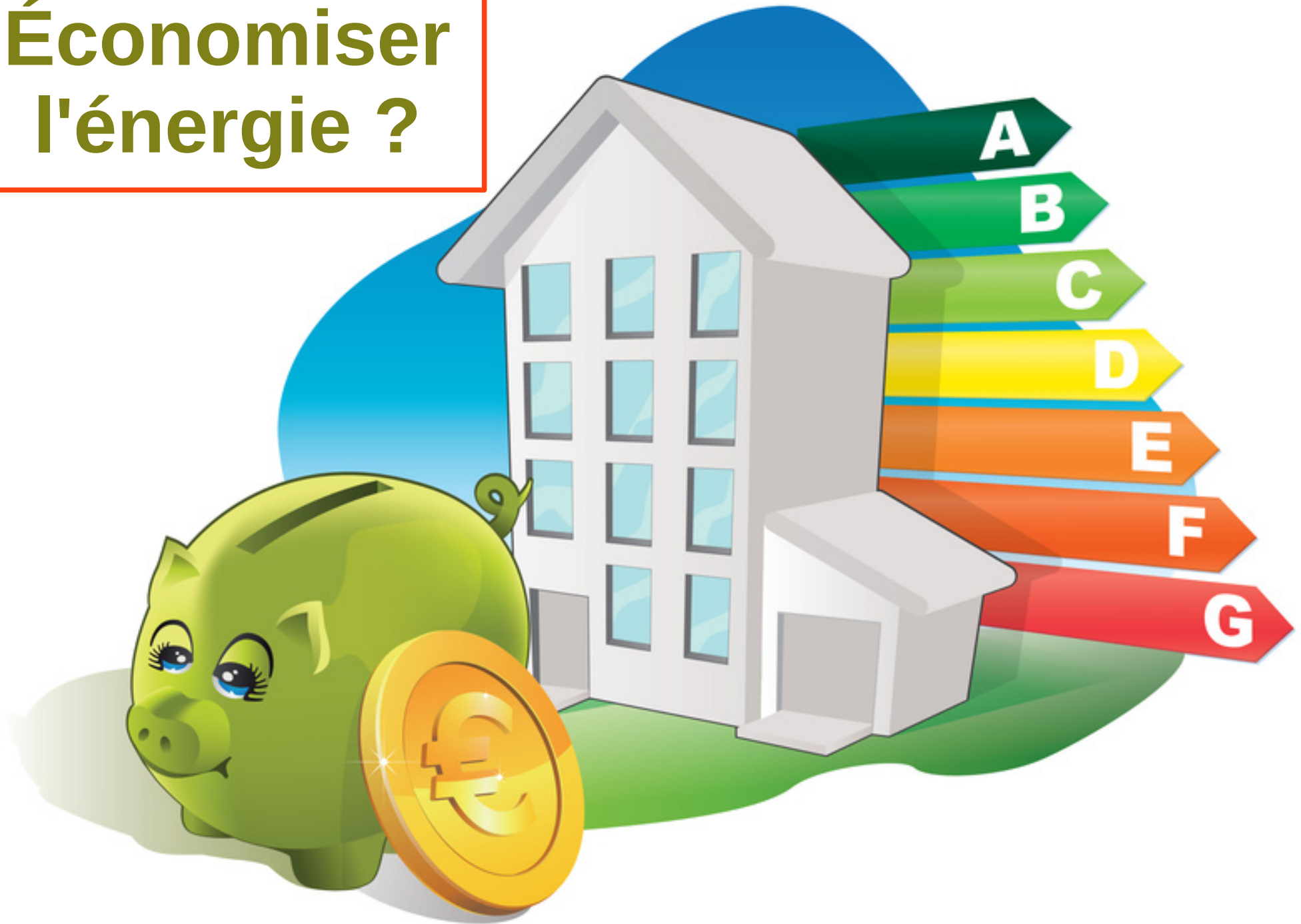
PIB	29 914	01 Produits alimentaires et boissons non alcoolisées	2 272	07 Transports	2 350
Consommation collective des administrations	2 614	011 Produits alimentaires	2 080	071 Achat de véhicules	605
Formation brute de capital fixe	5 777	012 Boissons non alcoolisées	192	072 Dépenses d'utilisation des véhicules	1 374
Variation de stocks	11	02 Boissons alcoolisées et tabac	530	073 Services de transport	370
Solde balance commerciale	-701	021 Boissons alcoolisées	250	08 Communications	468
Exportations	7 618	022 Tabac	281	081 Services postaux	27
Importations	-8 319	03 Articles d'habillement et chaussures	741	082 Matériel de téléphonie et de télécopie	26
Consommation effective des ménages	22 212	0311 Articles d'habillement	601	083 Services de télécommunications	414
Directe	16 888	032 Chaussures, yc réparation	140	09 Loisirs et culture	1 428
Indirecte	5 365	04 Logement, eau, gaz, électricité et autres combustibles	4 289	091 Matériel audiovisuel, photographique et informatique	310
		041 Loyers effectifs	711	092 Autres biens durables culturels et récréatifs	58
		042 Loyers imputés	2 392	093 Autres art. et mat. de loisirs, de jard. et anim. de comp.	346
		043 Entretien et réparation des logements	221	094 Services récréatifs et culturels	496
		044 Autres services liés au logement	278	095 Journaux, livres et articles de papeterie	200
		045 Électricité, gaz et autres combustibles	688	096 Forfaits touristiques	18
		05 Meubles, art. de ménage et entretien courant de l'habit.	984	10 Éducation	141
		051 Meubles, articles d'ameublement, tapis et autres revêtements de sols	256	11 Hôtels, cafés et restaurants	1 187
		052 Articles de ménage en textile	44	111 Services de restauration	927
		053 Appareils ménagers	146	112 Services d'hébergement	259
		054 Verrerie, vaisselle et ustensiles de ménage	105	12 Biens et services divers	1 855
		055 Outillage et autre matériel pour la maison et le jardin	74	121 Soins corporels	367
		056 Biens et services liés à l'entretien courant de l'habitation	358	123 Effets personnels n.c.a.	129
		06 Santé	644	124 Action sociale	315
		061 Médicaments et autres prod. pharm., appareils et mat. médicaux	283	125 Assurances	584
		0623 Services médicaux et hospitaliers	361	126 Services financiers	240
				127 Autres services	220
13 ISBLSM (ensemble)	616				
133 ISBLSM loisirs et culture	93				
134 ISBLSM enseignement	54				
135 ISBLSM action sociale	297				
136 ISBLSM autres services	173				
14 APU (ensemble)	4 840				
141 APU logement	224				
142 APU santé	2 147				
143 APU loisirs et culture	281				
144 APU enseignement	1 449				
145 APU action sociale	739				
15 Solde territorial	-92				

Source : INSEE

© Louis Possoz – 2014

10 février 2017

Économiser l'énergie ?



Jevons paradox

W.S. JEVONS 1835 - 1882



Effet rebond ou paradoxe de Jevons ou postulat de Khazoom-Brookes

Faire plus avec moins !

(recette favorite des environnementalistes, des politiques et des ingénieurs)

Possible mais limité (par les lois de la physique)

Historique :

Thomas Newcomen → James Watt (transition vers 1770)

The coal question (1865)

Micro

Effet direct : 10 – 30 % (GIEC 2014)

Effet de revenu : transfert de consommation

Macro

Effet de prix : opportunité d'achat

Effets macroéconomiques (innovation, etc.)

Confrontation des intuitions aux observations...

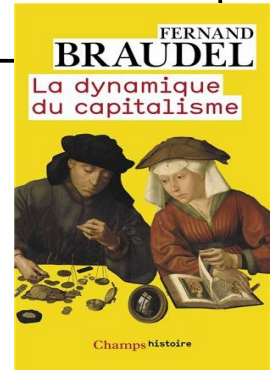
Économie, énergie et société

- Économie et énergie
- Théories économiques vs. Physiques
- Consommation
- Institutions économiques
 - Les 3 strates de l'économie
 - Entreprises versus SA
 - Impératifs de croissance
 - Cascade de causalité (synthèse)

Les 3 strates de l'économie

Fernand Braudel (1902-1985), historien français
Civilisation matérielle, économie et capitalisme – XVe – XVIIIe siècles

La dynamique du capitalisme, Flammarion 2008



Définition : l'économie c'est l'organisation de la production matérielle

- 1) **La vie matérielle** – non monétaire, autoproduction, dons et contre-dons...
- 2) **Le marché** – échanges monétaires, marchés urbains... **C – M – C'**
- 3) **Le capitalisme** – investissements, banquiers... **M – C – M'**

Thèse : c'est le niveau 3 qui impose la croissance économique
(chrématistique, capture des marchés, oligopoles, association avec les hiérarchies)

Entreprise

1) Point de vue de la sociologie :

Collaboration humaine en vue de répondre à des besoins matériels.

- **Utilisateurs** qui définissent les besoins
- **Travailleurs** qui organisent la production
- **Investisseurs** qui financent les machines et les bâtiments
- **Voisins** qui supportent les externalités (négatives)

Société (d'actionnaires)

L'entreprise « C'est un **impensé juridique** » écrivent Hatchuel et Ségrestin
(Mines Paris-Tech).

2) Point de vue du droit :

Propriété privée (fructus, usus, abusus)

Assemblée générale des actionnaires

Conseil d'Administration

Direction

- **Profits** = objectif => maximiser
- **Travail** = coût => minimiser
- **Demande** => induire (publicité, manipulation)
- **Externalités** => délocaliser (règles, coûts)

Impératifs de croissance économique

Constat : les entreprises cherchent à augmenter la consommation (publicité).

1) Actionnaires

Les profits des Sociétés Anonymes accroissent les capitaux des actionnaires.

=> Nouveaux investissements
Augmentation de la production
Consommation induite

2) Politique

Hausse de la productivité du travail => licenciements =>

- chômage et instabilité politique
- ou **croissance économique et nouveaux emplois.**

Cascade de causalité

Du capitalisme au climat

- Le **capitalisme** contraint à la croissance économique.
- La **croissance économique** fait augmenter la consommation d'énergie.
- L'augmentation de la **consommation d'énergie** interdit la sortie des énergies fossiles (**émissions de CO₂**).
- Les **émissions de CO₂** accentuent le **dérèglement climatique**.

Avec toutes ses conséquences ...



Habiter ?



Se déplacer ?

10 février 2017