



Énergie Économie & Sociétés humaines

<http://www.quelfutur.org>

L'énergie, l'économie & la société

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

Maîtrise de l'**énergie** => maîtrise de l'**économie** !
(=> maîtrise du **pouvoir**)
Mythe du découplage absolu !

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



calmann-lévy

Science → Technique → Production (industrielle)

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

Contexte

- A) Crises environnementales (dont climatique) graves (humanité) et urgentes (décennie). Donc nécessité (entre autres) de stopper les émissions de CO₂ !
- B) Combustibles fossiles (+ de 80%) n'ont pas de substitut à la hauteur, ni renouvelables, ni nucléaires.
- C) Couplage fort entre croissance économique et consommation d'énergie (limites vs. infini).
- D) Pas de croissance du bien être avec la croissance de la consommation (au delà de la satisfaction des besoins de base).
- E) And so what ? Rôle des individus et des États. Quel modèle d'organisation pour une société de **transition** qui disposera de moins d'énergie et donc de moins d'économie ?

- Quels sont les principaux débats scientifiques et de société ?
- Quelle place pour les ingénieurs (physiciens) dans ces débats ? Quelle éthique ?

pas de débat scientifique.
(Naomi Oreskes)

Débattu.

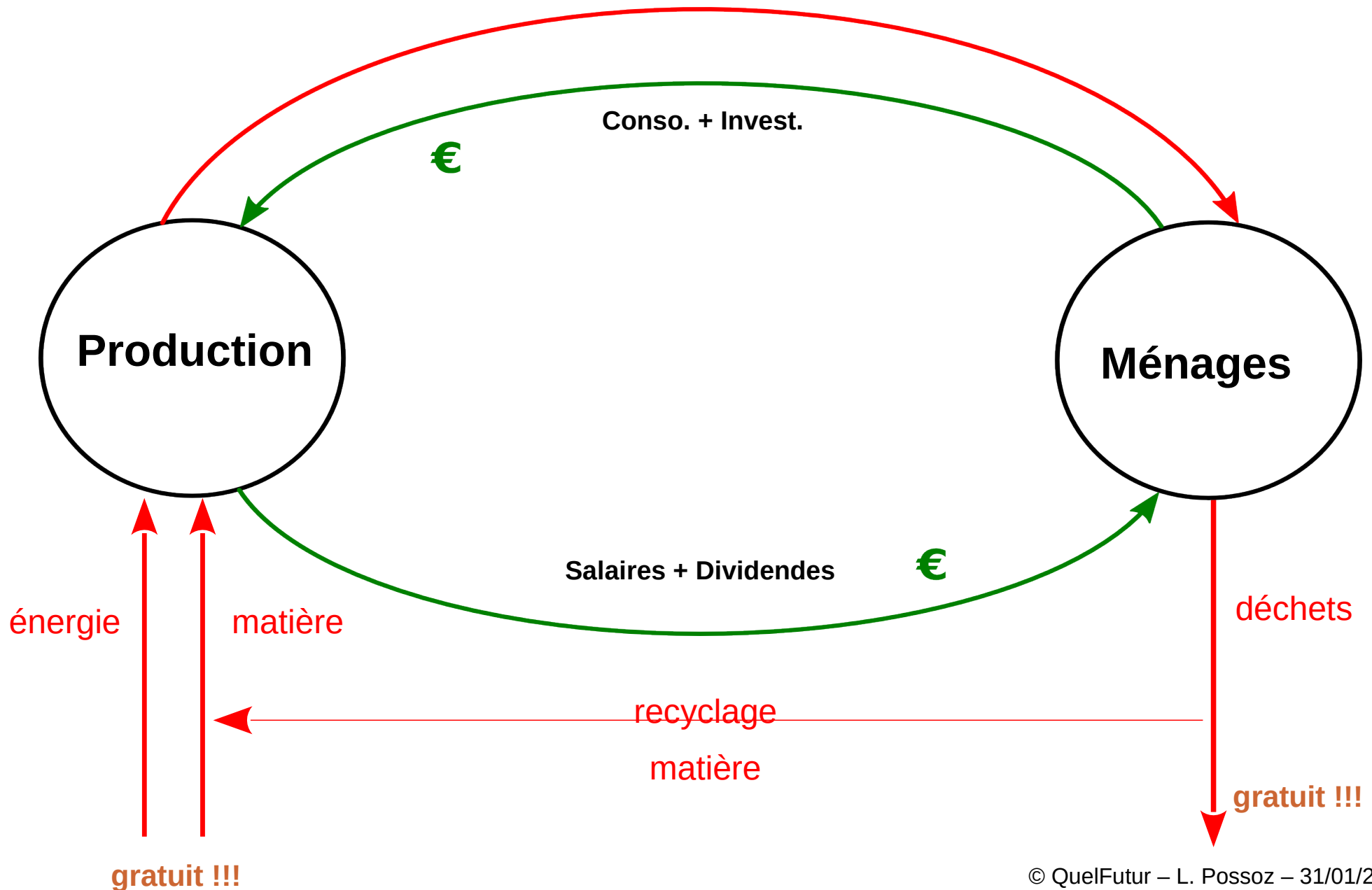
Débat majeur.
Économie vs.
Physique.

Littérature
abondante.

Peu de
littérature sur
les
institutions.

Machinerie économique

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



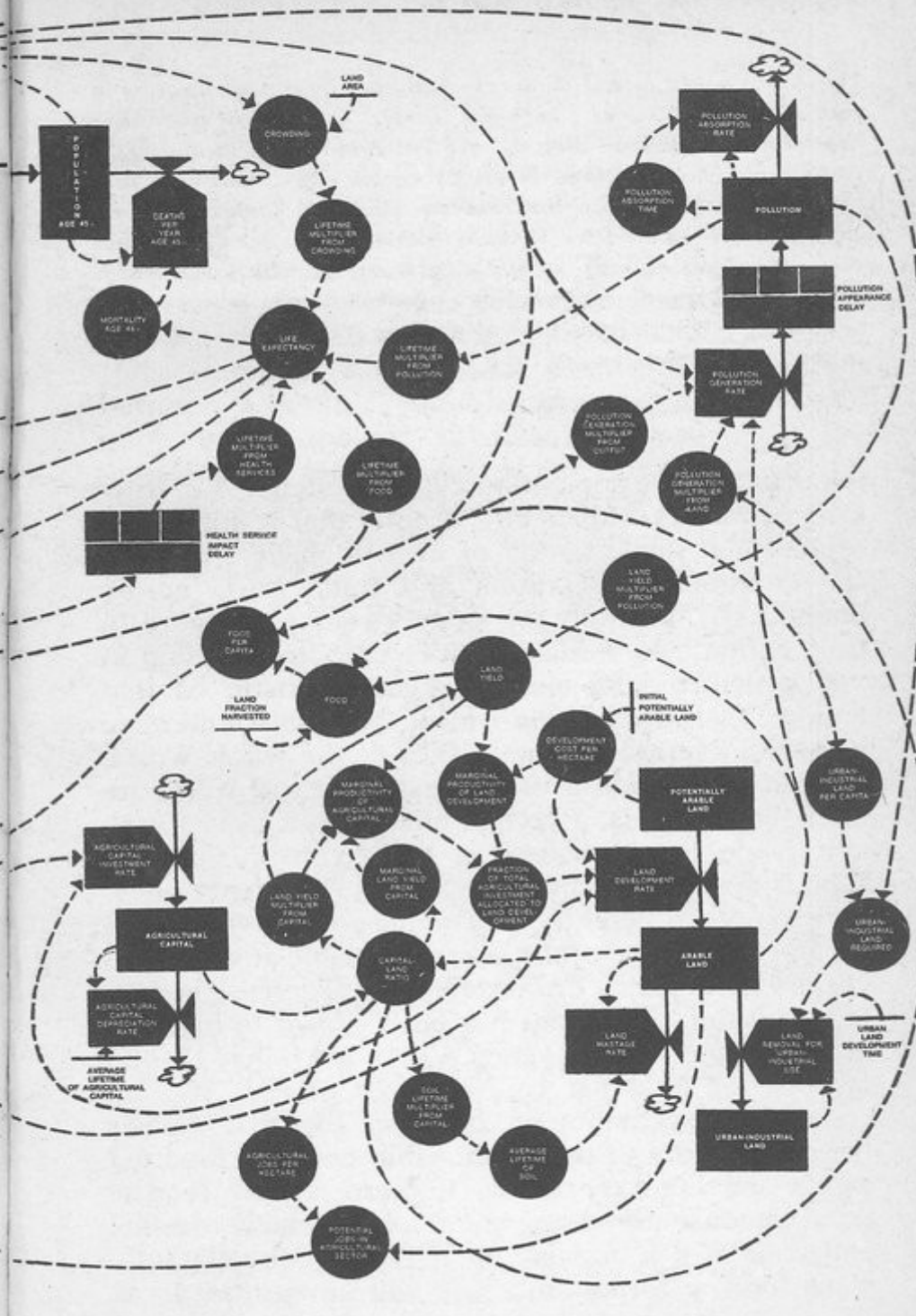
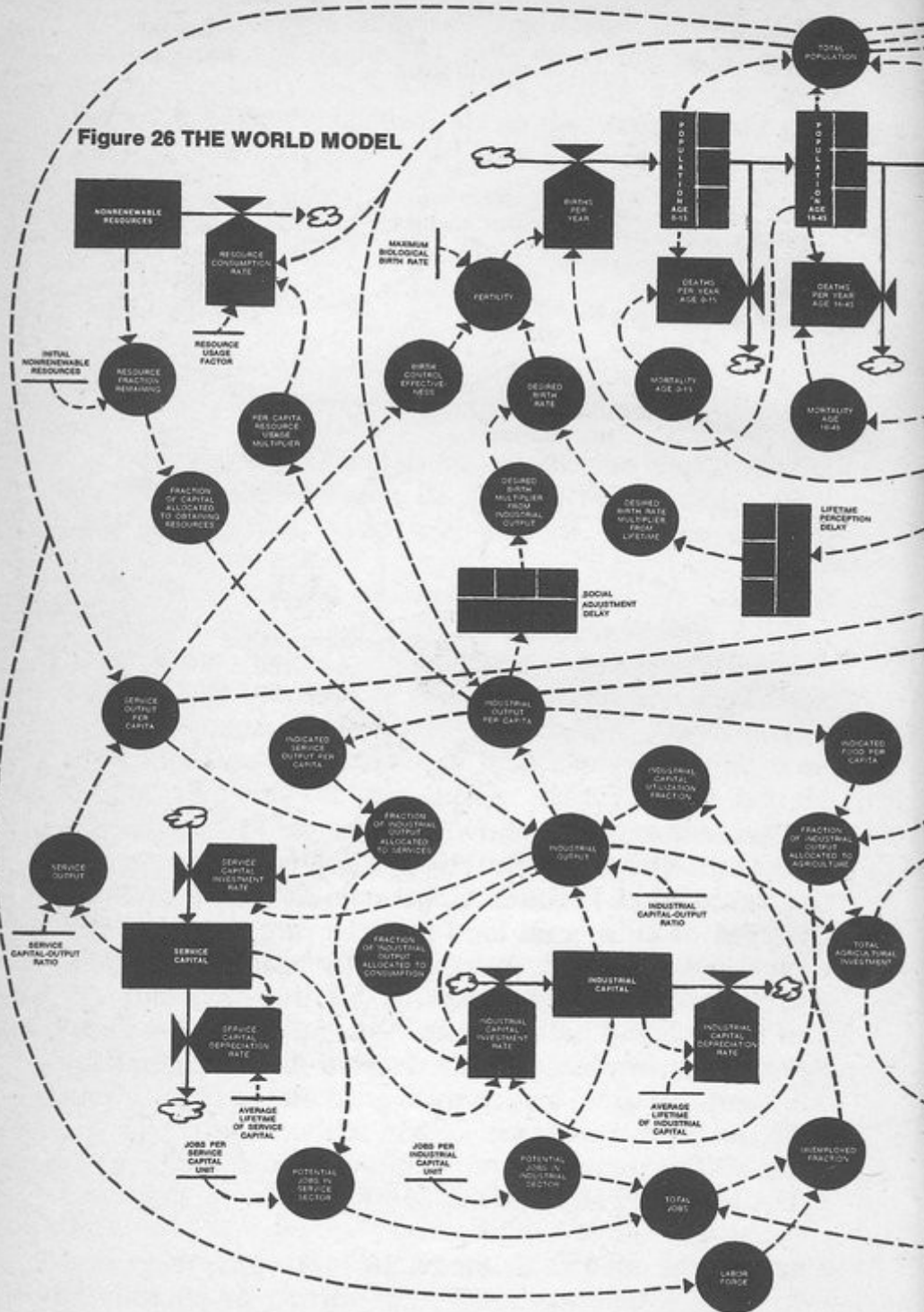
Historique du débat sur les limites

- **1972** – Limits to growth (MIT, Club of Rome) Modèle du monde selon les méthodes de la dynamique des systèmes. La croissance économique provoque un overshoot suivi d'un effondrement à cause de la hausse de la **pollution** et de l'épuisement des **ressources naturelles**.
- **1974** – Réponse des économistes (DHSS in *Review of economic studies*) : modèle inapproprié. Selon les modèles économiques néoclassiques, des prix croissants entraîneront les progrès technologiques nécessaires : l'**efficacité énergétique** d'une part, la **substitution** d'autre part.
- **2013** – La controverse reste pratiquement identique, les économistes néoclassiques (dominants dans les sphères économique et politique) d'un côté, les économistes écologiques et les physiciens de l'autre. Peu (très, trop peu) de débat scientifique contradictoire.

Le débat sur la réalité du réchauffement climatique étant pratiquement clos, celui sur la croissance économique face aux limites est aujourd'hui le débat scientifique le plus important et le plus urgent.

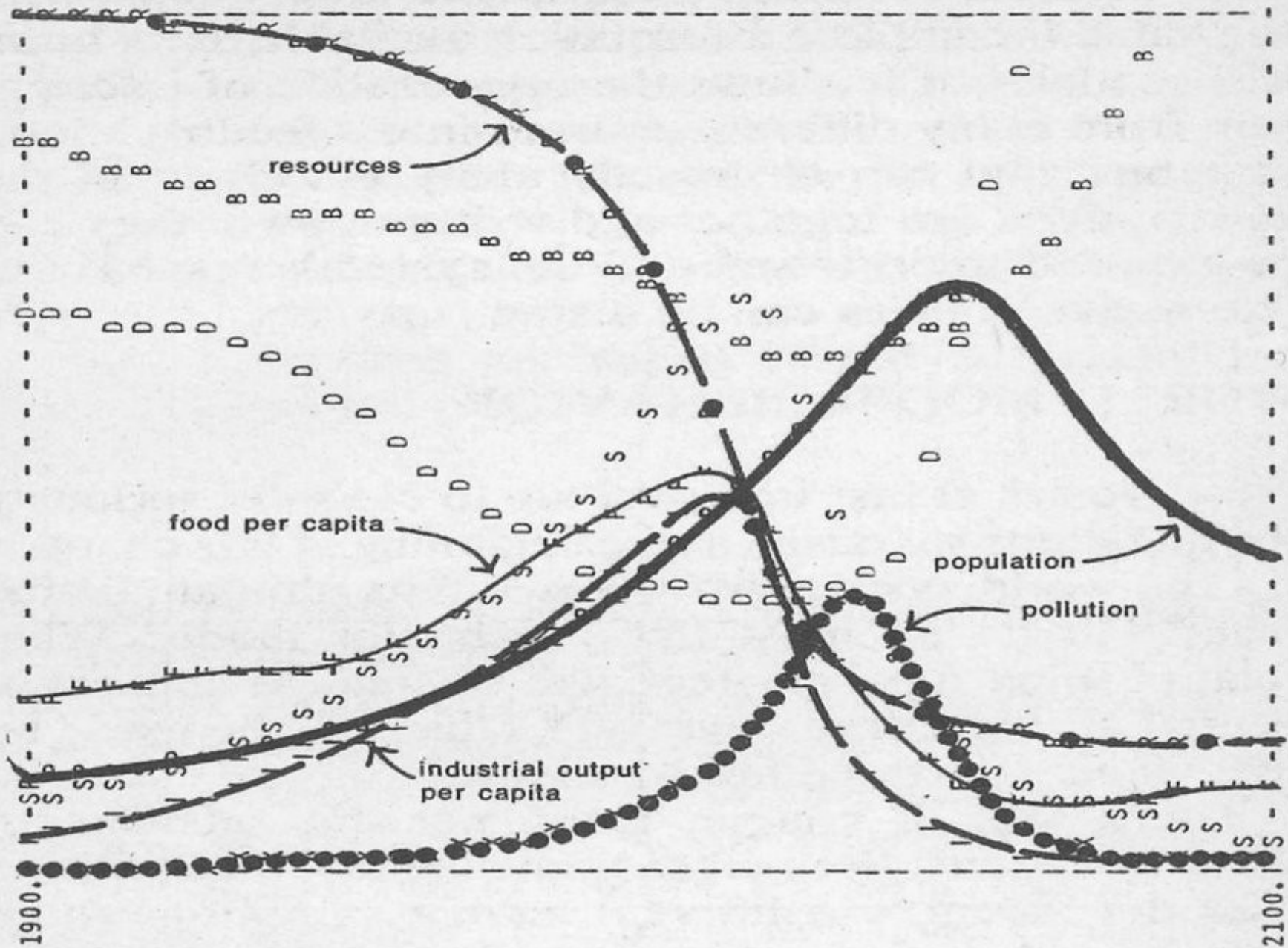
Quels chercheurs pour quelle recherche à l'EPL ?

Figure 26 THE WORLD MODEL



Modèle du monde

Figure 35 WORLD MODEL STANDARD RUN



Modèles de croissance

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(C(t)) dt$$

$$\max U = \max \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \log C(t) dt$$

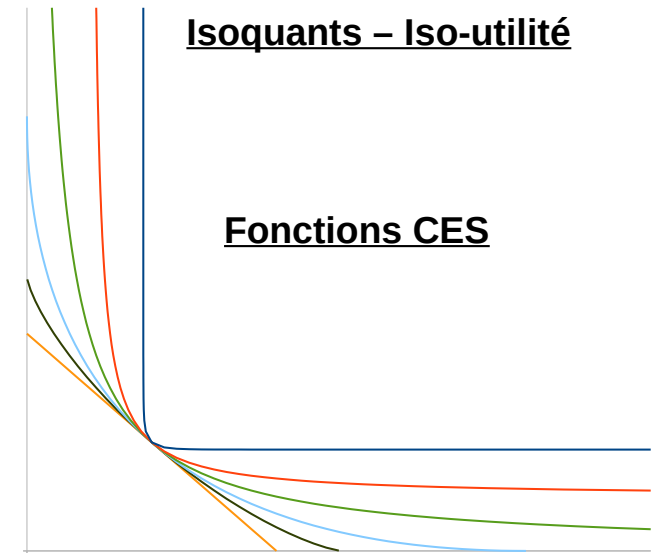
$$Y = F(K, L, A)$$

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{(1-\alpha)}$$

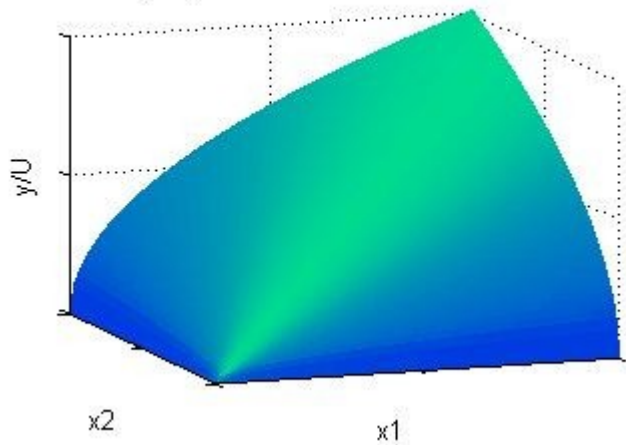
Cobb-Douglas

$$A = A_0 e^{g t}$$

progrès exogène



production/utility function = $a x_1^{\alpha} x_2^{\beta}$
 $a=1, \alpha=\beta=0.5$ - constant returns to scale

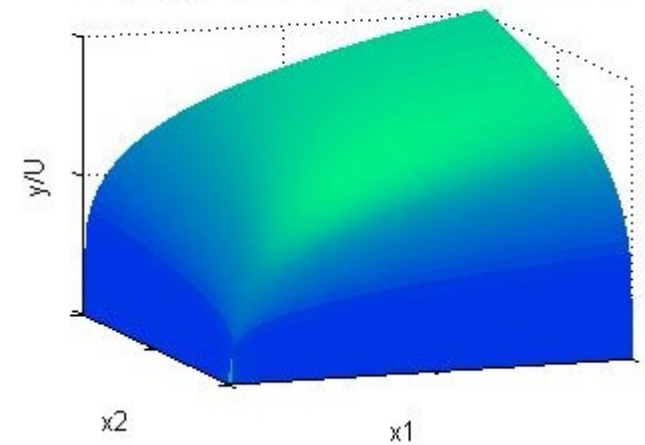


$$Y = C + I$$

$$\dot{L} = n \cdot L$$

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

production/utility function = $a x_1^{\alpha} x_2^{\beta}$
 $a=1, \alpha=\beta=0.25$ - decreasing returns to scale



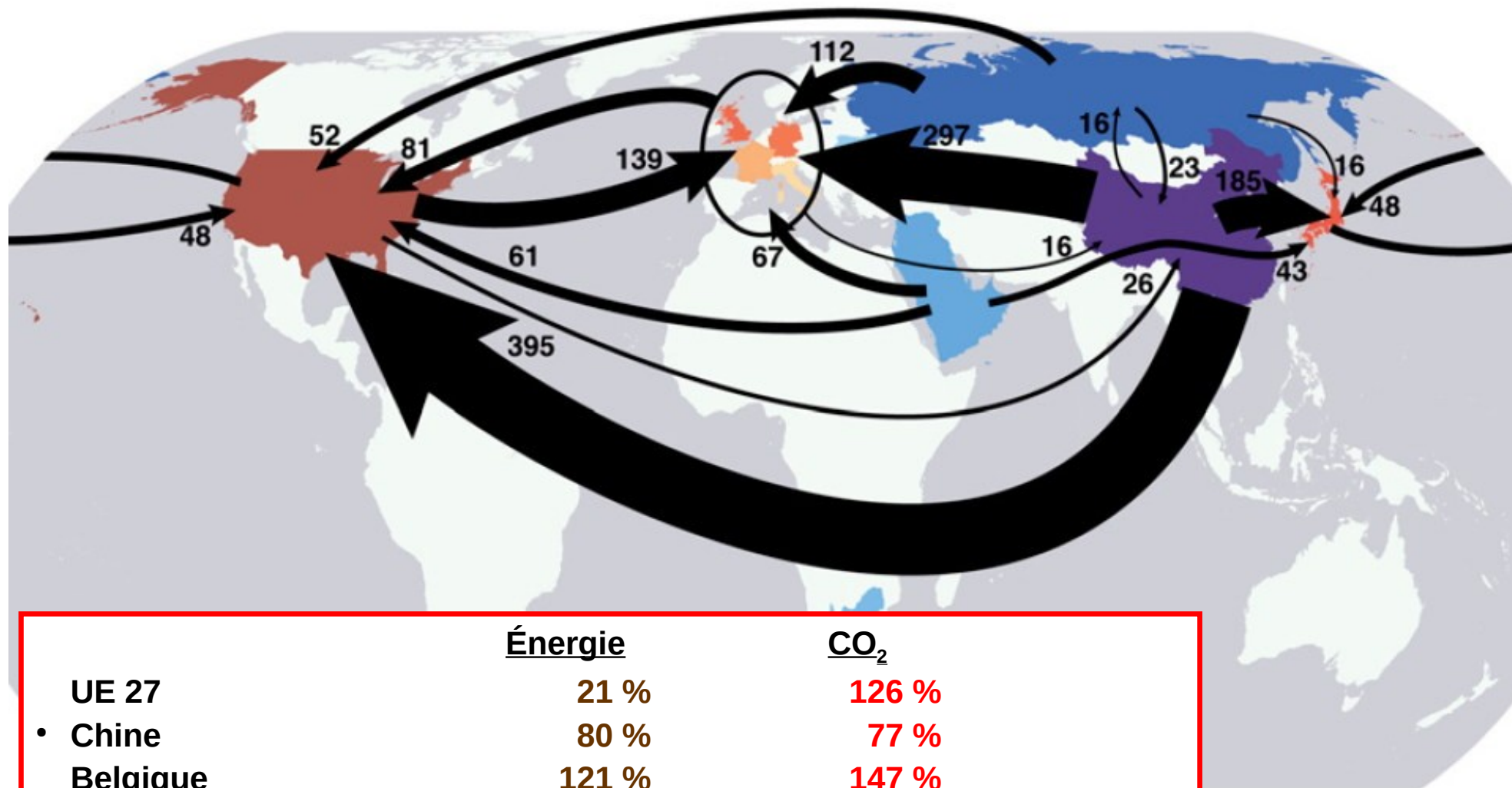
Modèles macro

- La **maximisation de l'utilité** pour le consommateur est le moteur premier de la **croissance économique** ainsi modélisée. Il renonce à une partie de sa consommation actuelle pour améliorer sa consommation future.
- L'accumulation de **capital** d'une part (modèle de Solow) et le **progrès** technologique exponentiel d'autre part sont indispensables à la croissance économique **exponentielle**.
- Capital (machines) et technologies sont considérés comme des **facteurs économiques** nécessaires et suffisants. Or, ce ne sont que des moyens pour mettre en œuvre l'**énergie** nécessaire à la production. Sans énergie, capital et technologie restent inopérants.
- Les modèles sont calibrés avec les données économiques (monétaires) historiques (*faits stylisés*). Les écarts (Solow residuals) sont la motivation à améliorer les modèles. Mais on reste dans la même logique du comportement rationnel qui maximise les intérêts du consommateur et de l'absence de limites matérielles.
- Puisque les données historiques sont des données de croissance, les modèles prévoient la croissance !
- Les écarts entre pays peu ou très développés sont analysés pour définir des politiques de développement (WB & FMI). Cependant, les **rapports de force** sont négligés.
- Les applications régionales (nationales) des modèles concluent souvent au **découplage** entre **croissance économique** et consommation des **ressources naturelles** (et rejet de "déchets"). Cependant, ils intègrent rarement les **externalisations** dans leurs conclusions !

Consommation versus Production

Davis & Caldeira

01/2010 PNAS



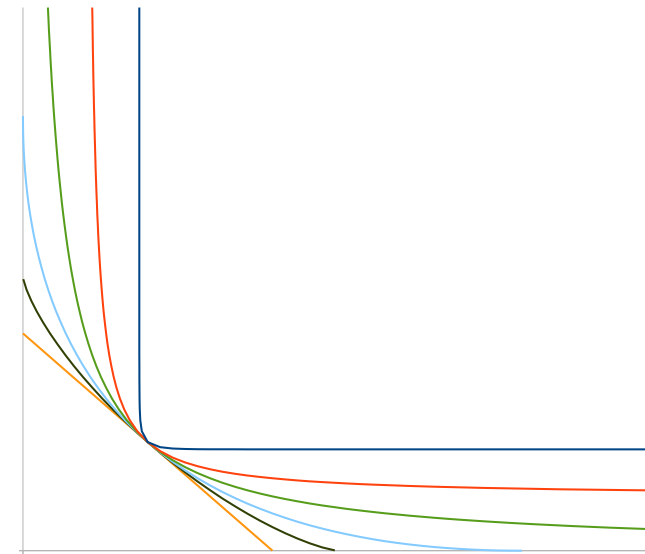
Substitution

La question de la substitution est générique dans le débat économique :

- Tout est-il substituable ? Jusqu'à quel point ?
- Capital et travail sont-ils toujours substituables ?
- Il n'y a pas de substitut à l'énergie !
- « Qui dort dîne »
- **Soutenabilité faible - soutenabilité forte** (weak vs. strong sustainability)

En simplifiant,

- l'économie néoclassique considère que tout est substituable (pour peu que l'on ne rechigne pas devant l'importance de la compensation) et donc que le capital naturel peut être remplacé par du capital technique et du capital humain (les savoirs),
- l'économie écologique (et la physique) considère que le potentiel de substitution peut être (très) limité voire nul dans certains cas et que le capital naturel est largement irremplaçable.



Progrès technologique

IPAT *Impact* = *P*opulation × *A*ffluence × *T*echnology

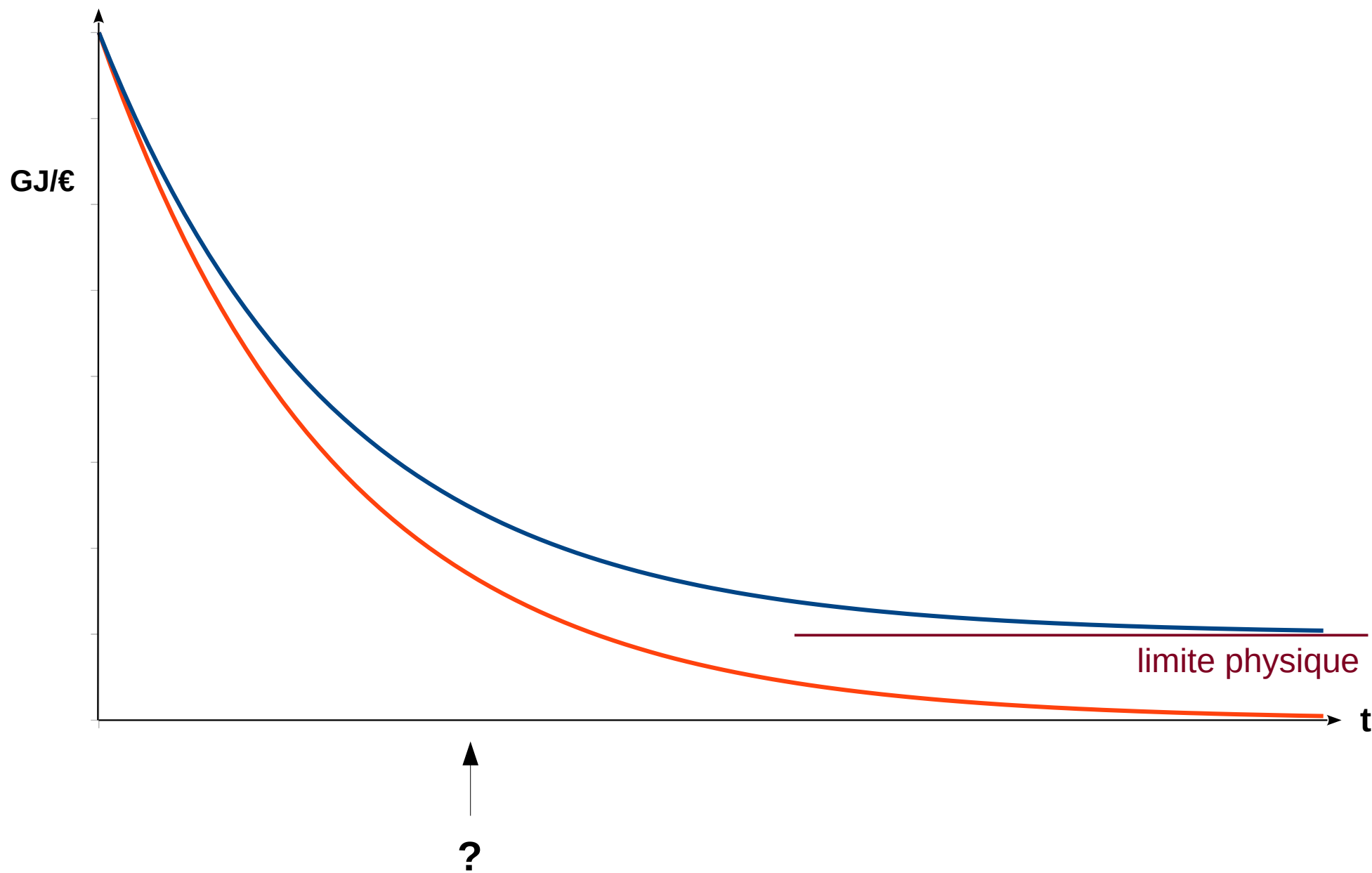
Kaya
$$\text{Énergie} = \text{Pop} \cdot \frac{\text{PIB}}{\text{Pop}} \cdot \frac{\text{Énergie}}{\text{PIB}}$$

intensité énergétique du PIB - MJ/€

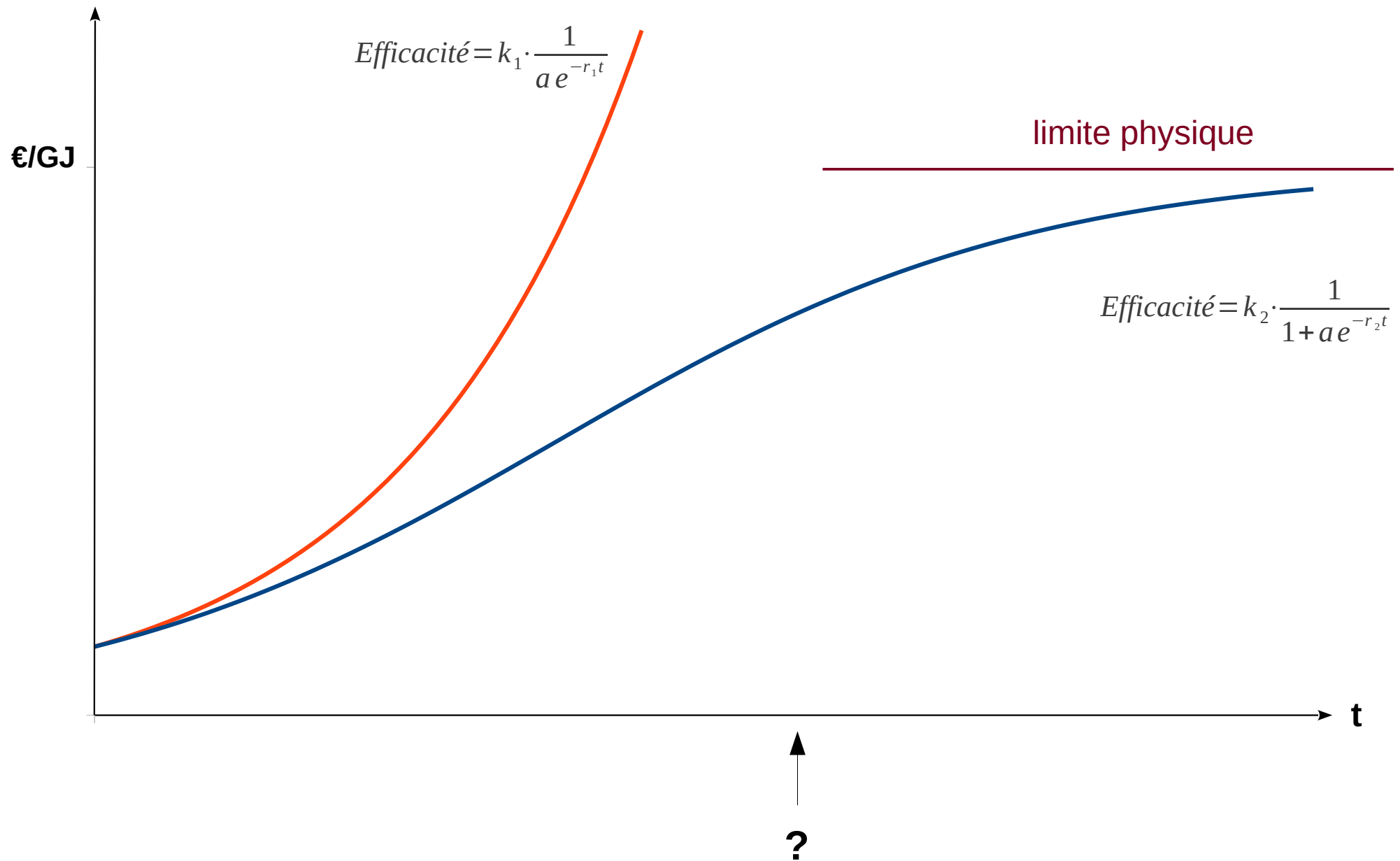
efficacité énergétique du PIB - €/MJ

$$\frac{\text{PIB}}{\text{Énergie}}$$

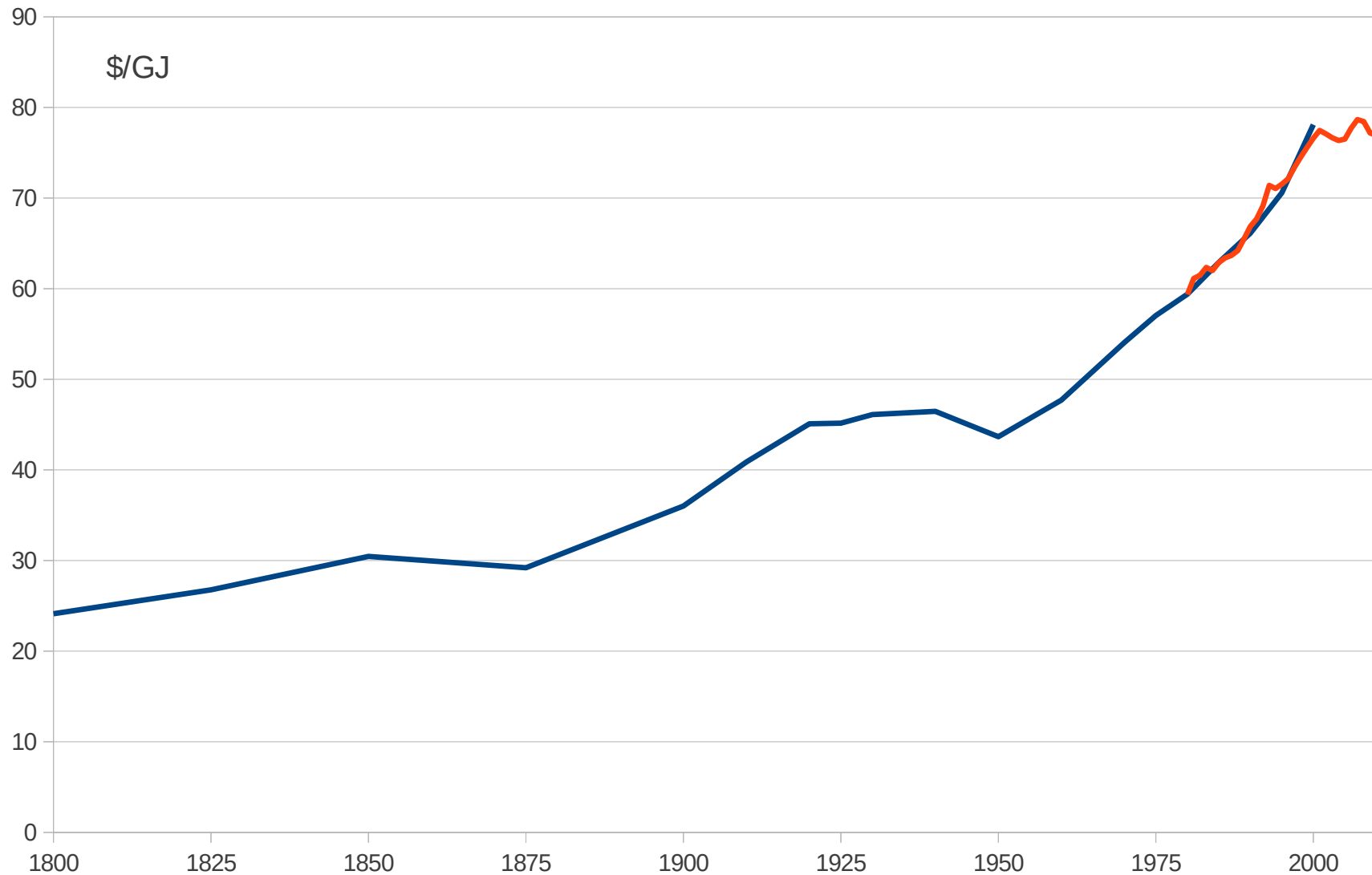
Intensité énergétique (GJ/€)



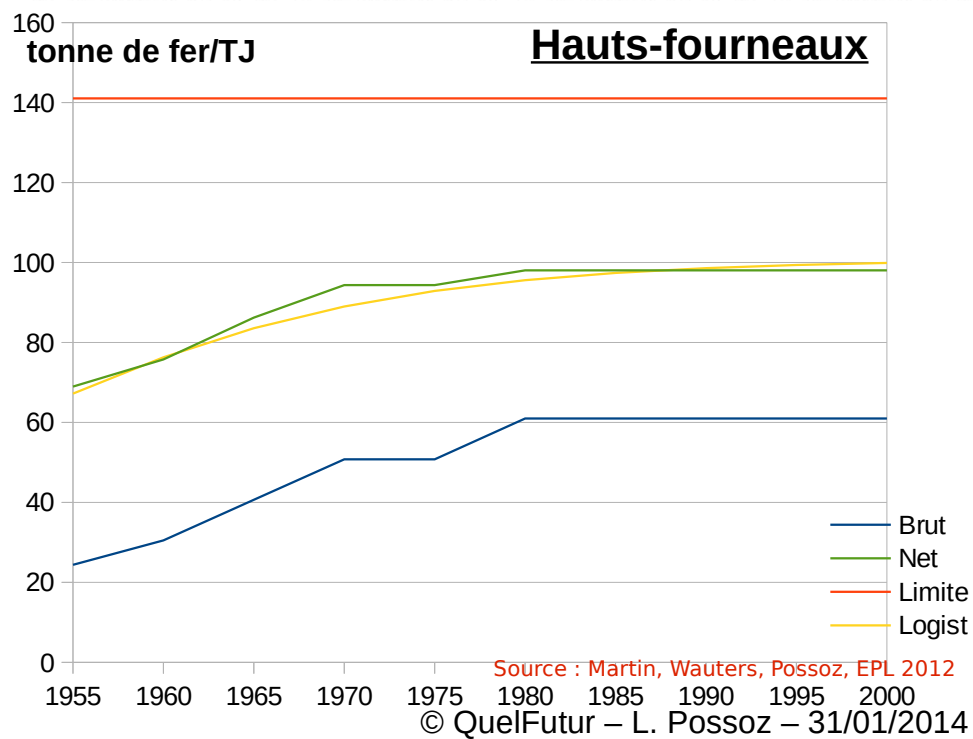
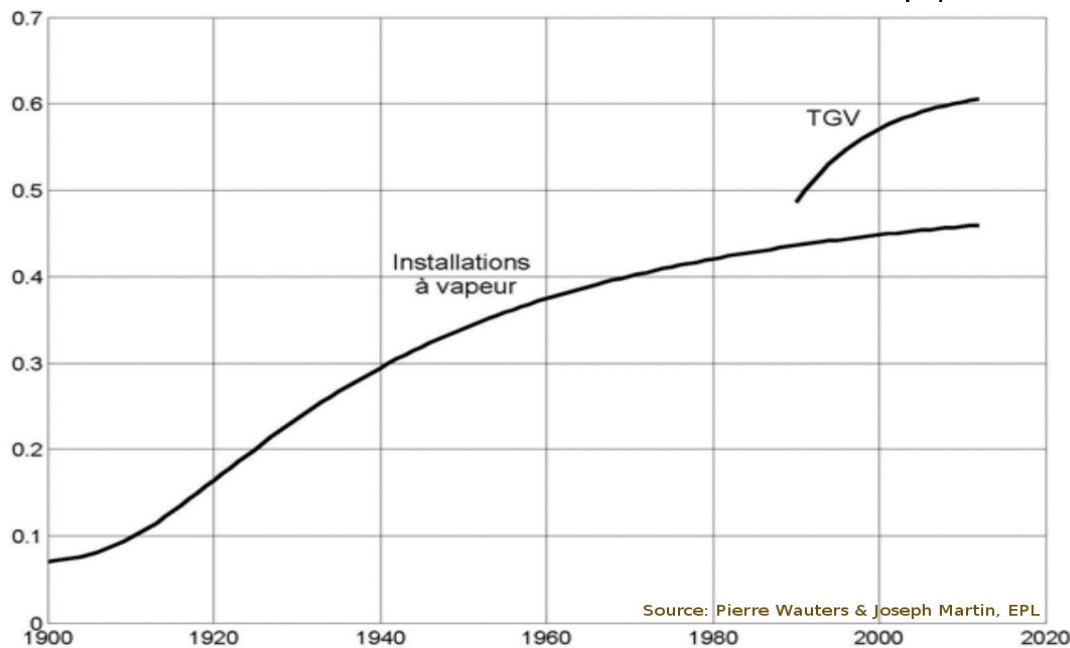
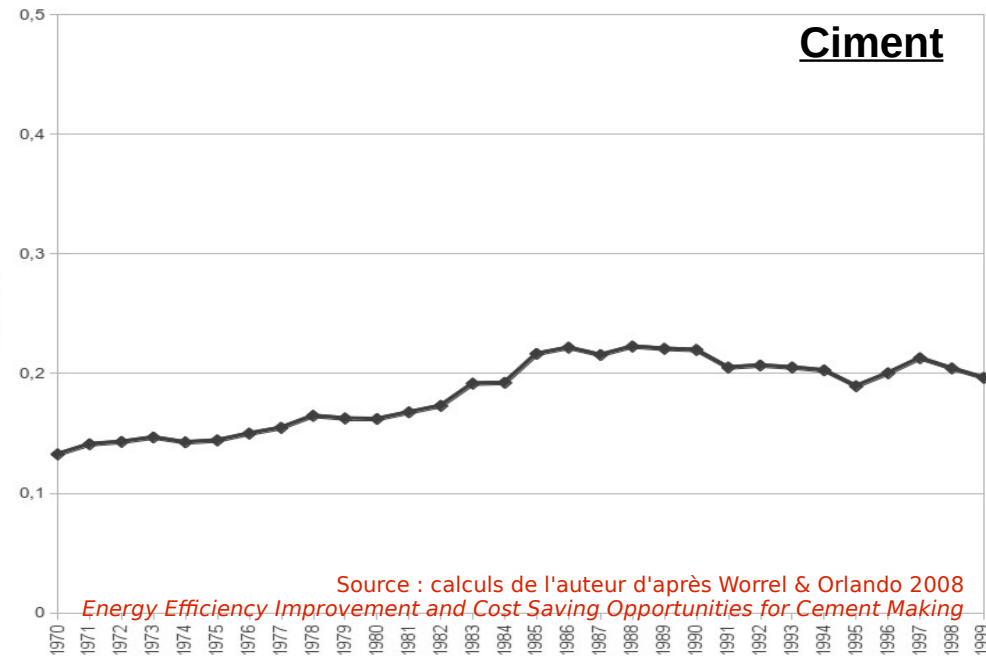
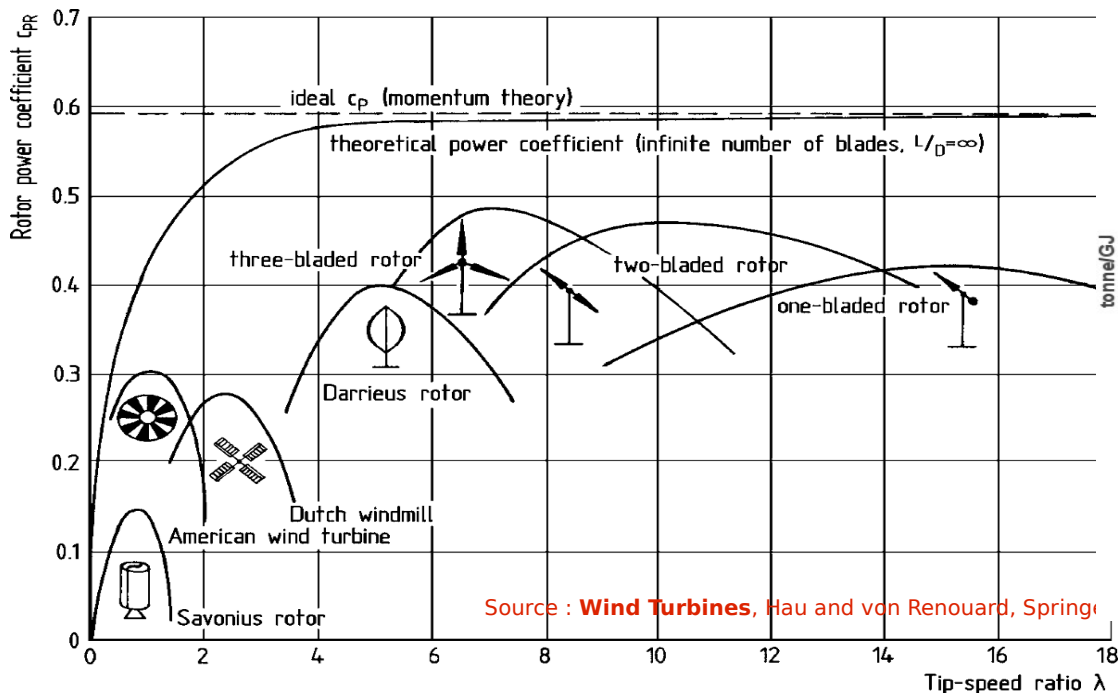
Efficacité énergétique de l'économie (€/GJ)



Efficacité énergétique historique



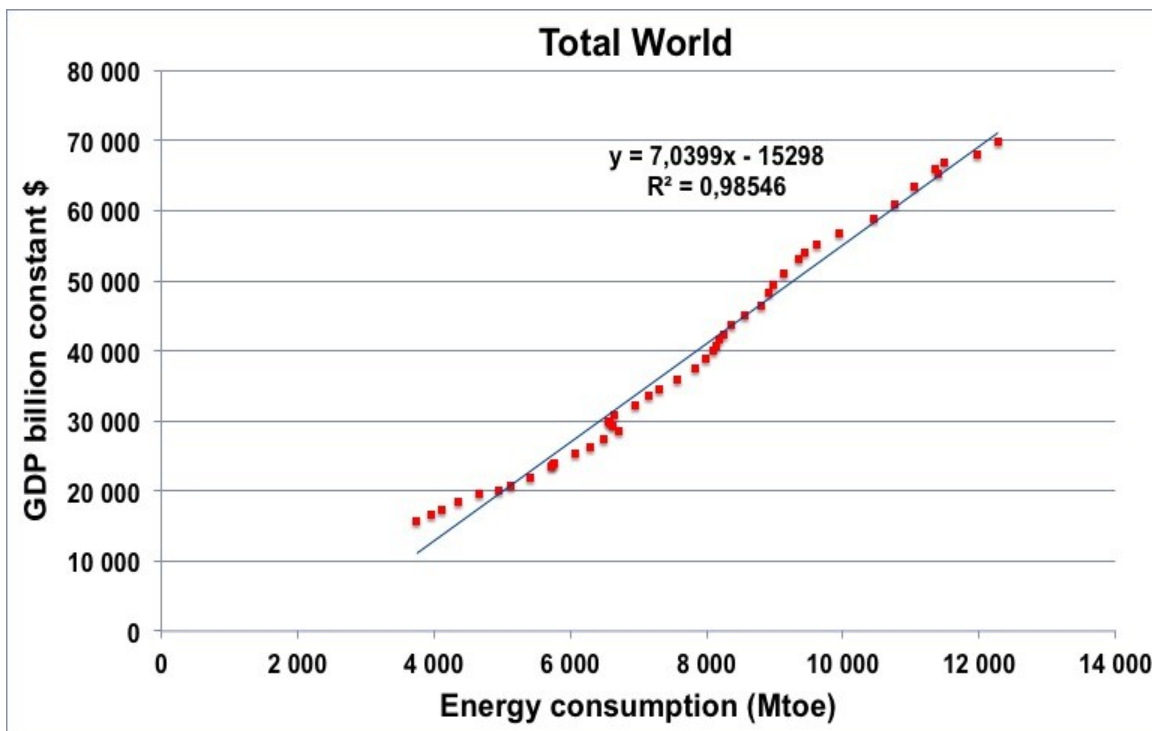
Historique du rendement dans l'industrie



Couplage économie énergie

- Produire = transformer = énergie (exergie)
- Produire la même chose avec moins d'énergie (efficacité technique)
- Produire d'autre choses, qui demandent moins d'énergie (efficacité économique) c.à.d. modifier la structure de l'économie ?

Remarque : l'extraction d'une unité de ressource naturelle consomme de plus en plus d'énergie avec l'épuisement de celle-ci. Évolution du '**Energy return on energy investment**' (EROEI)



Moins d'énergie
→ moins d'économie
→ chômage
→ chaos social

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

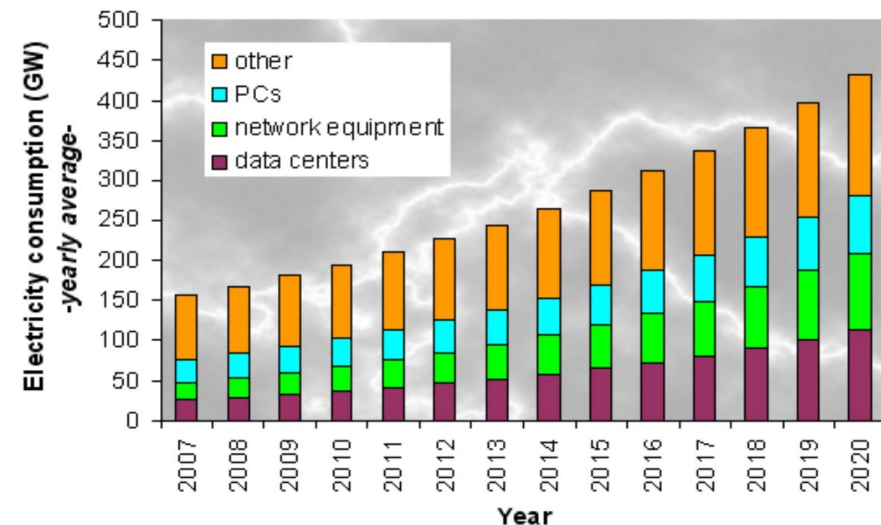
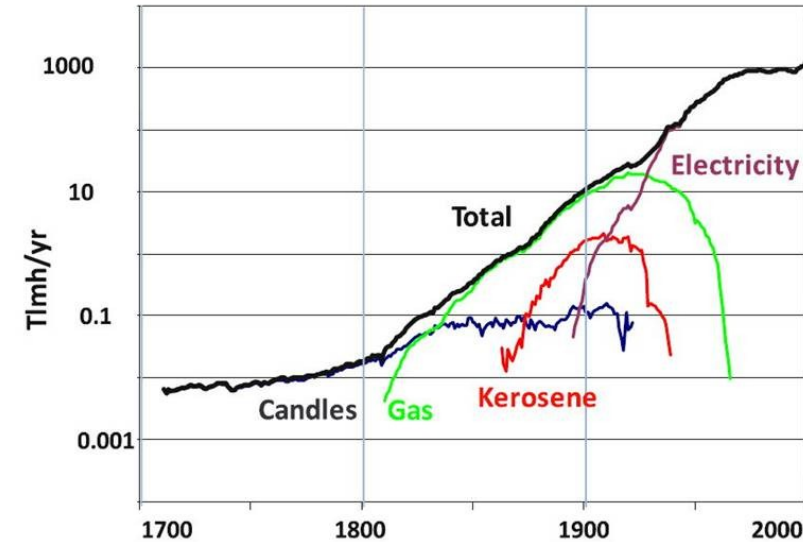
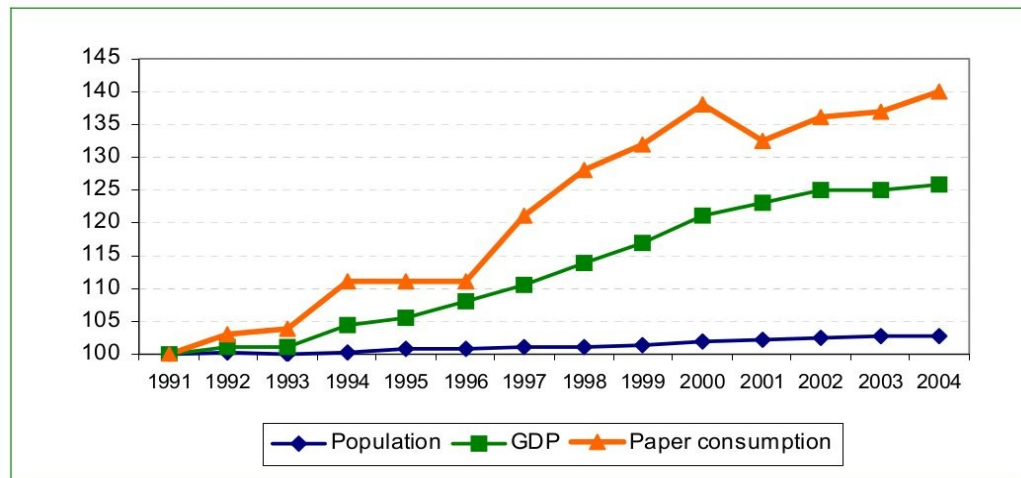


Exhibit 4-11: Increase in paper consumption since 1991 compared to GDP and population (indexed, in CEPI countries)



Efficacité énergétique

paradoxe de Jevons, postulat de Khazzoom-Brookes, 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 capitaliste
(« **main invisible** » de **Adam Smith**).

Pourquoi ?

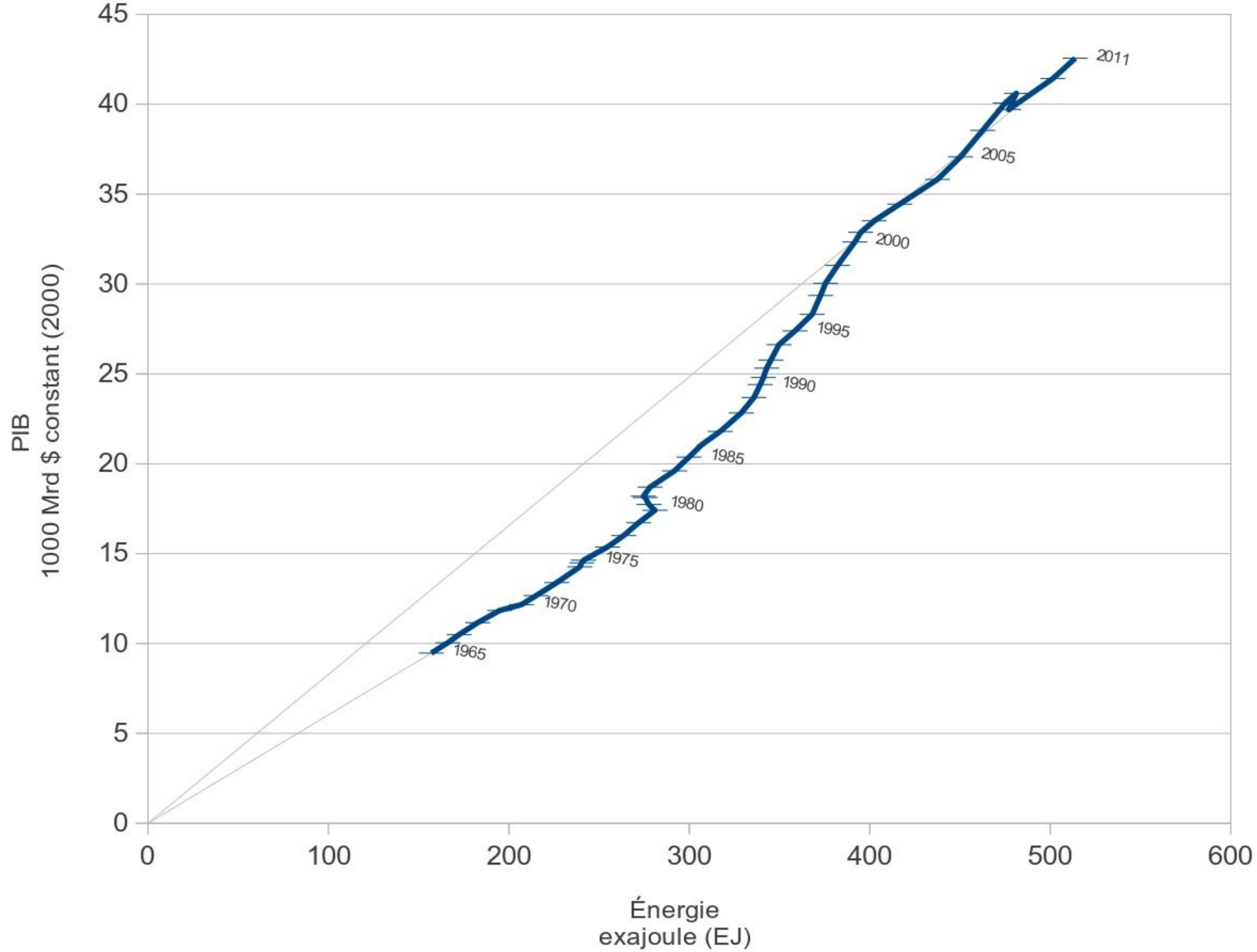
- **Exemple : nouvelle chaudière**

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



Appréciation quantitative

1 kep = 42 MJ = 11,6 kWh

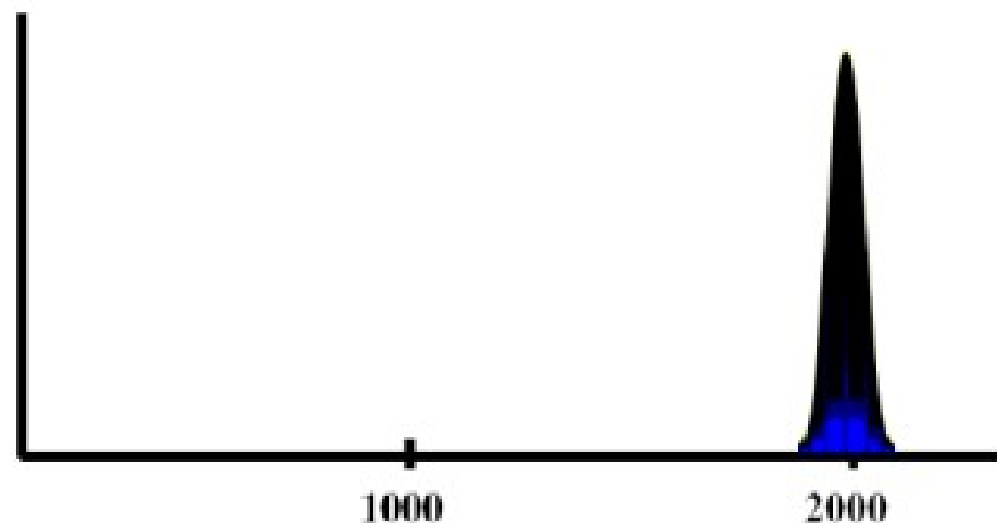
1 kep produit : 1 litre carburant, 1m³ gaz, 5 kWh

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

Richesse & bien-être

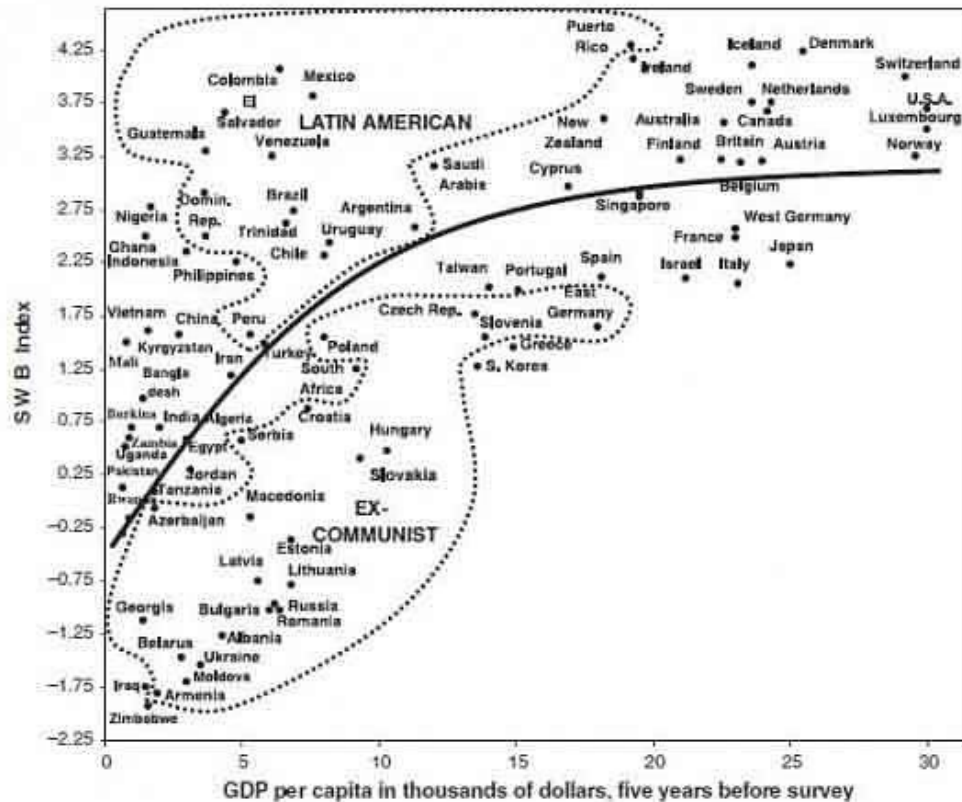
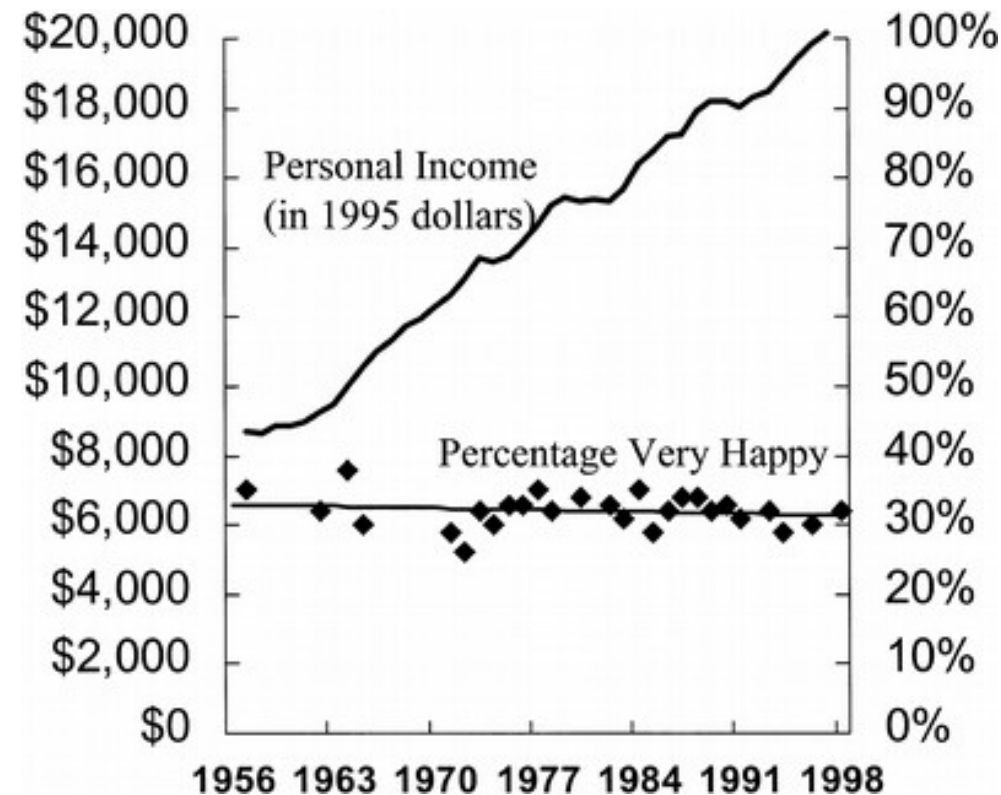


Fig. 2. Subjective well-being (SWB), per capita gross domestic product (GDP), and different types of societies. Well-being index is based on reported life satisfaction and happiness, using mean results from all available surveys conducted 1995–2007 (cubic curve plotted; $r = .62$). PPP = purchasing power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

Source : Inglehart & al. (2008)

Psychologie positive
Économie du bonheur



Source : Myers (2000)

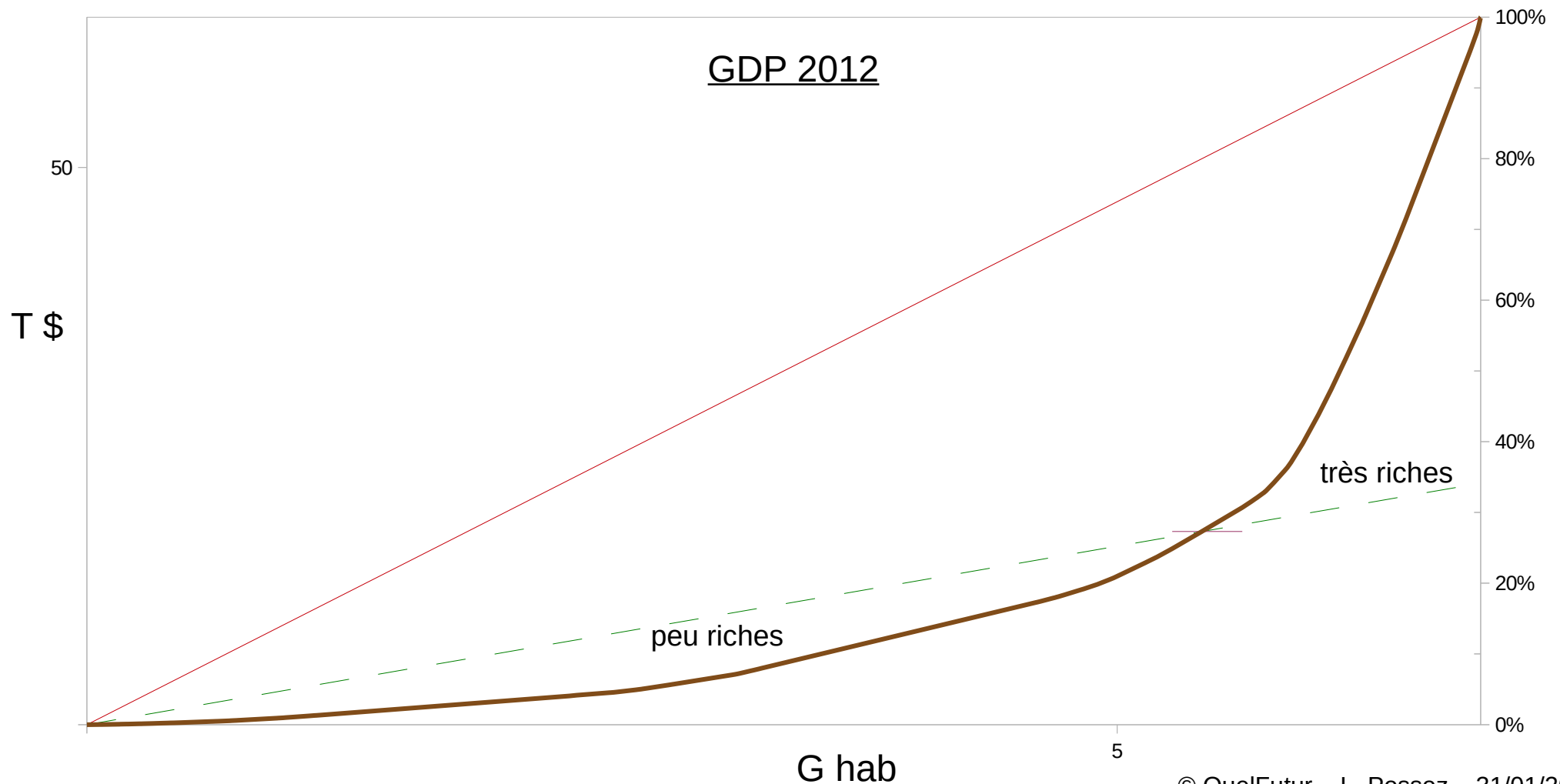
Paradoxe de Easterlin (1974)

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

Inégalités

20 % de très riches	72,7 %	des ressources
80 % de peu riches	27,3 %	
20 % des peu riches	6,8 %	
100 % de peu riches	34,1 %	

Index de Gini = 0,61



La technique au service de l'humain ou l'humain au service de la technique ?

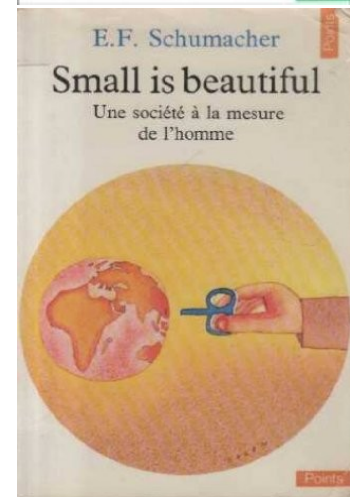
Science → Technique → Production industrielle

Ivan Illich (1926-2002),
penseur de l'écologie politique et une figure importante de la critique de la société industrielle.

La Convivialité, Seuil, 1973

Ernst « Fritz » **Schumacher** (1911-1977),
économiste britannique.

Small is beautiful. Une société à la mesure de l'homme,
Seuil, coll. "Points", 1979 (ed. originale 1973).



Éthique de l'ingénieur ?

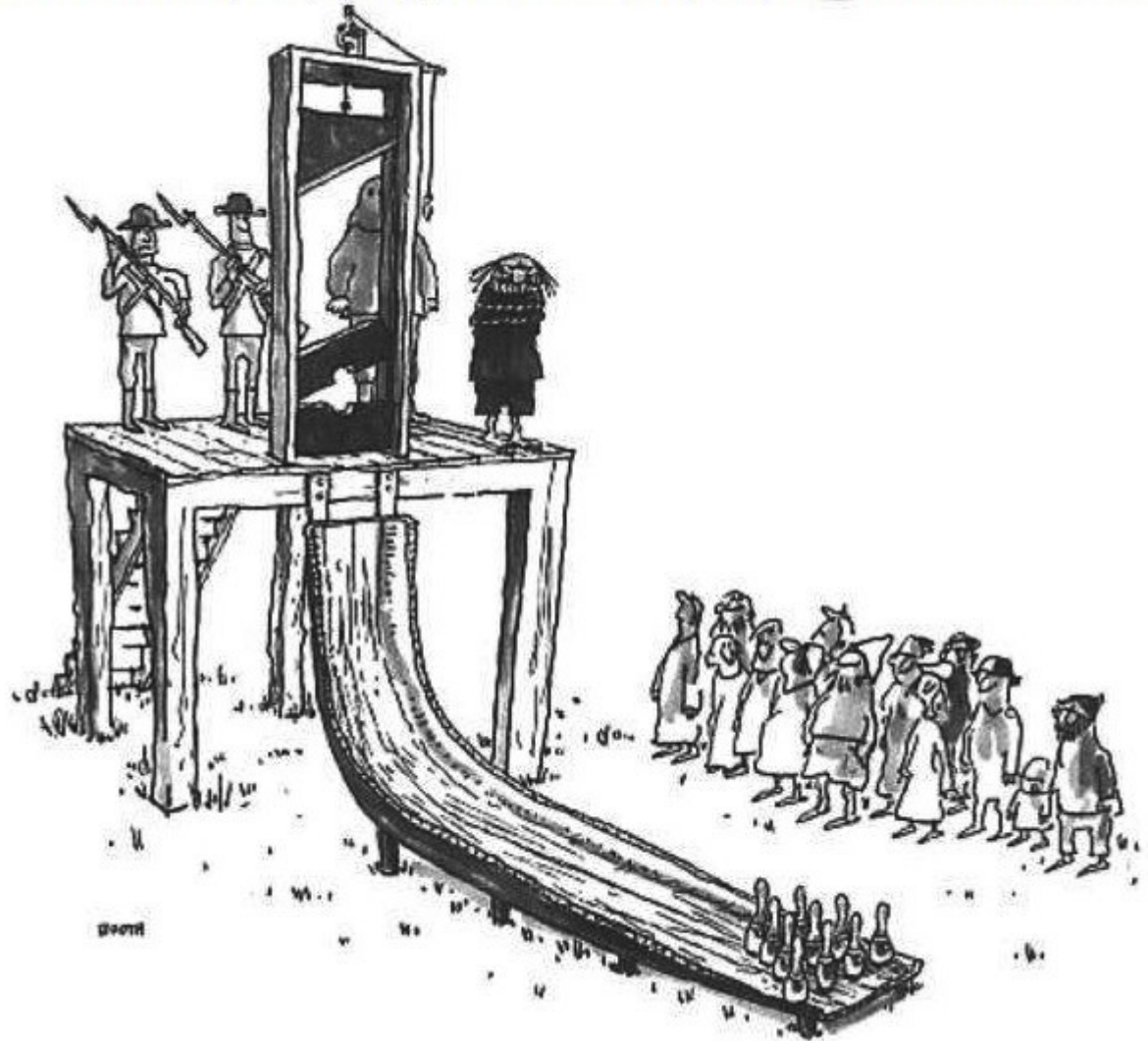
No matter what your job is, you should always try to make it more interesting...

Service à la société ou
service aux sociétés
(actionnaires) ?

Conception du produit dans
l'intérêt du consommateur ?
Réparabilité des produits ?

Technologie à taille
humaine ?
Appropriation, préservation,
transmission ?

Fonction sociale de
l'ingénieur (vs. du médecin) ?



And so what ?

L'économie au service de l'humain ou l'humain au service de l'économie ?

Existe-t-il des alternatives, des chemins de progrès ?

Pour l'essentiel, ils ne se trouvent pas dans les techniques et les technologies mais plutôt dans l'organisation de la société et, dans une moindre mesure, dans les comportements individuels.

Système actuel : Économie capitaliste (sociétés d'actionnaires) et libérale (priorité aux libertés individuelles)

Système très efficace (30 glorieuses) mais

- dépendant de la croissance économique (addiction) pour maintenir l'emploi,
- une croissance économique suffisante (3 %?) assure une amélioration du sort des plus faibles (trickle down), sinon, creusement des inégalités (accaparement des ressources par les plus riches),
- incompatible avec les limites bio-géophysiques planétaires.

Que nous dit la philosophie ? Qu'est-ce qui guide les pas de l'être humain ?
Quelle valeurs, quelle éthique ?

- Comme il y a l'**impératif catégorique** (Emmanuel Kant)
- Il devrait y avoir un **principe de responsabilité** (Hans Jonas)

Le consommateur : avidité et l'égoïsme humain ?

Le concept de homo œconomicus, qui affirme que les hommes sont des acteurs rationnels qui prennent des décisions fondées sur un intérêt personnel égoïste, domine la pensée politique et économique depuis les années 1970 (...)

Il est temps de remplacer le cadre de l'homo œconomicus par un modèle qui reflète la capacité des hommes à l'altruisme et à un comportement tourné vers le social. En mettant en lumière des opportunités de coopération humaine, un tel cadre constituerait une fondation utile pour les systèmes politiques et économiques qui réussissent là où les arrangements existants ont échoué (...)

En fait, les hommes sont souvent enclins à aider ceux qui sont en détresse, même des étrangers, par empathie et par compassion. Cette idée est renforcée par un vaste ensemble de résultats neuroscientifiques qui viennent contredire l'individualisme qui prévaut dans les sociétés occidentales, suggérant plutôt que le cerveau humain est prédisposé à la résonance affective permettant aux hommes de mutuellement s'épancher naturellement sur leurs émotions et leurs motivations.



Prof. Dr. **Tania Singer**, Director of the Department of Social Neuroscience,
Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences.
Project Syndicate – 12/09/2013

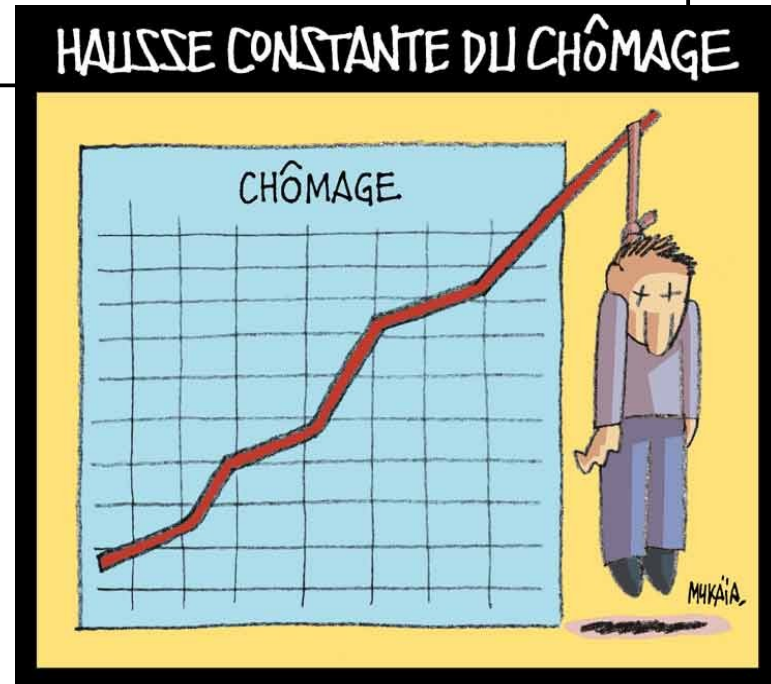
La morale est un produit de l'évolution !

Prof. **Frans de Waal**, psychologue, primatologue, éthologue, 2013

© QuelFutur – L. Possoz – 31/01/2014

Le gouvernement : addict à la croissance ?

- 1) Le "**progrès**" continu dans les entreprises permet de toujours augmenter la **productivité** du travail.
- 2) Dès lors, les entreprises sont "obligées" de
 - ou bien restructurer (licencier du personnel),
 - ou bien augmenter la production et "convaincre" les consommateurs de l'acheter.
- 3) On se retrouve donc devant un choix entre croissance économique et chômage.



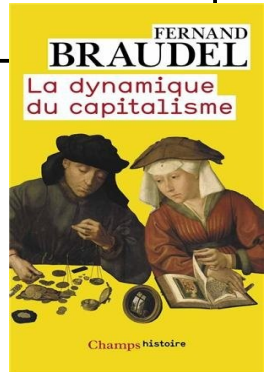
Source : Mykaya – La Télé Libre

- 4) Un gouvernement ne peut survivre à un excès de **chômage**.
- 5) Le gouvernement n'a pas le contrôle direct des entreprises et donc de l'emploi privé.
- 6) Pour limiter le chômage, il est donc "obligé" d'aider les entreprises à croître en
 - incitant le citoyen à consommer plus,
 - facilitant le développement de l'entreprise, en grande partie par le dumping fiscal.
- 7) Le gouvernement est donc "contraint" à une politique de **croissance pour l'emploi**.
- 8) Et si la croissance économique n'est plus possible, faute d'**énergie** en suffisance, il y a formation de bulles spéculatives puis des crises financières puis des crises économiques.

Les 3 étages 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 est responsable de la croissance économique
(chrématistique, capture des marchés, oligopoles, association avec les hiérarchies)

Vers un nouveau modèle de contrôle des entreprises !

Thèse : aujourd'hui, il y a confusion entre entreprise et société d'actionnaires

Il n'existe pas de droit des Entreprises en tant que tel.

Par contre il existe un droit des sociétés (d'actionnaires) et un droit du travail.

La confusion de l'entreprise avec la société (d'actionnaires) fait que les CA sont uniquement composés des actionnaires.

Pour en savoir plus : Michel Aglietta (Paris X),
Axel Gosserie (UCL), Alternatives Économiques

L'Entreprise et les groupes d'intérêts (stakeholders) qui devraient en assurer le contrôle

- **Clients** : pertinence du produit, qualité, durabilité, réparabilité, empreinte écologique, etc.
- **Travailleurs** : rémunération, qualité du travail, cohérence des valeurs, etc.
- **Actionnaires** : dividendes, valeur de l'action
- **Génération futures** : qualité de l'environnement (terres, océans, pollutions, ressources naturelles), empreinte écologique, etc.

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

Résumé

- Crises **environnementales** graves et urgentes
=> sortie des combustibles fossiles indispensable.
- Ressources nucléaires et renouvelables limitées
=> fin de l'**énergie** disponible à volonté.
- Progrès technologiques futurs limités
=> couplage absolu entre énergie et **PIB**.
- Contexte général : fin de la croissance économique pour tous
=> hausse du **chômage**.
- Croissance de la productivité et réduction de la charge salariale exigée par les détenteurs du **capital**.
- Anomalie du contrôle de la production des biens pour tous par les seuls détenteurs du capital
=> contrôle partagé des entreprises (moyens de production).

Sciences de
l'**environnement**

Sciences
physique

Sciences
appliquées

Sciences
économiques

Sciences
sociales

Sciences
politiques

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>

Lectures

Le principe de responsabilité, Hans Jonas, **Flammarion** 1987

Effondrement, Jared Diamond, **Gallimard** 2006

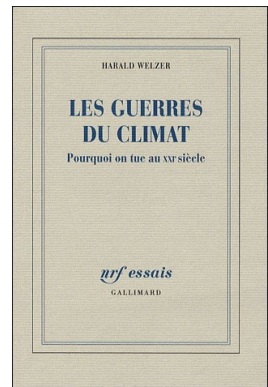
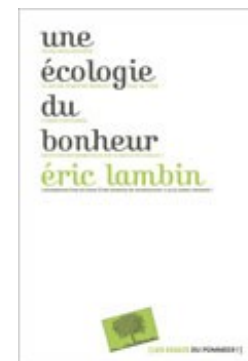
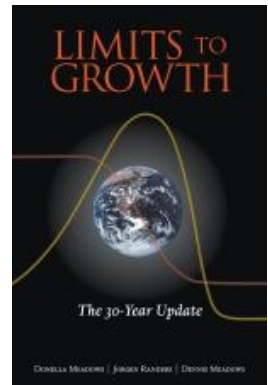
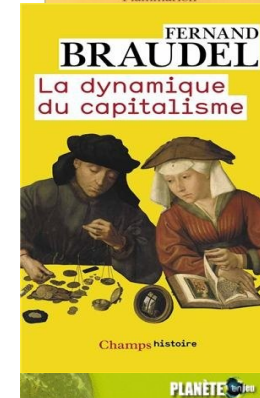
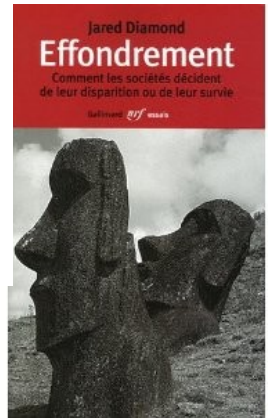
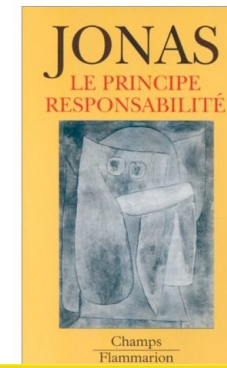
La dynamique du capitalisme, Fernand Braudel, **Flammarion** 2008

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



Les Apprentis Sorciers du Climat, Clive Hamilton, **Seuil** 2013

