



**HAL**  
open science

## Crises environnementales : Comprendre les enjeux et solutions (SPOC DU AllCan)

Pascal da Costa

► **To cite this version:**

Pascal da Costa. Crises environnementales : Comprendre les enjeux et solutions (SPOC DU AllCan) : Cours 6 : Economie : Nexus énergie-climat-environnement. Master. DU AllCan Paris-Saclay (SPOC), Université Paris-Saclay, France. 2023. hal-04330665

**HAL Id: hal-04330665**

**<https://hal.science/hal-04330665>**

Submitted on 8 Dec 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Économie : Nexus Énergie - Climat - Environnement

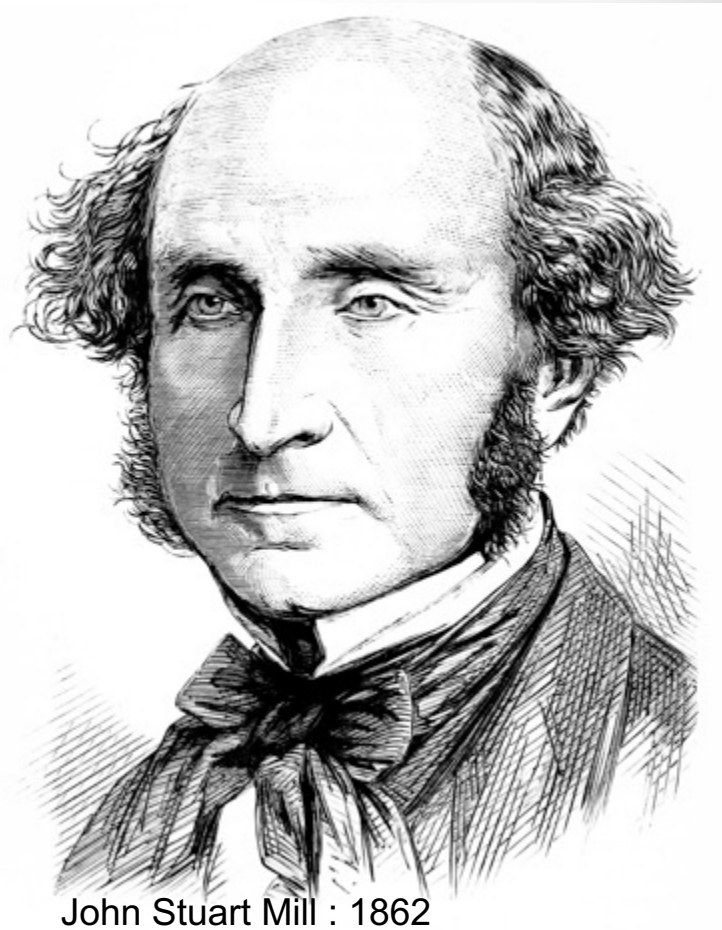
23 septembre 2022, à l'École CentraleSupélec  
Pascal DA COSTA

# Objectifs de cette séance conclusive

- Aborder le dilemme **croissance-environnement**, très débattu aujourd'hui... comme au XVIII<sup>e</sup> siècle (cF. diapo. suivante).
- Comment les économistes l'analysent au XXI<sup>e</sup> s. au regard de l'enjeu climatique.
- Quelles sont les conditions pour une **croissance durable au sens fort** ? *i.e.* une croissance du Produit intérieur brut par tête (PIB) avec neutralité carbone.
- Nuancer le débat public (souvent stérile) qui oppose croissance et décroissance.



Thomas MALTHUS : 1798



John Stuart Mill : 1862

# L'équipe enseignante en économie



**Eliane  
Horschutz-Nemoto**

Doctorante CS et Pforzheim (Allemagne)  
Externalités des transports et analyses  
prospectives des nouvelles solutions de mobilité.



**Émilien Ravigné**

Doctorant CS et CIRED (Agro.)  
Effets redistributif des politiques climatiques.

• P. DA COSTA - AllCan



**Pascal da Costa**

Professeur à CentraleSupélec  
Développement soutenable, Environnement et  
énergie, **Services écosystémiques (en séance 2)**.



**Alexis Lebeau**

Doctorant CS et EDF  
Les marchés électriques dans  
la transition énergétique bas carbone.

# Plan

- La croissance économique :  
un phénomène récent dans l'histoire humaine
- La technologie de production combine des facteurs / *inputs*
- Les sentiers de croissance durable : kézako ?

# Au préalable : des constats à (re)partager

- Vous savez que la croissance économique génère des émissions supplémentaires de gaz à effet de serre et des pollutions nouvelles :  
les « **externalités** » en économie (Pigou, 1920).
- En effet, pour produire plus (et distribuer plus de revenus), il faut utiliser plus de ressources (les « **facteurs de production** »), y compris des **ressources naturelles**.

# Des constats

- Notre organisation économique, sociale et technique... est à l'origine du changement climatique et de la perte de biodiversité, avec :
  - **Un dérèglement climatique plus couteux que les efforts nécessaires pour lutter contre** (de Stern, 2006 au dernier rapport du GIEC et Lécocq)
  - Les couts d'un + 3°C sont colossaux et les revenus, notamment des plus pauvres, risquent de chuter fortement (« **effets redistributifs** »).



# Des constats (pour la séance 2)

- **La moitié du PIB mondial (des activités humaines purement marchandes) repose sur des services rendus par la nature (ONU, 2020) :**
  - La perte en biodiversité implique une réduction des services écosystémiques et donc une perte en PIB, notamment dans les pays les plus pauvres

# Des constats (pour la séance 2)

- **La moitié du PIB mondial (des activités humaines purement marchandes) repose sur des services rendus par la nature (ONU, 2020) :**
  - On distingue les services : 1. d'approvisionnement (agriculture, eau, ressources génétiques), 2. culturels (espaces récréatifs, espèces emblématiques), 3. de régulation (fertilité des sols, pollinisation, régulation du climat local et global), 4. de support (nécessaires aux précédents)
  - Dasgupta, 2020 « *Growth is only real when shared with biodiversity* »

# Des constats qui amènent à 2 alternatives...

- Faut-il réduire à long terme la production pour réduire ces externalités ?
  - **La décroissance soutenable en économie** (Latouche et Georgescu-Roegen, 1990')
- Ou peut-on concilier croissance économique et protection de l'environnement à long terme ?
  - **La croissance durable ou soutenable au sens fort** (nouveaux keynésiens comme Dasgupta, Nordhaus... + économie écologique comme Daly, Passet) **ou verte** (OCDE) **ou développement durable** (ONU)

- Latouche, 2003 :  
*« Il faut toute la foi des **économistes orthodoxes** pour penser que la science de l'avenir résoudra tous les problèmes et que la substituabilité illimitée de la nature par l'artifice est possible. [...] Contrairement à l'**écologisme réformiste** d'un Hermann Daly ou d'un René Passet, l'état stationnaire lui-même et la croissance zéro ne sont ni possibles, (ni souhaitables...) »*

- Passet, 1979 :  
*« Alors que le développement des sociétés humaines s'était traduit jusqu'à ce jour en termes de productions matérielles de survie et de confort s'adressant à des besoins saturables, c'est un développement orienté vers **des activités dont l'aspect matériel est secondaire** et s'adressant aux besoins illimités de l'être qu'il convient désormais de concevoir »*

# Croître ou décroître ?

- **2 visions antagonistes** s'opposent dans notre société française avec des clivages multiples...  
dont : la technologie contre la frugalité.
- Les économistes de l'environnement (de Pigou à Nordhaus) posent les problèmes d'une autre façon et apportent **des réponses peu connues, complexes.**

# Croître ou décroître ?

- Dynamiquement, la croissance durable (Dasgupta, Acemoglu, Nordhaus...) :
  - impose un **effort initial** colossal qui pénalise la croissance et les revenus à moyen terme
  - requiert des **conditions favorables** à long terme, **tant techniques qu'humaines** (sinon pas de retournement).

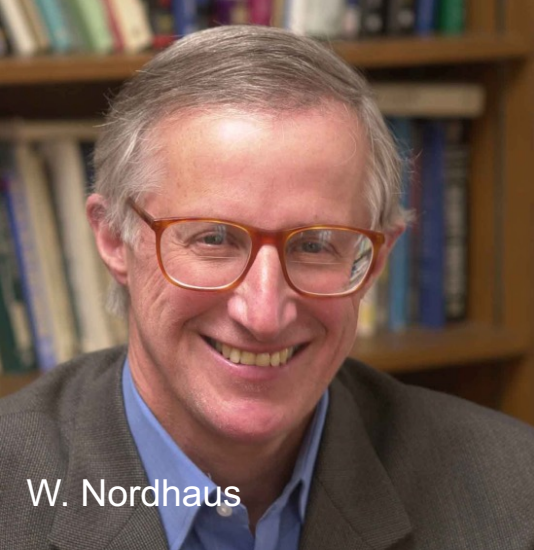
# Croître ou décroître ?

- Du point de vue des économistes de l'environnement, le débat public centré sur le PIB est mal posé :
  - L'indicateur PIB est un objectif de politique économique parmi d'autres : **pris seul, le PIB n'est pas pertinent...**
  - L'objectif « synthétique » (à maximiser) est au contraire un indicateur de **bien-être intertemporel** qui inclurait
    - les PIB (positivement)
    - et les **dommages** climatiques et autres (négativement)...
    - des générations présentes et futures





A. Sen



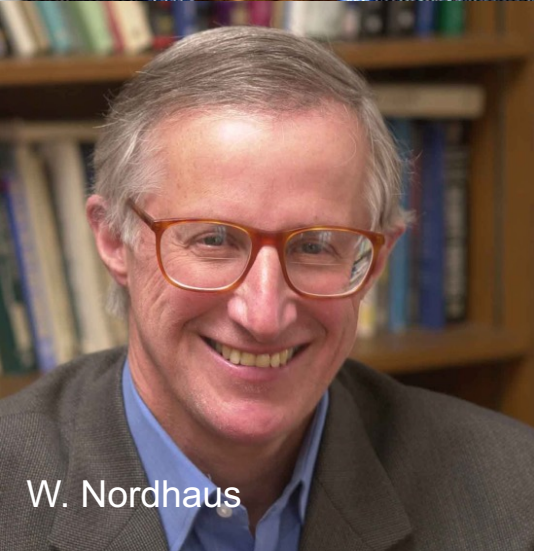
W. Nordhaus

# De nombreux indicateurs de bien-être

- **L'indicateur de développement humain** : ONU et **A. Sen** (1990) (**Nobel 1998**)
- Les indicateurs de **pauvreté humaine** :
  - IPH intègre le seuil de pauvreté
  - Indicateur de progrès véritable : **J. Tobin et W. Nordhaus** (**Nobel 1981 et 2018**)
  - Indicateur de santé sociale
  - Baromètre des inégalités et de la pauvreté (BIP 40)



A. Sen



W. Nordhaus

## De nombreux indicateurs de bien-être

- Les indicateurs intégrant des **critères environnementaux** :
  - **PIB vert** : calculé en soustrayant la consommation nette de capital naturel du PIB standard.
  - Indicateur de bien-être économique durable (IBED)
  - Empreinte écologique du WWF
  - Happy planet index du New economics foundation...
  - Environmental performance index, U. de Yale et Columbia.
- **Mars 2021, adoption d'un nouveau cadre statistique en vue de repenser les systèmes de comptabilité nationale (ONU) : prise en compte de la contribution de la nature.**

# D'autres questions... bien sûr

- **Mais auxquelles je ne répondrai que très partiellement :**
  - La décroissance est-elle inéluctable ?  
L'effondrement à la Servigne, 2015 (Écologie politique)
  - Peut-on décroître et créer des emplois (désirés) ?
  - Ne faudrait-il pas penser secteur par secteur,  
à l'opposé de la croissance vs. décroissance globale du PIB ?
  - Le PIB n'est pas le bien-être économique : pourquoi ne change-t-on pas d'agrégat macroéconomique ?

# La dynamique économique à long terme

- **Un sujet d'analyse très difficile :**
  - Par nature théorique, non vérifiable
  - Nécessité de recours à des méthodes mathématiques complexes mêlant **dynamiques des systèmes** économiques, techniques et naturels (le grand projet de Giraud)
  - L'étude de l'histoire passée ne nous éclaire que très partiellement

# Un exemple : l'identité de Kaya



Tim JACKSON : 2009



Y. Kaya : 1989



# L'identité de Kaya



Tim JACKSON

$$\text{CO2} = \text{CO2/PIB} \cdot \text{PIB/Population} \cdot \text{Population}$$

# L'identité de Kaya

$$\text{CO2} = \text{CO2/PIB} \cdot \text{PIB/Population} \cdot \text{Population}$$

+0,7% / an  
jusqu'en 2050



Tim JACKSON

# L'identité de Kaya

$$\text{CO2} = \text{CO2/PIB} \cdot \text{PIB/Population} \cdot \text{Population}$$

-3% / an

+0,7% / an

pour limiter le réchauffement climatique à +2°C  
(selon scenarii)



Tim JACKSON



# L'identité de Kaya

$$\text{CO2} = \text{CO2/PIB} \cdot \text{PIB/Population} \cdot \text{Population}$$

-3%

+2,5% / an    +0,7%



Tim JACKSON

# L'identité de Kaya

$$\text{CO2} = \text{CO2/PIB} \cdot \text{PIB/Population} \cdot \text{Population}$$

-3%

????

+2,5%

+0,7%



Tim JACKSON

# L'identité de Kaya



$CO_2 = CO_2/PIB \cdot PIB/Population \cdot Population$

-3%

-6,2%

+2,5%

+0,7%

**Inatteignable pour Tim Jackson !  
Pas pour Kaya !**

Tim JACKSON

# L'identité de Kaya

- **- 6,2% ...**
- Alors que l'intensité des émissions de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>/PIB), dans le monde, est passée de 740 g/dollar à 440g/dollar sur la **période 1971-2010...**
- ... soit un taux annuel moyen de **-1,3%**.
- Ce taux a été de **-1,9% dans les pays de l'OCDE** (pays riches), et de -0,7% dans les pays non-membres de l'OCDE.
- Le controverse n'est pas tranchée aujourd'hui.



Y. Kaya

# Croître ou décroître ?

- Dans la société, une question finalement pas si économique :
  - Question **morale et politique**... qui remet en cause un consensus jusque là partagé à gauche comme à droite
  - La décroissance semble plus se situer (la collapsologie : encore plus) dans le champs de l'**Écologie politique** que dans celui des sciences économiques.

# Croître ou décroître ?

- Cette question oppose le court terme au long terme :  
« **La fin du mois ou la fin du monde** »
- Dans les faits, force est de constater que les économistes la vivent de manière assez schizophrénique, car pris entre :
  - les **crises conjoncturelles** : 2010, 2012... 2020, 2022 : toutes les solutions visent à stimuler la consommation et la production (la croissance et l'emploi allant ensemble)
  - La **crise écologique** qui impose de questionner la croissance : ce que font les économistes depuis 1970'

# Plan

- **La croissance économique : un phénomène récent dans l'histoire humaine**
- La technologie de production combine des facteurs / *inputs*
- Les sentiers de croissance durable : kézako





S. Kuznets

# Pourquoi un système d'information pour la comptabilité d'une nation ?

## Historiquement :

- **Grande dépression de 1929** : responsables politiques et économiques réalisent qu'ils n'ont aucune mesure de l'activité macroéconomique et de son évolution !
- À la demande du Congrès américain en 1932, **Simon Kuznets (prix Nobel en économie 1971)** crée une comptabilité nationale aux États-Unis et « invente » le PIB (en 1934).
- Ce cadre comptable national permet de mener les premières politiques d'inspiration **keynésienne**, de relance de l'activité par la demande.





S. Kuznets

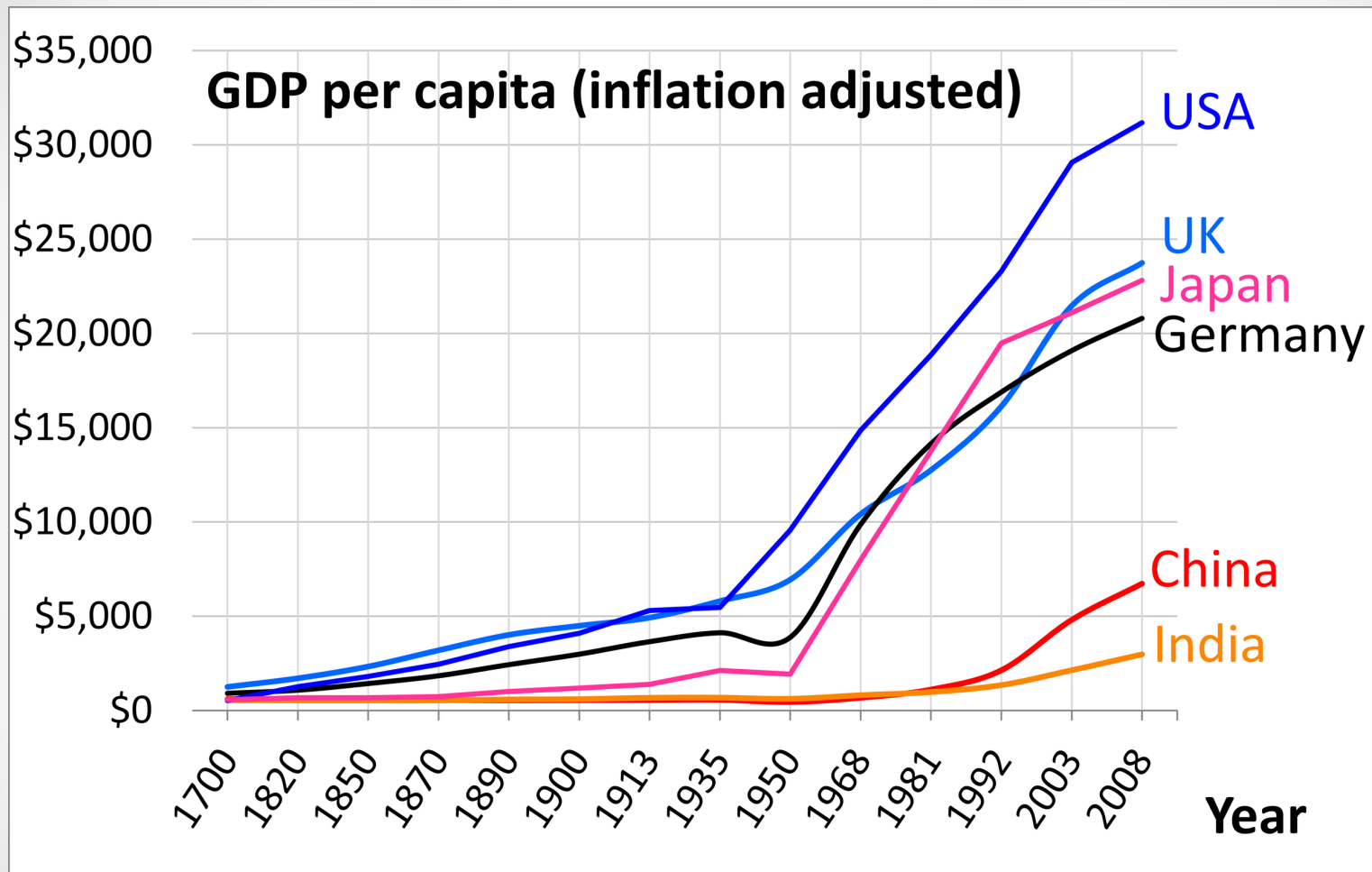
P. DA COSTA - AICam

# Pourquoi un système d'information pour la comptabilité d'une nation ?

## Historiquement :

- Après la Seconde Guerre Mondiale, tous les pays développés mettent rapidement en place des systèmes d'information similaires sur la production et sa **croissance**.
- La comptabilité nationale est réalisée en France par l'**Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE)** depuis 1946.



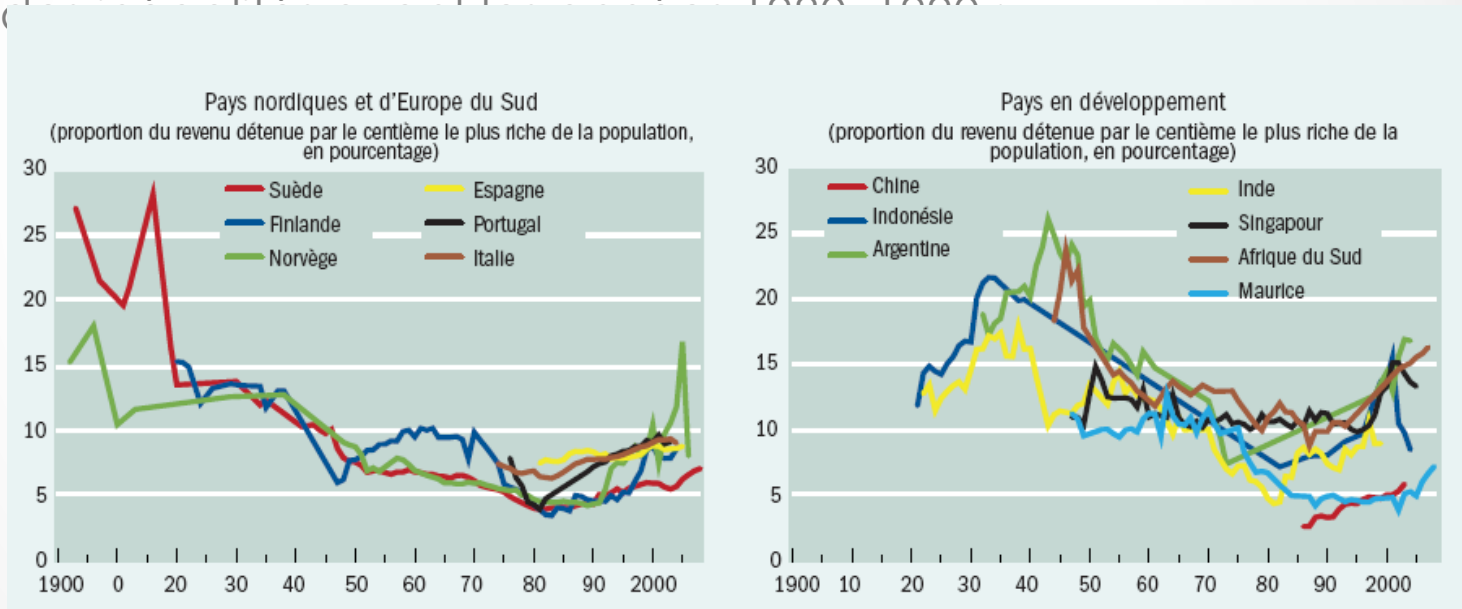


# Les limites du PIB

- Le PIB surestime le bien-être car il intègre des externalités négatives :
  - **Externalité** ou cout externe négatif : i.e. **action économique qui influe négativement sur l'utilité d'un ou d'autres agents, sans compensation monétaire ou contrat**. Ex. : les pollutions, SUV, etc.
  - Ces dégâts physiques ou sociaux liés à la production ne sont pas retirés de la mesure du PIB... ils sont même ajoutés !
- Le PIB sous-estime le bien-être car :
  1. Il **intègre mal** certaines activités : « économie souterraine », production non marchande des administrations publiques (évaluées à leur cout de production)
  2. Il **n'intègre pas** des activités qui contribuent pourtant au bien-être : activités bénévoles, activités domestiques, **services écosystémiques non marchands** (pollinisation, stockage du carbone, filtration de l'eau).

# Les limites du PIB

- Le PIB ne dit rien sur la répartition des richesses
  - Son augmentation peut aller avec une amplification des **inégalités** remettant en cause la **cohésion sociale**.
  - Baisse d'inégalités en Espagne et Italie entre 1980-1990



Source : Branko Milanovic « Finance et Développement », FMI, 2011



# Les bases de l'économie de l'environnement

- Travaux fondateurs de Pigou, 1920 :
  - père du concept d'**externalité économique** ou effet externe
  - concept de *bien-être économique* : on retire les externalités négatives
  - Sa conclusion : **parce qu'acheteurs et vendeurs négligent les effets externes de leurs actions, la solution de marché (le « laisser-faire ») n'est pas efficiente**
  - Concept de *taxe pigouviennne* ou *taxe environnementale incitative* : ancêtre de la taxe carbone

# Plan

- La croissance économique :  
un phénomène récent dans l'histoire humaine
- **La technologie de production combine des facteurs / *inputs***
- Les sentiers de croissance durable : kézako

# La technologie de production

- Pour **produire** (Y : le PIB à l'échelle macroéconomique), on combine ensemble, grâce à une technologie de production (F), du **capital** (K), du **travail** (L) et des **ressources naturelles** (R) :

$$\bullet Y = F(K, L, R)$$

# La technologie de production

- ... des ressources naturelles, *i.e.* **Renouvelable et Non-Renouvelable** :
  - **$Y = F (K, L, RR, RNR)$**
- 4 facteurs dont on peut aussi améliorer les productivités



# La technologie de production

- $Y = F(K, L, RR, RNR)$

1. Si ces facteurs sont **complémentaires** : la baisse de disponibilité d'un seul facteur entraîne la baisse de toute la production
  2. Si ces facteurs sont **substituables** : la baisse d'un facteur peut être compensée par la hausse d'un autre, permettant de maintenir la production
- **NB : Si les facteurs sont faiblement substituables** : on peut encore maintenir la production... mais c'est plus difficile !

# Complémentarité ou substituabilité ?

- **A court terme** : encore complémentaires à l'échelle macroéconomique, mais
  - Des technologies de production qui « découplent » dans certains secteurs (énergies renouvelables)
  - avec des périodes de production parfois ambiguës (renouvelables et gaz).

# Complémentarité ou substituabilité ?

- **A long terme :**
  - **Intuitivement, on a plus de temps pour changer de technologie de production :**  
sans doute substituable donc !
  - **MAIS** (Stokey 1998, Aghion, 1999...) **1. On ne le fera pas spontanément. 2. Et si les Etats tranchaient favorablement la question : le fera-t-on dans les temps impartis ? 3. On va dépendre d'autres ressources non renouvelables** (exemple des renouvelables et des ressources métalliques).

# Plan

- La croissance économique :  
un phénomène récent dans l'histoire humaine
- La technologie de production combine des facteurs / *inputs*
- **Le sentiers de croissance durable : kézako**

# Le modèle de Dasgupta et Heal, 1974

- Objectif : **trouver les conditions qui permettent de maintenir un niveau constant et strictement positif de consommation par tête...**
- sachant que les ressources non-renouvelables nécessaires à la production seront forcément épuisées à long terme.



Partha DASGUPTA  
CC by Niccolò Caranti

# Le modèle de Dasgupta et Heal, 1974

- **3 conditions théoriques :**
  1. *le capital (physique comme humain) est **un bon substitut** de la ressource non-renouvelable qui s'épuise ou de la ressource renouvelable qui est surexploitée*
  2. *l'**épargne** des ménages qui doit permettre l'investissement en capital doit être suffisamment élevée*
  3. *la **population** ne doit pas croître trop rapidement*



Partha DASGUPTA  
CC by Niccolò Caranti



# Les analyses suivantes introduisent différentes conséquences du progrès technique

- Découverte de nouveaux gisements de fossiles...
- nouvelles technologies utilisant les ressources renouvelables
- + de productivité des ressources utilisées.
  
- Dasgupta et Stiglitz, 1981 :  
*Autant d'éléments qui favorisent **la poursuite théorique de la croissance malgré les limites planétaires***

# Modèles de croissance avec changement climatique

- Depuis les années 2000 : Stokey, Popp, Acemoglu, Aghion, Smulders, Norhaus...
- Des modèles pertinents, souvent en **concurrence imparfaite** à 2 niveaux :
  1. avec innovation et éducation : 2 biens publics au sens de collectif et sources d'**externalités positives**
  2. avec les gaz à effet de serre : un bien public mondial, source d'**externalité négatives**





# L'inaction climatique avec le marché de laisser-faire

- Croissance économique forte et émissions élevées :

$$Y = F(K, L, RR, RNR)$$

- Car croissance démographique importante d'ici 2050 : **L monte**
- Une révolution technique et industrielle en cours avec l'informatique :  
**K monte ainsi que sa productivité et celle du travail**
- De l'énergie moins bon marché (x 3 ?) mais encore abondante :  
**Stocks importants de RNR**

# L'inaction climatique avec le marché de laisser-faire

- Les entreprises, comme les consommateurs, sont incapables d'anticiper les efforts / investissements nécessaires pour lutter contre le changement climatique
- ou s'ils le font un jour, ce sera au tout dernier moment, trop tardivement.

# L'action climatique avec la régulation

- Aboutit à la **maximisation du bien-être intertemporelle**
- Mais génère des perdants et des gagnants : dynamiquement comme statiquement
- Parmi ces sentiers dynamiques bas carbone (qui maximise le bien-être intertemporel) : on peut trouver, **sous conditions**
  - des dynamiques de croissance du PIB à long terme
  - mais jamais à court terme.

# Les conditions de soutenabilité de la croissance au sens fort

1. Condition initiale de **substituabilité** (forte ou faible) entre facteurs de production...
2. Limite sur la croissance de la **population**
3. Efficacité dans la **recherche** minimale, externalités positives tournent à plein
4. Taux d'**absorption naturelle** minimum requis (capacité des puits à carbone maintenus dans le temps)
5. Condition sur les préférences intertemporelle des **consommateurs** : tous prêts à substituer de la consommation présente vers le moyen / long terme...

# Les conditions de soutenabilité de la croissance au sens fort

6. Ensuite, si toutes ces conditions sont réunies, la mise en œuvre requiert des **politiques économiques fortes** :
  - Taxe carbone élevée ou tout autre mécanisme aux effets équivalents (valeur tutélaire du CO<sub>2</sub>, normes, etc.)
  - Subvention à la R&D (ou autres mécanismes favorisant l'innovation)
  - Investissement dans l'Éducation.
7. On a supposé que les gouvernements se sont dotés d'un **indicateur de bien-être intertemporelle** avec un **taux d'actualisation faible** (devant refléter une préférence sociale pour le présent faible : permettant ainsi de valoriser les générations futures).

# Merci pour votre attention

DU AllCan Université Paris-Saclay  
23 septembre 2022, à l'École CentraleSupélec  
Pascal DA COSTA