

Notions : limites écologiques, ressources naturelles, pollution, réchauffement climatique

162– Les défis de la croissance économique

## Activité 162 – En quoi le progrès technique peut-il rendre la croissance soutenable ?

**Sujet - vous montrerez comment l'innovation peut être une solution aux limites écologiques de la croissance économique.**

Document introductif : A lire en amont du thème

La vigoureuse contre-attaque des économistes [contre le rapport Meadows]<sup>1</sup> s'appuyait sur la conviction que l'on « pouvait dépasser les limites physiques grâce au génie de l'homme »<sup>2</sup>. Tous invoquaient l'innovation et le progrès technique comme des moyens de contourner les limites physiques de la croissance, en réduisant toujours plus l'apport des ressources nécessaires à la production (efficacité technologique) ou en trouvant des alternatives aux ressources censées se raréfier dans un futur extrêmement lointain (substituts). Confiants en l'omniscience du marché, ils estimaient que celui-ci allait fixer rationnellement le prix des ressources en fonction de leur disponibilité par un mécanisme autorégulateur [...] : « Si une ressource naturelle devient rare, son prix montera, car elle sera devenue plus chère à obtenir ou à produire. La hausse de prix réduira la demande de cette ressource et incitera aussi les acteurs économiques à trouver de nouvelles sources ou substituts. »<sup>2</sup> [...] Pour les tenants de l'économie dominante, « la croissance n'est pas le problème, c'est la solution », comme le disait un slogan de la Banque mondiale en 1992. [...]

[À l'inverse, les] collaborateurs de Fresh City Farms<sup>3</sup> avaient publié sur leur site web : « Notre système de production alimentaire actuel ne fonctionne pas. Il épuise nos sols, pollue nos rivières et crée des zones mortes dans les océans. Il émet des gaz qui vont semer le chaos dans la vie des personnes les plus vulnérables [...]. Il nous rend souvent obèse et n'est pas nutritif. [...] Fresh City Farms vise à remettre en cause ce statu quo. Nous voulons reconnecter les gens avec le rythme de l'agriculture en le réintroduisant dans leur vie quotidienne [...] en cultivant des aliments délicieux au coin de votre rue et en travaillant en partenariat avec d'autres artisans locaux de qualité. »<sup>3</sup> [...] Les fermiers urbains, bien plus que des lanceurs d'alerte, étaient des lanceurs d'avenir, car ils traçaient la voie vers la société postcroissance. ■

1. Rapport publié par le Club de Rome en 1972, intitulé « Halte à la croissance ».

2. In Juliet Shor, *La Véritable richesse*, 2013.

3. In [www.freshcityfarms.com](http://www.freshcityfarms.com).

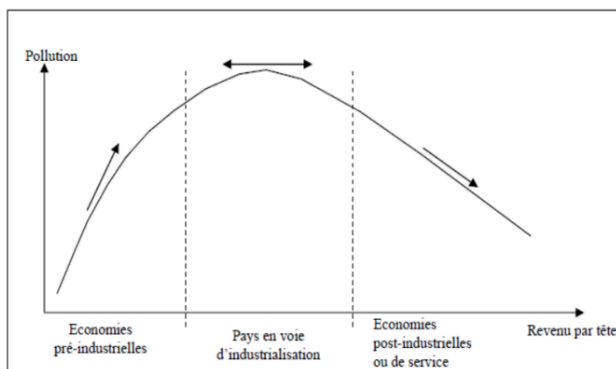
Marie-Monique Robin, *Sacrée croissance !, La Découverte, coll. Cahiers libres*, 2019.

Questions :

1. Quelles sont les deux positions antagonistes ?

### I. **Oui la croissance est soutenable - le progrès technique peut rendre la croissance soutenable : les arguments des théoriciens de la soutenabilité faible**

Document 1 : A : La courbe environnementale de Kuznets



Source : Meunier A., (2004)

On observe tout d'abord un phénomène constant : si l'environnement se dégrade en général fortement dans les premières phases du développement, il arrive un point où la tendance s'inverse (voir graphique) : l'intensité énergétique du produit intérieur brut (PIB), c'est-à-dire la quantité d'énergie dépensée pour produire un euro de richesses, diminue, et il en va de même pour les différentes pollutions et pour la consommation de matières premières non renouvelables. Certes, il y a des effets d'échelle : plus l'économie d'un pays croît, plus elle pollue. Mais cet effet est compensé par deux autres. Un « effet de composition » : les services, moins polluants que l'industrie, prenant une place

par deux autres. Un « effet de composition » : les services, moins polluants que l'industrie, prenant une place

croissante avec le développement, les économies dégradent de moins en moins l'environnement. Et un « effet technique » : avec l'augmentation du niveau de revenu par habitant, des classes moyennes se développent et demandent une meilleure qualité de vie, ce qui se traduit par un renforcement des normes de protection de l'environnement et par l'adoption de technologies moins polluantes.

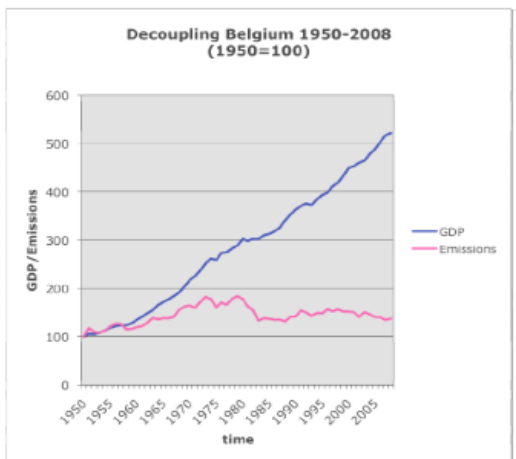
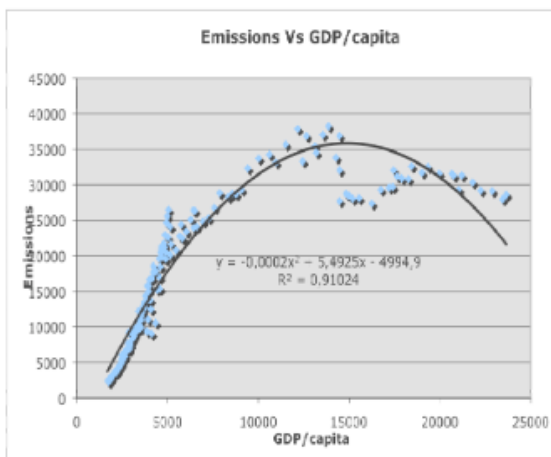
Ce raisonnement est baptisé courbe environnementale de Kuznets, car il est calqué sur celui développé dans les années 50 par l'économiste Simon Kuznets sur les inégalités : si elles s'accroissent au début du développement, elles finissent par se réduire avec l'augmentation des richesses.

Source : C.Chavagneux , Le Sud et le développement durable , Alternatives économiques , HS n°63 , 2005

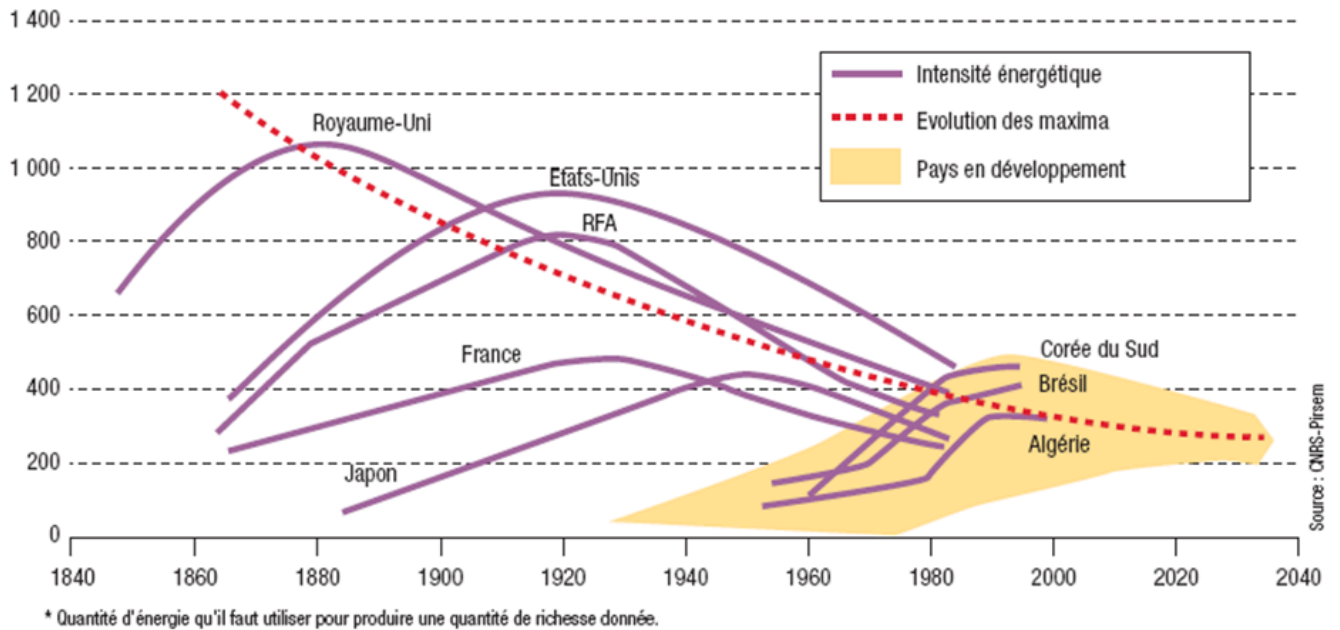
B :

CO2 en ppm en fonction du PIB réel par habitant,

Belgique découplage relatif et absolu en  
Belgique: 1950- 2008



C :



Questions :

2. Complétez le tableau ci-dessous

			Sélectionnez les données appropriées et opérez des calculs
La courbe environnementale de Kuznets	Evolution de la courbe (Doc A)	Période 1	
		Période 2	
		Période 3	
	Déterminants de la courbe (Doc A)	Effet d'échelle	
		Effet de composition	
		Effet technique	
		Effet total	
	Vérification de la courbe	Document B	
		Document C	

Document 2 :

Les économistes néoclassiques traduisent l'objectif de soutenabilité par la non-décroissance dans le temps du bien-être individuel, lequel peut être mesuré par le niveau d'utilité, le revenu ou la consommation. Pour que le bien-être économique des générations futures – conçu comme la somme des bien-être individuels – soit, au minimum, égal à celui des générations présentes, il faut leur transmettre une capacité de production de biens et de services répondant à leurs besoins.

Autrement dit, il importe que, moyennant un taux d'épargne suffisamment élevé, le stock de capital à disposition de la société reste intact d'une génération à l'autre. Or, si la quantité totale de capital doit demeurer constante à travers le temps, il est possible, selon les néoclassiques, d'envisager des substitutions entre les différentes formes que revêt celui-ci : une quantité accrue de « capital créé par les hommes » (équipements productifs, éducation, recherche...) doit pouvoir prendre le relais de quantités moindres de « capital naturel » (services environnementaux et ressources naturelles). Un échange s'effectue ainsi dans le temps, selon Robert Solow [1992, p. 265] : la génération présente consomme du « capital naturel » et, en contrepartie, lègue aux générations futures davantage de capacités de production sous forme de stocks d'équipements, de connaissances et de compétences.

Plusieurs conditions sont nécessaires pour que ce modèle de « soutenabilité faible » fonctionne. Une première hypothèse veut que le progrès technique fournisse un ensemble de solutions autorisant la substitution entre les différentes formes de capital. À la suite de Nordhaus [1973], les néoclassiques font l'hypothèse ad hoc de l'existence de « techniques de secours » permettant de faire face à l'épuisement des ressources naturelles. L'augmentation du prix de ces dernières, à mesure qu'elles se raréfient, doit amener la mise au point et la diffusion de ces techniques de rechange. Pour ce faire, deuxième hypothèse, un régime d'investissement particulier doit être mis en place : la règle de Hartwick stipule que les rentes procurées par l'exploitation des ressources naturelles épuisables doivent être réinvesties dans du capital technique grâce à un fonds d'investissement ou un système de taxation spécifique. Allant dans ce sens, les modèles de croissance endogène, qui constituent un raffinement du modèle de Solow, mettent l'accent sur l'intervention des pouvoirs publics dans certains domaines stratégiques : formation, R&D et production d'indicateurs environnementaux.

Source : Franck Dominique Vivien. les modèles économiques de soutenabilité et le changement climatique

Questions :

3. A partir du document ci-dessus complétez le tableau suivant

Caractéristiques de la soutenabilité faible	Evolution du bien être à la hausse/stable/à la baisse		
	Capitaux substituables /complémentaires		
	Evolution des différents capitaux	Naturel	
		Technique	
		Humain	
		Institutionnel	
	Conditions nécessaires pour assurer la soutenabilité faible	Condition 1	
		Condition 2	

Document 3 :

C'est une erreur de lier croissance en tant que telle et problèmes d'environnement. Si nous arrêtons de croître immédiatement, nous rencontrerions quand même de graves difficultés. Ce ne sont pas les automobiles de demain qui polluent l'air de Paris, mais celles d'aujourd'hui. (...) Le nombre trop élevé de voitures à Paris est un exemple de régulation inefficace. Si on veut augmenter la qualité de l'air, il faut inciter consommateurs et industriels à aller dans ce sens. Dans notre culture, ce seront généralement des incitations financières. Il faut commencer par étudier plus précisément les relations entre les phénomènes : pour diminuer de 1 % la pollution de l'air, il faut diminuer de X% les émissions des véhicules. Les gens pourront alors choisir, par leurs votes ou par leur argent, comment ils veulent atteindre l'équilibre entre la disponibilité des biens et des services et la qualité de l'environnement. La croissance moderne prend généralement la forme d'une production de services plus importante, comme les loisirs, l'éducation ou la santé. Ce ne sont pas des activités polluantes. La croissance des revenus peut aider l'environnement si elle s'accompagne de la croissance de telles activités. Lier croissance et

pollution détourne notre attention des activités qui détruisent l'environnement et qu'on pourrait rendre plus chères (...) La population mondiale est bien plus importante aujourd'hui qu'au début du siècle, et pour beaucoup le niveau de vie a considérablement progressé. La question de savoir si le niveau de vie et la population continueront de croître à l'avenir intéresse tout le monde. Pour de nombreux observateurs, les ressources naturelles constituent une limite à la croissance des économies. De fait, puisque certaines ressources naturelles sont non renouvelables, on voit mal comment la population, la production et les niveaux de vie pourraient croître à l'infini. Certains gisements finiront par s'épuiser, ce qui amènera probablement un ralentissement de la croissance et peut-être même une réduction des niveaux de vie... En fait les économistes sont moins inquiets que cela. En effet, pour eux, le progrès technologique fournit souvent les moyens de contourner ces limites. L'utilisation des ressources naturelles s'est nettement améliorée au cours des quarante dernières années. Les voitures modernes consomment beaucoup moins d'essence. Les maisons sont mieux isolées...

Source : S.Trouvelot et G.Duval , « Entretien avec Robert Solow » , Alternatives économiques , n° 155, janvier 1998

Question :

4. A partir du document ci-dessus complétez le tableau suivant

Solutions présentées par Solow pour résoudre le problème de l'augmentation de la pollution	Arrêt/non arrêt de la croissance	
	Rôle des incitations	
	Rôle de l'augmentation des revenus	
	Rôle du progrès technique	

Document 4 :

La théorie économique suggère que, si le prix relatif de l'énergie augmente, l'intensité énergétique de l'économie va diminuer suite à un changement de comportement : les agents vont rouler plus doucement, ils vont régler leur thermostat moins fort, remplacer leurs biens par des modèles plus efficaces consommant moins d'énergie, etc. Afin de répondre à cette demande, les entreprises vont proposer des nouveaux produits et procédés permettant de réduire la consommation d'énergie(...)

Les résultats de nos estimations montrent qu'un niveau élevé des prix de l'énergie induit des innovations dans le domaine de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Toutefois ce mécanisme n'est pas automatique car nous trouvons aussi une forte réponse de l'activité innovante aux opportunités technologiques. Les résultats des estimations en panel montrent que les prix ont un fort effet significatif sur l'innovation, avec une élasticité proche de l'unité (Une hausse de 10% du prix de l'énergie induit une augmentation d'environ 10% des dépôts de brevets vers les technologies énergétiques renouvelables et efficaces) . Les opportunités de connaissances jouent aussi significativement, avec une élasticité de 0,39 pour le stock de connaissances national et de 0,45 pour le stock de connaissances international. Ainsi nos résultats suggèrent qu'une augmentation des prix de l'énergie renforce les innovations visant à économiser l'énergie, plus particulièrement lorsque des investissements en R&D ont été préalablement réalisés.

Source : Koléda Gilles, Pillu Hugo. Déterminants de l'innovation dans les technologies énergétiques efficaces et renouvelables .In: Économie & prévision, n°197-198, 2011-1-2. pp. 105-128;

Question :

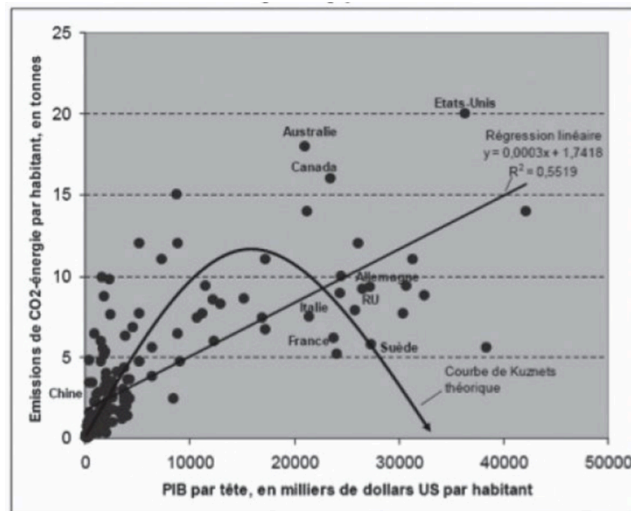
5. A partir du document ci-dessus complétez le tableau suivant

Le Progrès technique peut-il rendre la croissance soutenable ?	Déterminants du progrès technique	Déterminant 1	
		Déterminant 2	
	Effet des prix sur l'innovation	Déterminant 1	
		Déterminant 2	

	n et les brevets (mesuré par l'élasticité)		
	Conclusion : en quoi le progrès technique est-il une solution crédible ?		

**Pour les plus motivés (Cette partie du sujet de dissertation ne se trouve pas dans le programme de l'OA) – La croissance n'est pas forcément soutenable - le progrès technique peut ne pas suffire à rendre la croissance soutenable : les arguments des théoriciens de la soutenabilité forte**

Document 5 :



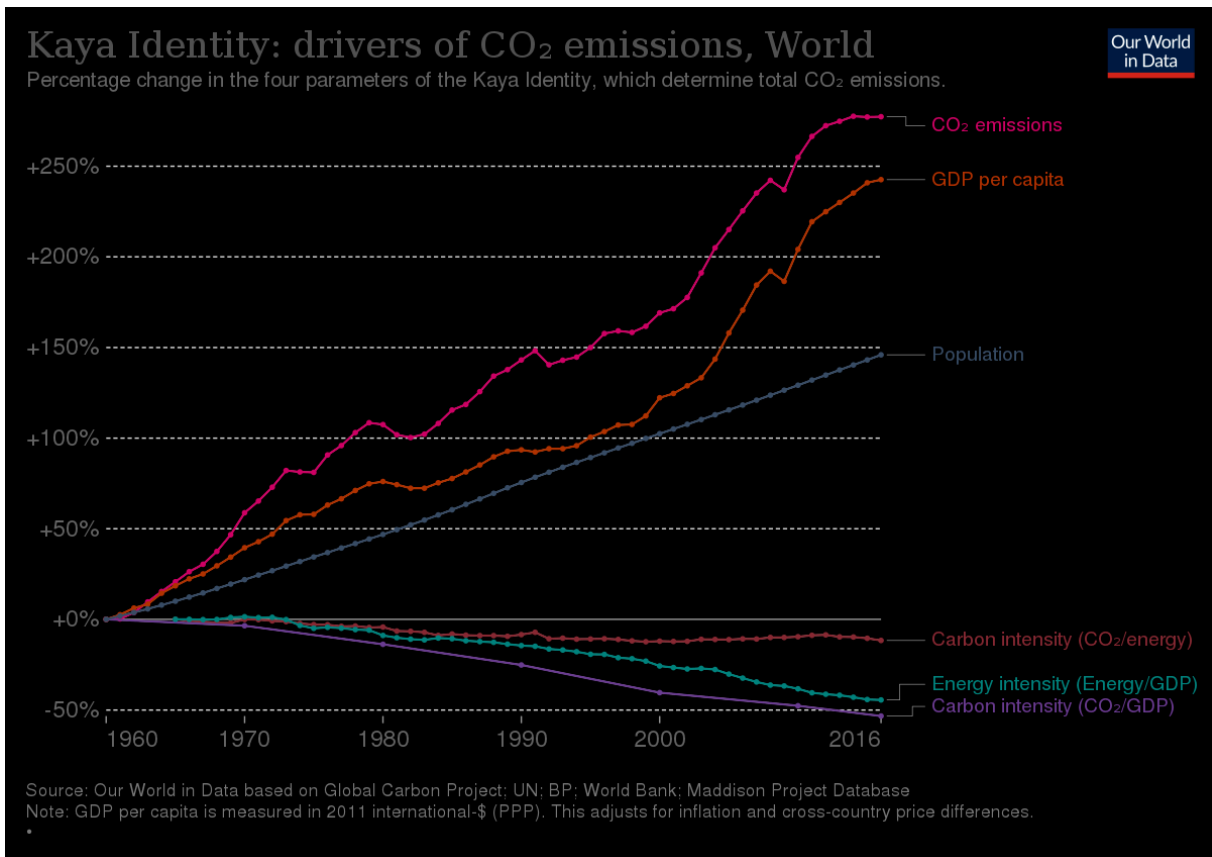
Source : FMI et Energy Information Administration <http://www.eia.doe.gov/>.

Question :

6. A partir du document ci-dessus complétez le tableau suivant

En quoi la courbe est-elle validée /invalidée par le graphique ?	
--	--

Document 6 :



Remarque : Ce graphique reprend l'équation de Kaya (du nom de l'économiste japonais qui l'aurait formulée en 1993). Il décompose les facteurs des émissions de CO<sub>2</sub> :

$$\text{CO}_2 = \text{population} \times (\text{PIB/population}) \times (\text{énergie/PIB}) \times (\text{CO}_2/\text{énergie})$$

Pour obtenir les émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, on multiplie donc la population mondiale, le pouvoir d'achat mondial moyen, l'intensité énergétique mondiale moyenne et le mix énergétique mondial moyen.

Reprise par Jean-Marc Jancovici, la formule calcule le niveau total d'émissions anthropiques et fait donc le lien entre quatre facteurs :

- Les émissions mondiales de gaz carbonique, exprimée en CO<sub>2</sub>
- La consommation mondiale d'énergie primaire, en TEP (Tonne Équivalent Pétrole) ;
- Le PIB par habitants en dollars (\$)
- La population mondiale donc le nombre d'habitants, en milliard

Cette formule de calcul permet de calculer nos GES et donc plus précisément d'effectuer des analyses quantitatives passées et présentes et ainsi conjecturer sur les trajectoires à venir. La formule sert aux politiques climatiques, à l'économie et permet de voir l'évolution de la situation.

L'équation de Kaya est utilisée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et permet de comprendre comment évoluent nos émissions. Par exemple, dans le rapport d'évaluation de 2014, le GIEC établit un lien entre croissance du PIB mondial par habitant et CO<sub>2</sub>.

Cette équation nous amène au constat suivant : nous devons limiter l'augmentation des températures moyennes à la surface de la Terre pour éviter un réchauffement climatique de plus de 1,5°C par rapport aux niveaux préindustriels d'ici 2050.

Et d'après cette équation, nos GES doivent être divisées par 3 d'ici 2050. C'est-à-dire que le produit des quatre catégories doit donc aussi être divisé par 3.

Source : <https://www.hellocarbo.com/blog/calculer/equation-de-kaya/>

Questions :

7. A partir des documents ci-dessus complétez le tableau suivant

Analyse de l'équation de Kaya	Définition de l'équation de Kaya		
	Evolution entre 1960 à 2016 de	La population Mondiale	
		Le bien être	
		L'intensité énergétique	
		L'intensité carbone	
		Les émissions polluantes	
Quelle conclusion pouvez vous en tirer ?			

Document 7 :

A :

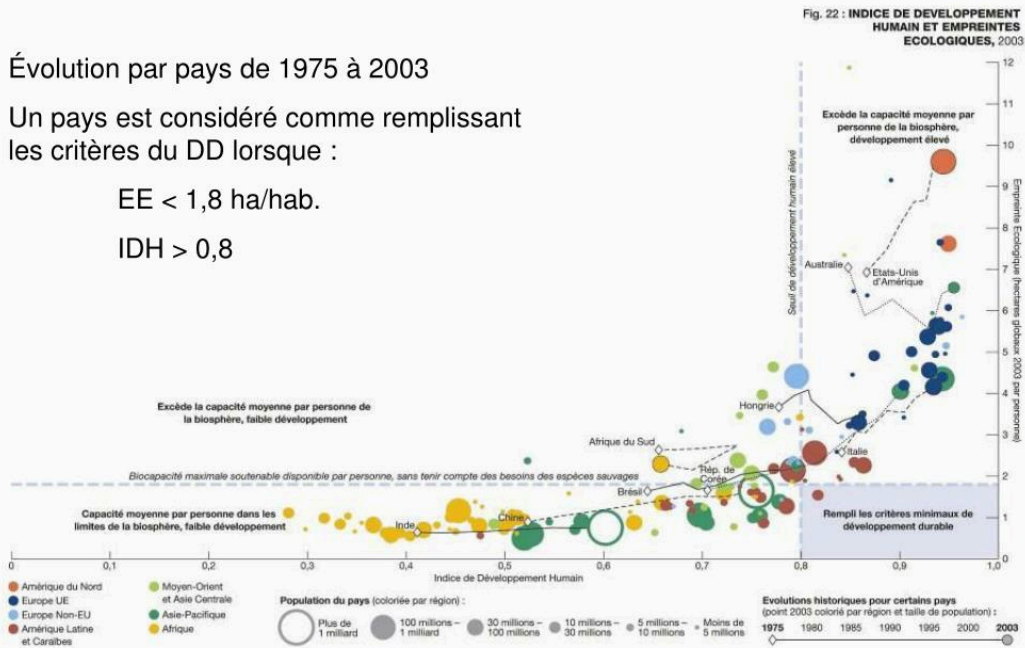
## Empreinte écologique et indice de développement humain

Évolution par pays de 1975 à 2003

Un pays est considéré comme remplissant les critères du DD lorsque :

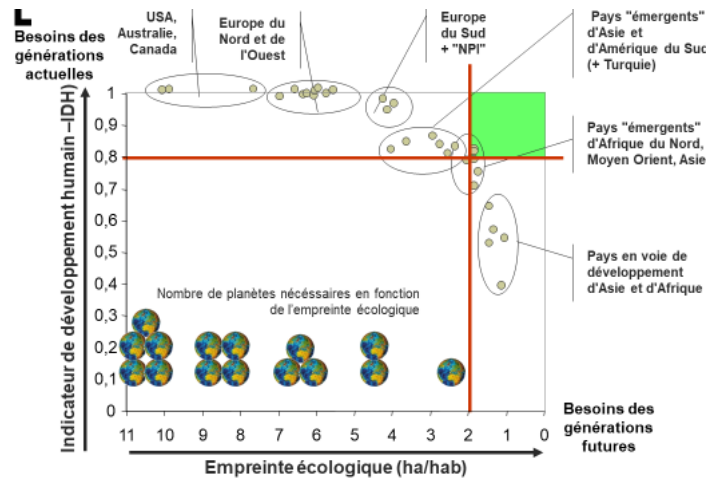
$$EE < 1,8 \text{ ha/hab.}$$

$$IDH > 0,8$$



B :





Questions :

8. A partir des documents ci-dessus complétez le tableau suivant

Empreinte écologique et développement humain (document 3)	Quelle relation pouvez vous faire apparaître entre IDH et empreinte écologique en 1975 ? (document A)	Causalité /corrélation ?	
		Positive /négative ?	
		Quelle conclusion pouvez vous en tirer ?	
	Quelle évolution pouvez vous faire apparaître entre 1975 et 2003 ? Quelle variable augmente le plus vite : IDH ou empreinte écologique ? (document A)	Inde	
		Chine	
		Etats-Unis	
		Afrique du Sud	
		Quelle conclusion pouvez vous en tirer ? Combien de pays remplissent-ils les critères minimaux du développement durable ?	
	Existe-t-il un sentier du développement durable ? (Document B)	Quels sont les pays qui satisfont le critère du développement ?	
Quels sont les pays qui satisfont le critère de l'empreinte écologique ?			
Quel est le modèle que tous les pays cherchent à suivre ?			

		Est-il soutenable ? Pourquoi ?	
		Que devraient faire les pays pour répondre aux exigences d'un développement durable ? (converger vers où ?)	

Document 8 :

La grande différence entre le modèle de soutenabilité faible et le modèle de soutenabilité forte se situe dans le traitement de la notion de capital naturel. Le capital naturel est considéré par certains économistes de l'économie écologique comme une contrainte véritable, avec l'idée que la question environnementale bouleverse l'analyse économique (Daly, 1990). Ainsi, selon les économistes écologiques, la question de l'environnement montre que nous atteignons une crise de civilisation. Il est donc nécessaire de repenser les outils et la théorie économiques. Au sein de ce courant, la notion de capital naturel se traduit par l'idée que nous ne pouvons pas la substituer aussi facilement que le prétendent les théoriciens néoclassiques. Ce capital naturel répond plutôt à une autre caractéristique bien connue des économistes que nous appelons la complémentarité entre les biens. Le capital naturel correspond à des éléments qui nous permettent de produire, lesquels sont complémentaires des autres moyens de production. Nous ne créons ni la matière ni l'énergie, mais les techniques, les infrastructures, les machines fonctionnent grâce à l'énergie et à la matière. Il existe donc une sorte de facteur de production primaire, dont nous ne pourrions-nous passer. Pour insister sur cette hypothèse, on utilise souvent l'expression de « capital naturel critique ». La question primordiale revient à identifier des éléments du capital naturel critique qu'il va falloir transmettre aux générations futures. Des substitutions auront sûrement lieu, mais nous ne pouvons pas imaginer que nous allons pouvoir tout réinventer, tout remplacer.

Si nous traduisons cela en termes de contrainte de soutenabilité, l'idée est de transmettre un certain stock de capital naturel aux générations futures. Cette contrainte est beaucoup plus forte que celle qui prévaut dans le modèle de soutenabilité faible.

Source : Franck-Dominique Vivien , Weak versus strong sustainability : un clivage fort ou faible ? 22 mars 2012

Questions :

1. A partir du document ci-dessus complétez le tableau suivant

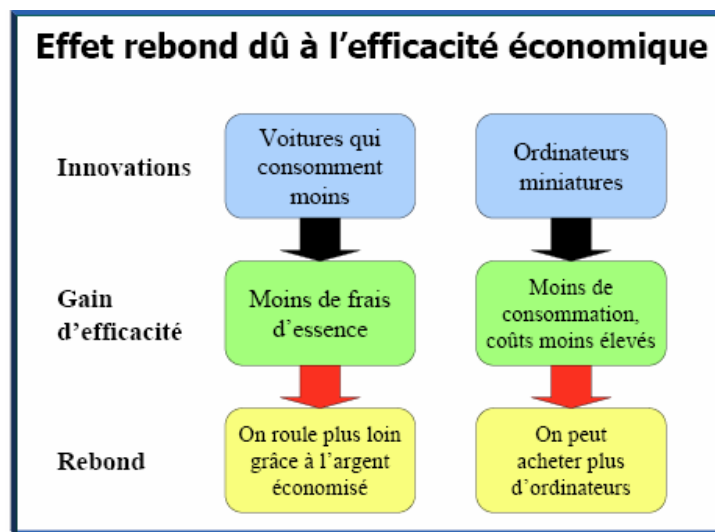
	Capitaux substituables /complémentaires	
Evolution des différents capitaux	Naturel	
	Technique	
	Humain	
	Institutionnel	
	Evolution du bien être à la hausse/stable/à la baisse	
	La soutenabilité de la croissance est-elle une hypothèse réaliste selon les théoriciens de la soutenabilité forte ? Pourquoi ?	

Document 9 :

A :

On appelle "effet rebond" la façon dont certains gains environnementaux obtenus grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique (isolation, chauffage plus performant, diminution des consommations des véhicules, etc.) vont être annulés par une augmentation des usages : si les ménages se chauffent plus, habitent de plus grands logements et doivent parcourir de plus grandes distances pour se rendre à leur travail, au final, les quantités consommées continuent d'augmenter.

C'est l'économiste anglais Stanley Jevons, qui a la première fois mis en évidence l'effet rebond, au XIXe siècle : en constatant que la consommation totale de charbon s'était accrue suite à l'amélioration de l'efficacité énergétique de la machine à vapeur. Ce paradoxe de Jevons fut ensuite théorisé et modernisé dans les années 1980 par deux économistes, Daniel Khazzoom et Leonard Brookes, dont les travaux, furent résumés par Harry Saunders sous le nom de "postulat de Khazzoom-Brookes" d'après lequel "les améliorations de l'efficacité énergétique qui, au sens le plus large, sont justifiées au niveau microéconomique, conduisent à de plus hauts niveaux de consommation d'énergie au niveau macroéconomique."



Source [http://www.alternatives-economiques.fr/l-effet-rebond-nbsp-quand-l-efficac\\_fr\\_art\\_1204\\_63190.html](http://www.alternatives-economiques.fr/l-effet-rebond-nbsp-quand-l-efficac_fr_art_1204_63190.html)

B :

Aujourd'hui, l'ampleur des effets rebonds directs (quand la baisse du prix d'une ressource en accroît la consommation) et des effets rebonds indirects (quand la hausse du pouvoir d'achat, issue des gains d'efficacité, se reporte sur d'autres produits ou d'autres services énergivores), remettent en cause les scénarios techno-optimistes (de type croissance verte) qui considèrent que les gains d'efficacité permettraient de lutter contre le réchauffement . Le Centre d'analyse stratégique (CAS) estime ainsi que « le progrès technique ne suffira pas à résoudre les problèmes environnementaux auxquels nous sommes confrontés. Selon l'Agence internationale de l'énergie, il ne représentera que la moitié de l'effort nécessaire pour atteindre nos objectifs de réduction des émissions de gaz à effets de serre. Pour aller plus loin, nous devons également modifier nos comportements. C'est d'autant plus vrai que les politiques faisant le choix de la seule production durable voient leurs résultats généralement compromis par "l'effet rebond»

Source :

[http://www.alternatives-economiques.fr/l-effet-rebond-nbsp-quand-l-efficac\\_fr\\_art\\_1204\\_63190.html](http://www.alternatives-economiques.fr/l-effet-rebond-nbsp-quand-l-efficac_fr_art_1204_63190.html)

Questions :

1. A partir des documents ci-dessus complétez le tableau suivant

L'effet rebond et ses répercussions	Définition de l'effet rebond (distinguez effet rebond direct et effet rebond indirect )	

	<p>Le progrès technique sera-t-il une condition nécessaire et suffisante pour assurer une croissance soutenable ? Document 8</p>	
--	--	--