

Energies et économie : quand des physiciens se mettent à l'économie

Cédric Ringenbach

Découplage PIB / énergie	1
Fonction de production	1
Substituabilité partielle entre les facteurs	2
Elasticité de la fonction de production	2
Théorème du cost share	2
Un "vrai" calcul de l'élasticité	3
Questions / réponses :	3

Découplage PIB / énergie

Question du découplage PIB / énergie : peut-on faire croître le PIB sans dépendre autant de l'énergie ?

Fonction de production

Fonction de production = modèle de croissance : production économique (PIB) en fonction de certains facteurs de production.

Dans beaucoup de modèles, le PIB est une donnée exogène : il est donné comme hypothèse de départ.

Les fonctions de production :

- Y = production
- Les facteurs de production : K = capital, L = travail, E = énergie
- La fonction de production la plus connue : Solow-Swan $Y=Y(K,AL)$

- + énergie : $Y=Y(K,L,E)$
- +U travail utile
- +M matière
- etc.

Fonction de type Cobb-Duglas : $Y = K^a \cdot L^b \cdot E^g$

Chaque facteur de production est essentiel : si l'un vaut 0 alors le total vaut 0 (d'où le produit mathématique).

Dérivée partielle toujours positive : chaque facteur contribue à faire croître la production.

Dérivée seconde toujours négative : rendement négative. Doubler un facteur ne double pas la production.

Hypothèse du rendement d'échelle constant : si on multiplie chaque facteur par 2, alors cela double la production. La somme des facteurs de production est égale à 1.

Substituabilité partielle entre les facteurs

Les machines (avec le capital K) remplacent le travail humain (L).

Le travail humain (L) est remplacé par de l'énergie (E) et une machine (via le capital K).

On peut diminuer la consommation d'énergie (E) avec une machine ou un actif plus efficace (ayant demandé plus de capital K). (ex : isolation du bâtiment)

La substituabilité a des limites. Ex : pas de substitution totale entre les facteurs, car chaque facteur est essentiel.

La substituabilité est valable dans le voisinage du point où l'on est aujourd'hui.

Elasticité de la fonction de production

Théorème du cost share

Le théorème qui pose problème : « cost share theorem » \Rightarrow A l'équilibre, l'élasticité d'un facteur de production est égale à la part des coûts de ce facteur dans la production.

Les 3 facteurs de production sont sur un marché : les travailleurs (emploi), les machines, et l'énergie.

Si les entreprises remplacent des salariés par des machines (parce que cela leur semble intéressant) :

- les salaires vont baisser sur le marché de l'emploi
- le prix des machines va augmenter

- à un moment, on sera à l'équilibre \Rightarrow le théorème dit que cela détermine le coût du facteur de production

Part des coûts dans le PIB mondial :

- $K = 25\%$ = capital = vient de la valorisation des actifs (capital physique) du bilan des entreprises
- $L = 70\%$ = coût du travail = la masse salariale
- $E = 5\%$ = énergie

Un "vrai" calcul de l'élasticité

Calcul de l'élasticité par Robert Ayres (the economic growth engine) et Rainer Kümmel (the second law of economics) :

- Y (PIB)
- K 40% (comptabilité des entreprises)
- L 10% (ministère du travail, nombre d'heures travaillées)
- E 50% (cf. IEA)

Observations et déductions :

- Le rôle de l'énergie est sous-estimé (corrélation PIB/énergie) \Rightarrow facteur 0,5 plus cohérent
- Le travail est-il trop payé ? \Rightarrow facteur 0,1

Henri Ford et John Maynard Keynes \Rightarrow c'est fait exprès ! On paye les gens plus que nécessaire.

- difficile de remplacer l'énergie ($E = 0,5$ d'élasticité) par du travail humain ($L = 0,1$ d'élasticité)
- plus facile de remplacer de l'énergie ($E = 0,5$ d'élasticité) par du capital ($K = 0,4$ d'élasticité) grâce à l'efficacité énergétique
 - passage d'un monde OpEx (coût d'exploitation) à un monde CapEx (coût d'investissement)
- la question sur la rémunération du capital se pose

Questions / réponses :

Est ce qu'il existe des papiers publiés par des économistes orthodoxes, néo classiques, qui remettent en cause les critiques des énergéticiens ?

- possible, ne sait pas

Le modèle KLE prend-il en compte le facteur ressource ? (peut-être caché dans le facteur énergie ?)

- ce serait logique de le faire, mais plus compliqué, car 4 facteurs de production

Pourquoi faut-il rémunérer un capital ?

- c'est le fonctionnement actuel du capitalisme : on rémunère l'argent financier qui permet d'acquérir un capital physique (machine) qui permet de mieux/plus produire
- elle n'est pas si élevée que cela. On n'est pas totalement dans un système 100% libéral qui serait totalement inégalitaire. Il y a des protections sur la rémunération du travail.
- on pourrait aussi nationaliser ou collectiviser les moyens de production

Tu peux récapituler les conclusions du dernier slide ? C'est super intéressant mais j'ai besoin de le ré-entendre pour bien comprendre

Coût du capital K 25%	Le théorème du cost share nous dit qu'on devrait tendre naturellement vers un équilibre entre les deux.	Élasticité du capital K 40%
Coût du travail L 70%		Élasticité du travail L 10%
Coût de l'énergie E 5%		Élasticité de l'énergie E 50%

Donc travailler plus pour produire plus n'a pas de sens ? En mettant le capital physique et financier en premier n'est ce pas négliger le capital intellectuel de la R&D qui pourtant tombe dans les 10% ?

- c'est compris dans le capital
- conviction : si on travaille moins chacun, on sera plus à travailler, à l'ajustement des compétences près

Le cost share est basé sur les impacts marginaux. Est-ce que ça a encore un sens si on parle de grandes variations (par ex. après raréfaction des ressources primaires)

- à l'équilibre, au voisinage du point
- si on s'éloigne de ça, ce n'est peut-être plus valable
- par exemple, si l'énergie vient à manquer...
- le cost share part de l'hypothèse (non vérifiée / démontrée) qu'on est à l'équilibre

Jusqu'à quand peut-on investir à la vue de l'appauvrissement de certaines ressources?

- fait écho à la notion de EROI

Quel lien faites-vous entre économie et entropie ?

- lien entre thermodynamique et économie
- on crame des énergies fossiles \Rightarrow entropie
- on concentre puis disperse les ressources \Rightarrow entropie
- cf. club de Rome
- donc augmentation du coût/prix de l'énergie et des ressources

Quels sont d'après toi les principaux leviers de baisse des coûts de financement et du capital plus généralement, qui représentent d'après ta démo un facteur clé pour résoudre l'équation économique de la transition énergétique ?

- il ne faut pas forcément baisser le coût
- il faut investir dans la transition "quoi qu'il en coûte"

- le découplage énergie / PIB est très stable : on gagne 0,1% par an \Rightarrow ça coûtera beaucoup d'argent de faire ce découplage

Y-a-t-il d'autres économistes qui ont tenté de réaliser des calculs similaires à ceux évoqués ?

- Gaël Giraud et quelqu'un du Shift Project
- l'élasticité de l'énergie était d'environ 35% (contre 50%)
- intuition : la corrélation PIB / énergie est trop imbriquée, va dans les 2 sens, et serait trop difficile à démêler

En gros, la croissance du PIB d'un pays (pour garder un ordre de grandeur macro) dépend beaucoup plus du coût de l'énergie et du capital que celui du travail ?

- le coût du travail est élevé et son élasticité est faible

A qui va les 5% correspondant au coût de l'Énergie ? N'est-ce pas aussi du travail et du capital qui permet de produire cette énergie ?

- En fait oui, les 3 variables ne sont pas complètement décorréelées, donc dans les 5% on retrouve les 3 facteurs (capital, énergie, travail). De même dans le capital on retrouve une part du travail et de l'énergie passée

Et l'effet rebond ?

- illustre le fait qu'un gain d'efficacité n'a pas d'impact à la baisse sur la production globale. Ce serait plutôt l'inverse.
- le découplage est beaucoup plus difficile à réaliser qu'on ne l'imagine
- l'effet rebond : plus on est efficace, plus on se déploie. L'efficacité seule ne suffira pas à résoudre le problème du climat. (cf Thermodynamique de l'évolution: Un essai de thermo-bio-sociologie, de François Roddier)

Liens utiles :

- conférence : <http://www.centrale-energie.fr/spip/spip.php?article335>
- lien vers les 1000 slides de cours de Cédric Ringenbach : <https://www.dropbox.com/s/3y6czlbuujbl5wd/Cours%20Comple%20Energie%20Climat%2016%209e.pdf?dl=0>
- think tank The Shift Project <https://theshiftproject.org/>
- la fresque du climat <https://fresqueduclimat.org/>