

Ressources naturelles et croissance durable

Katheline Schubert, professeure d'économie à l'Université de Paris 1, EUREQua (75)

La peur de l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables est ancienne. William Jevons pensait déjà en 1865¹, au moment de la Révolution industrielle, que l'épuisement des réserves de charbon provoquerait rapidement l'effondrement de l'économie britannique et de l'économie mondiale. En même temps, la croyance dans le caractère illimité des ressources naturelles renouvelables a été tenace, jusqu'à une période récente. Certaines civilisations ont disparu pour y avoir cru (par exemple, celle des Anasazi du Nouveau-Mexique au XII^e siècle, celle des Scandinaves du Groenland au XIV^e siècle ou celle de l'Île de Pâques au XVII^e siècle²). Nous savons aujourd'hui à la fois que l'humanité a jusqu'à présent toujours réussi à repousser les contraintes dues à la finitude des ressources non renouvelables, et que les ressources renouvelables, parmi lesquelles certaines ressources essentielles à la vie humaine, peuvent être irrémédiablement détruites.

La réponse des années soixante-dix face à la question des limites à la croissance dues aux ressources naturelles a été de préconiser la *croissance zéro*. Les prédictions alarmistes du Club de Rome [1] sur le déclin inéluctable de l'économie mondiale en raison de l'épuisement des ressources naturelles ont reçu un écho considérable. Mais le rapport du Club de Rome n'avait pas pris en compte certains mécanismes économiques pourtant élémentaires, et il fut facile de discréditer ses prévisions. D'autant plus que les catastrophes annoncées à l'époque pour un avenir proche ne se sont pas produites. La problématique s'est déplacée aujourd'hui : le *développement durable* a remplacé la croissance zéro. La croissance est perçue comme nécessaire, mais elle doit s'accompagner du respect de l'environnement et d'avancées sociales. Le développement durable repose sur trois piliers, les piliers économique, environnemental et social. Autrement dit, l'augmentation du niveau de vie reste un objectif qui n'est pas remis en cause, même dans les pays développés déjà très riches, mais les performances économiques à rechercher ne sont plus uniquement quantitatives, en terme de croissance du PIB par tête, mais aussi qualitatives, la qualité de la croissance pouvant être évaluée en prenant en compte son caractère équitable, les progrès qu'elle permet en matière de santé, d'éducation, son caractère polluant, son impact sur les ressources naturelles.

La recherche d'une croissance durable au sens précédent est-elle un bon objectif, réaliste, ou les contraintes posées par la nature à l'activité économique entraînent-elles inéluctablement le déclin et l'arrêt de cette dernière ? Nous examinons successivement les éléments de réponse fournis par la littérature économique concernant les ressources naturelles non renouvelables, les ressources renouvelables et la qualité de l'environnement.

[Les ressources non renouvelables]

Les ressources naturelles non renouvelables sont les stocks d'énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) et de minerais contenus dans le sous-sol terrestre, formés par des phénomènes géologiques extrêmement lents, et qui ne se renouvellent pas, au moins à l'échelle humaine. Ces ressources sont extraites pour être utilisées dans l'activité productive. La question est celle des limites à la croissance dues à leur finitude : que se passera-t-il lorsque celles d'entre ces ressources qui sont nécessaires à la production, au sens où il n'est pas possible de produire sans elles (à technologie donnée), viendront à s'épuiser ? Entre temps, quel doit être le profil d'exploitation de ces ressources ? Faut-il extraire beaucoup maintenant et épuiser rapidement le stock, ou utiliser ces ressources de façon plus parcimonieuse pour "faire durer" le stock le plus longtemps possible ?

Imaginons que la technologie agrégée de production de l'économie soit rigide et qu'il n'existe pas de progrès technique. Alors, pour chaque unité produite, on consomme une quantité donnée de

¹ W. S. Jevons, *The Coal Question. An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coal Mines*, Mac Millan and co, Londres, 1865.

² Voir par exemple Jared Diamond, *Collapse. How Societies Choose to Fail or Survive*, Penguin, 2005.

ressources non renouvelables (typiquement, les énergies fossiles). Les stocks de ces ressources diminuent dès qu'il y a production. La seule issue possible quand ces stocks s'épuisent est l'arrêt de l'activité économique. Mais la technologie n'est heureusement pas rigide. Il existe des possibilités de *substitution* entre les ressources naturelles et les autres facteurs de production, travail mais surtout capital. Ces substitutions sont induites par les évolutions des prix relatifs des facteurs. Par exemple, quand le prix relatif de l'énergie par rapport au capital augmente, la quantité d'énergie utilisée par unité de capital pour effectuer une production donnée diminue. Les possibilités de substitution ne sont pourtant pas illimitées, et, de façon ultime, c'est le *progrès technologique* qui permet d'échapper à la contrainte qui pèse sur l'activité économique en raison de la finitude des ressources non renouvelables. Ce progrès technologique prend la forme de nouvelles technologies moins consommatrices de ressources, ou de nouvelles ressources, renouvelables et disponibles en quantité illimitée, qui remplacent les ressources non renouvelables (on les appelle parfois les *backstop technologies*).

Partha Dasgupta et Geoffrey Heal [2] ont été les premiers à analyser les sentiers de croissance optimaux d'une économie produisant à l'aide de capital et d'une ressource naturelle non renouvelable nécessaire à la production. Ils montrent tout d'abord qu'il peut exister des limites physiques à la croissance : si la productivité marginale de la ressource reste finie quand la quantité extraite diminue, la ressource sera épuisée en temps fini et l'activité économique s'arrêtera. En revanche, si cette productivité marginale devient infinie quand la quantité disponible de ressource tend vers zéro, la ressource ne sera épuisée qu'asymptotiquement et il sera toujours possible de produire, avec de plus en plus de capital et de moins en moins de ressource, et de consommer. L'allure du sentier de croissance dépend de façon cruciale de trois caractéristiques de l'économie : les possibilités de substitution technologique entre le capital et la ressource naturelle, l'impatience de la société incarnée dans le taux d'actualisation choisi pour escompter les utilités futures dans le critère de bien-être social, les possibilités de substitution intertemporelle de la consommation c'est-à-dire la mesure dans laquelle la société est prête à accepter de renoncer à une consommation présente pour une consommation future. A court-moyen terme, substituer du capital manufacturé à la ressource non renouvelable permet de retarder la décroissance de la consommation, qui reste inéluctable à long terme.

En dernière analyse, la question des possibilités de substitution des ressources non renouvelables par du capital manufacturé est une question empirique, mais ces possibilités, même si elles sont grandes, sont bornées. Joseph Stiglitz [3] montre alors que la seule solution pour surmonter à long terme le problème de la rareté est l'existence d'un progrès technique permettant d'économiser la ressource naturelle suffisamment important (précisément, supérieur au taux d'actualisation). Ce progrès technique est, chez Stiglitz, exogène : il "tombe du ciel". Ceci n'est évidemment pas satisfaisant, et la littérature récente met l'accent sur un progrès technique endogène, dont le taux dépend des efforts que la société accepte de consacrer à l'activité de recherche et la direction (ou l'orientation) de diverses incitations. Si les incitations sont appropriées, le progrès technique permet d'économiser les ressources rares, de trouver des ressources renouvelables de substitution qui peuvent remplacer les ressources non renouvelables dans les processus productifs. On note donc que n'importe quelle forme de progrès technique n'est pas utile : seul un progrès technique biaisé en faveur de la ressource (ou économisant la ressource) permet de concilier croissance et baisse du taux d'utilisation des ressources naturelles. Les incitations qui permettent que le progrès technique soit ainsi orienté sont d'abord des signaux-prix : la rareté croissante des ressources provoque une augmentation de la rente de rareté qui leur est associée, au taux d'actualisation : c'est la fameuse *règle de Hotelling* [4]). Or la rente de rareté est, dans une économie de marché, la différence entre le prix de marché et le coût marginal d'extraction de la ressource, si la ressource est extraite de manière concurrentielle (les choses sont un peu plus compliquées quand le marché n'est pas concurrentiel, comme c'est le cas pour de nombreuses ressources non renouvelables). Si le coût marginal d'extraction est raisonnablement constant, le prix de marché augmente au cours du temps, fournissant ainsi une incitation à économiser la ressource ou lui substituer une autre ressource.

Deux compléments au moins doivent être apportés. Tout d'abord, nous avons fait jusqu'ici comme si la taille des stocks de ressources non renouvelables était connue avec certitude. Or ce n'est pas le cas dans la réalité, où des découvertes de nouveaux gisements d'énergies fossiles et de minerais peuvent toujours advenir et où des gisements connus mais non exploités car non rentables économiquement peuvent le devenir. Ceci recule évidemment le problème de l'épuisement. Mais les découvertes ne peuvent pas se renouveler éternellement : la terre est finie. Reste que cette incertitude pèse sur les décisions d'exploitation des ressources. Ensuite, il ne faut pas sous-estimer les difficultés qui apparaîtront dans la phase de transition du paradigme technologique actuel fondé sur l'exploitation des énergies fossiles à un nouveau paradigme qui en serait libéré. L'apparition des nouvelles technologies, l'abaissement des coûts de production des ressources de substitution qui en rendra l'utilisation économiquement rentable, leur diffusion dans l'économie, peuvent être très lents, d'autant plus que l'utilisation de ces technologies et de ces ressources devra être accompagnée d'un remaniement profond des modes de production.

Abandonnons pour terminer le point de vue très agrégé et examinons les performances de croissance des pays qui possèdent dans leur sous-sol les ressources naturelles non renouvelables. Force est de constater que l'abondance de ces ressources est souvent davantage une malédiction qu'un atout³. Ce n'est pas l'abondance en soi qui crée des difficultés, comme l'a montré l'histoire de nombreux pays actuellement développés autrefois riches en ressources naturelles, mais une trop grande dépendance de l'économie par rapport à ces ressources. On identifie principalement trois types de problèmes. Le *Syndrome hollandais* tout d'abord, qui consiste en la sur-évaluation de la monnaie du pays, rendant très difficile l'exportation de tout produit autre que minier. Le comportement de *recherche de rente* de la part des producteurs ensuite, qui conduit à un détournement des recettes issues de l'exploitation des ressources naturelles, surtout si les institutions du pays sont faibles. L'*éviction* de l'investissement en d'autres formes de capital (humain, manufacturé) enfin.

[Les ressources renouvelables

Les ressources naturelles renouvelables sont les stocks biologiques (animaux, poissons, forêts) qui naissent, se reproduisent et meurent, les stocks physiques comme les sols, dont la fertilité peut se régénérer, les systèmes aquifères et atmosphériques, qui se reproduisent et se régénèrent grâce à des processus physiques et chimiques, et enfin les flux d'énergies renouvelables (hydraulique, éolienne, solaire, géothermique). L'utilisation de ces dernières ressources par l'activité humaine ne diminue en rien leur production par la nature, et ne pose donc pas de problème particulier ; nous nous intéressons donc seulement aux premières. Parmi elles, nous nous concentrons sur les stocks biologiques, repoussant par convention l'étude des autres catégories de ressources renouvelables à la section suivante sur la qualité de l'environnement.

Les stocks biologiques de ressources renouvelables sont utilisés comme facteur de production ou bien de consommation, mais peuvent également être recherchés, valorisés, pour d'autres motifs : ils sont une source directe de satisfaction, ils ont une *valeur de legs*, au sens où l'on désire les conserver pour les générations futures, une *valeur d'option*, au sens où leur disparition, irréversible, prive définitivement l'humanité de tous les bénéfices que ces ressources auraient pu lui procurer dans le futur et qui sont encore imprévisibles, et, pour certains, une *valeur d'existence*, en soi, indépendamment de l'usage qu'en font les êtres humains. La question de l'exploitation des ressources renouvelables semble à première vue plus simple que celle des ressources non renouvelables, puisque celles-là ont la capacité de se régénérer. L'intuition pousse à penser qu'il suffit de faire une utilisation "raisonnable" de ces ressources, de façon à en prévenir l'extinction. Par exemple, le critère d'exploitation souvent mis en avant par les biologistes et les écologistes consiste à consommer à chaque instant le *rendement maximum soutenable*, qui est le prélèvement maximal que l'on peut effectuer tout en conservant le stock constant, c'est-à-dire l'accroissement naturel maximal). Mais les choses ne sont pas si simples : les considérations économiques font que

³ Voir par exemple Thorvaldur Gylfason, "Natural Resources and Economic Growth: From Dependence to Diversification", CEPR Discussion Paper n°4804, décembre 2004.

les sociétés désirent souvent consommer davantage que le rendement maximal soutenable, ce qui, ayant lieu sur une période de temps suffisamment longue, rend inéluctable la disparition de la ressource.

Plusieurs caractéristiques économiques concourent à ce que les ressources renouvelables soient surexploitées (par rapport à l'exploitation qui serait socialement efficace). L'absence de droits de propriété sur nombre de ces ressources, qui sont en *accès libre*, est la principale de ces caractéristiques. L'accès libre est une situation dans laquelle tout personne qui désire exploiter la ressource peut le faire, sans que quiconque puisse l'en empêcher. La surexploitation est alors causée d'une part par le fait que les exploitants de ressources en accès libre ne peuvent pas s'approprier les bénéfices d'un investissement dans la ressource, prenant la forme d'une renonciation à un certain prélèvement présent pour permettre une croissance du stock dans le futur, et d'autre part par le fait qu'aucun mécanisme ne régule l'entrée dans l'activité ou, autrement dit, ne permet l'exclusion⁴. La réponse à ce problème réside dans la mise en place de régimes de propriété appropriés, quand cela est possible. Contrairement à ce que laisse penser le célèbre titre de l'article de Hardin⁵ qui parle de *tragédie des biens communs*, il ne s'agit pas forcément de propriété privée, la propriété commune de la ressource par certains groupes sociaux bien spécifiés, forme traditionnelle de propriété sur ce type de ressource, pouvant être parfaitement adaptée. Mais certaines ressources, les ressources halieutiques par exemple, se prêtent par nature très mal à l'appropriation : les poissons se déplacent librement dans la mer ! Il s'agit alors de mettre en place des politiques économiques adéquates. Malheureusement, les politiques traditionnellement utilisées (restriction de la saison de pêche, réglementations diverses limitant la taille des mailles des filets, la puissance des bateaux ou encore les équipements autorisés, licences, quotas de pêche globaux...) sont souvent inefficaces, comme le prouve l'état des stocks halieutiques dans le monde en général, et en Europe en particulier.

Parmi les ressources renouvelables, la forêt occupe une place particulière car elle procure un très grand nombre de services très variés. Pêle-mêle, elle fournit du bois pour le chauffage et la construction, elle a une valeur récréative, elle constitue l'habitat de multiples espèces animales, elle est un réservoir de biodiversité, elle est un puits à carbone qui contribue à la régulation du climat, elle empêche l'érosion des sols, etc. Sa valeur économique totale, difficile à mesurer, est probablement très grande. La déforestation, au sens de la destruction des forêts primaires, est perçue (au moins dans les pays développés) comme l'un des plus importants problèmes de ressources naturelles. La pauvreté, la pression démographique, l'appropriation des terres cultivables par une faible fraction de la population, l'inadéquation de certains régimes fonciers, l'absence, la faiblesse ou la corruption des institutions censées assurer le respect du droit, le comportement de certains pays développés en matière de demande de bois tropicaux font que la déforestation semble inéluctable. Les pays développés ont un très grand rôle à jouer pour éviter la disparition des forêts primaires : il leur revient d'assurer que la forêt soit correctement valorisée et que les populations concernées reçoivent la rémunération associée à une activité de conservation.

[La qualité de l'environnement

Le terme "qualité de l'environnement" est un terme très général qui fait référence à l'état plus ou moins naturel de notre environnement. Y sont englobées les qualités de l'eau, de l'air, mais aussi d'autres caractéristiques comme la préservation des paysages naturels. La qualité de l'environnement définie de cette façon est une forme particulière de ressource renouvelable. Comme telle, elle est dégradée par l'activité humaine (les émissions de pollution), mais possède la capacité de se régénérer, grâce à la fonction de restauration et d'assimilation naturelle des déchets et de la pollution que possèdent les écosystèmes. Mais cette fonction d'assimilation est plus complexe que la fonction de croissance biologique des stocks halieutiques ou des forêts. En particulier, il peut exister des effets de seuil et des irréversibilités : tel écosystème particulier peut assimiler raisonnablement bien une certaine proportion des émissions polluantes jusqu'à un niveau seuil,

⁴ Voir par exemple H. S. Gordon, "Economic Theory of a Common Property Resource: the Fishery", *Journal of Political Economy*, vol. 62, p. 124-142.

⁵ Garrett Hardin, "The Tragedy of the Commons", *Science*, vol. 162, p. 1243-1248, 1968.

puis, pour des raisons physiques ou biologiques, arrêter d'en absorber davantage pour des niveaux de pollution plus élevés que le seuil. Dépasser le seuil peut avoir des conséquences catastrophiques sur l'écosystème. De même, arrêter les émissions polluantes ne permet pas forcément à l'écosystème de retourner à son état antérieur s'il existe des irréversibilités, ou arrêter d'exploiter une terre ne permet pas de reconstituer une forêt primaire. Les dommages causés à l'environnement persistent alors indéfiniment.

Les émissions de pollution, qui dégradent la qualité de l'environnement, peuvent être considérées comme un produit fatal de l'activité économique, si la relation qui relie production et émissions est rigide. Dans ce cas, pour réduire les émissions à production donnée il faut installer des dispositifs "en bout de chaîne", comme des filtres. Mais il est plus correct (quoique moins intuitif) au niveau agrégé de considérer les émissions de pollution comme un facteur de production substituable dans une certaine mesure aux autres facteurs, travail et surtout capital. En effet, l'économie dans son ensemble peut choisir de réaliser un niveau de production donné avec une intensité polluante plus ou moins importante, et un stock de capital plus ou moins important. Si rien ne vient rendre coûteuses les émissions polluantes, les entreprises choisiront naturellement la technique de production la plus efficace quel que soit son niveau d'émissions. Deux choses peuvent rendre la pollution coûteuse et inciter les entreprises à substituer du capital aux émissions. L'une d'entre elles se situe du côté de l'offre : il s'agit de toute mesure de politique économique rendant les émissions de pollution payantes comme les autres facteurs de production et non plus gratuites, une taxe par exemple. L'autre se situe du côté de la demande et vient des comportements de consommation des ménages. Si les préférences de ceux-ci deviennent plus "vertes", ils demanderont davantage de biens produits avec des technologies moins polluantes. Mais, de nouveau, les possibilités de substitution ne sont pas illimitées et c'est le progrès technique qui, en permettant de mettre au point des technologies propres ou du moins plus propres, constitue la solution ultime. La politique économique a un rôle important à jouer pour orienter ce progrès technique dans la direction de technologies moins polluantes.

Notons que le débat s'est récemment déplacé : l'inquiétude due à l'épuisement des ressources non renouvelables a été en partie remplacée par l'inquiétude concernant l'évolution de la qualité de l'environnement. Au point que certains pensent que le problème des énergies fossiles n'est pas tant qu'elles vont s'épuiser mais qu'entre temps leur combustion va entraîner une très importante pollution atmosphérique et aura des conséquences catastrophiques en termes de réchauffement global. Cette analyse est particulièrement pertinente en ce qui concerne le charbon, dont les stocks inexploités sont encore très importants, et dont la combustion émet une grande quantité de CO₂, davantage que celle du pétrole et du gaz naturel.

La *courbe de Kuznets environnementale*, ainsi nommée en référence aux travaux de Kuznets sur les liens entre revenu et inégalités dans la distribution du revenu⁶, est une courbe (empirique) qui lie le revenu et les émissions de pollution⁷. Elle comporte une phase croissante puis une phase décroissante, après un certain seuil de revenu. Autrement dit, elle traduit une relation en U inversé entre le revenu et les émissions de pollution d'un pays : la croissance entraîne une augmentation des émissions aux premiers stades de développement, puis une baisse des émissions quand le revenu est suffisamment élevé. Si ceci est vrai, la croissance n'est plus une menace pour la qualité de l'environnement, mais au contraire le moyen de l'améliorer.

Les explications théoriques possibles à une telle relation en U inversé sont (1) les changements structurels de l'économie accompagnant le processus de croissance : passage d'une économie agricole à une économie industrielle utilisant les ressources naturelles de façon intensive et produisant beaucoup de déchets, puis à une économie de services plus immatérielle ; (2) le fait que les sources de la croissance se modifient au cours du temps (capital physique d'abord, puis capital humain, connaissances) ce qui entraîne une baisse relative de la demande d'inputs polluants ; (3) le fait que la demande pour la qualité de l'environnement augmente relativement plus que la demande de biens de consommation quand le revenu augmente, d'où la mise en place de politiques

⁶ Simon Kuznets, "Economic Growth and Income Inequality", *American Economic Review*, vol. 49, p. 1-28, 1955.

⁷ Voir par exemple [5] pour une revue récente des travaux empiriques.

économiques de contrôle de la pollution qui réduisent l'intensité polluante de la production, et d'innovations technologiques rendant plus propres les processus de production.

De très nombreux travaux empiriques ont cherché à confirmer ou réfuter l'existence de cette relation. En l'absence d'un indicateur fiable de qualité de l'environnement agrégé, la relation a été testée pour de nombreuses variables de pollution dont les plus fréquentes sont les émissions de dioxyde de soufre, d'oxyde nitreux, les fumées, les particules en suspension (la relation est alors plutôt confirmée), les émissions de CO₂, de déchets (la relation est nettement infirmée), la pollution de l'eau (résultats peu conclusifs). La relation a aussi été testée pour la déforestation, la biodiversité, avec des résultats également peu conclusifs. Au total, rien ne permet malheureusement d'affirmer que la croissance est elle-même le remède à la dégradation de l'environnement ; elle n'est que le remède à certaines formes de pollution particulières.

En guise de conclusion, soulignons qu'il est illusoire d'attendre une amélioration spontanée de l'environnement, induite mécaniquement par la croissance ou par un progrès technologique qui tomberait du ciel. La politique économique joue un rôle central pour infléchir les comportements d'utilisation des ressources non renouvelables et renouvelables, et pour orienter le progrès technique vers des modes de production et des produits plus respectueux de l'environnement.

Bibliographie

- [1] D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers et W.W. Behrens, *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Earth Island, Universe Books, New-York.
- [2] P. Dasgupta et G. M. Heal, "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources", *Review of Economic Studies*, Symposium, vol. 41, p. 1-28, 1974.
- [3] J. Stiglitz, "Growth with Exhaustible Resources: Efficient and Optimal Growth Paths", *Review of Economic Studies*, Symposium, vol. 41, p. 139-152, 1974.
- [4] Harold Hotelling, "The Economics of Exhaustible Resources", *Journal of Political Economy*, vol. 39, p. 137-175, 1931.
- [5] S. Dasgupta, B. Laplante, H. Wang et D. Wheeler, "Confronting the Environmental Kuznets Curve", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 16, p. 147-168.