

Chapitre II

L'énergie et les mythes économiques

Ainsi, tous, à présent, vous pouvez rentrer chez vous, et dormir paisiblement dans vos lits cette nuit car, selon l'opinion mûrement réfléchie du dernier occupant de la seconde plus ancienne chaire d'Économie politique de ce pays, bien que la vie sur cette Terre soit très loin de la perfection, rien ne donne à penser que la croissance économique continue la rendra pire.

WILFRED BECKERMAN.

I

Introduction

[Retour à la table des matières](#)

À en croire Percy Bridgman, la profession d'économiste serait la plus opportuniste de toutes. Il ne faut pas sous-estimer la part de vérité que contient cette remarque. En effet l'attention des économistes a continuellement passé d'un problème à un autre, sans qu'il y ait nécessairement des liens étroits entre ces problèmes. Consultez tous les périodiques économiques du monde anglophone avant 1950, par exemple, et vous ne trouverez guère de références au « développement économique ». Aussi est-il étonnant que les économistes soient restés durant les cent dernières années obstinément attachés à une idée

particulière, l'épistémologie mécaniste qui inspira l'orientation des fondateurs de l'école néo-classique. De leur propre aveu, et ils en étaient fiers, la plus grande ambition de ces pionniers était de construire une science économique d'après le modèle de la mécanique, et d'en faire, selon l'expression de W. Stanley Jevons (1879, p. 23), « la *mécanique de l'utilité et de l'intérêt individuel* ».

Comme presque tous les savants et les philosophes de la première moitié du XIX^e siècle, ils étaient fascinés par les succès extraordinaires de la mécanique rationnelle en astronomie et prenaient la célèbre apothéose de la mécanique de Laplace (1814) pour l'évangile insurpassable de la connaissance scientifique. Ainsi, ils avaient quelques circonstances atténuantes ; mais celles-ci ne peuvent être invoquées par ceux qui vinrent après l'abandon du dogme mécaniste par la physique elle-même (Einstein et Infeld 1938, chap. II; Blin-Stoyle 1959).

Les économistes contemporains se sont apparemment contentés, en toute bonne conscience, & développer leur discipline dans la voie mécaniste ouverte par leurs prédécesseurs, combattant farouchement l'idée que la science économique pourrait être autre chose qu'une sœur de la mécanique. L'attrait de cette position est évident. Hante l'esprit de presque tout économiste orthodoxe l'exploit spectaculaire d'Urbain Le Verrier et de John Couch Adams, qui découvrirent la planète Neptune, non en scrutant le firmament réel, mais « à la pointe d'un crayon, sur une feuille de papier ». Quel rêve splendide que de pouvoir prédire, par une opération ne demandant que crayon et papier, la position d'une valeur dans le firmament de la Bourse de demain ou, mieux encore, dans une année!

La conséquence de cet attachement inconditionnel, explicite ou implicite, au dogme mécaniste, est l'assimilation du processus économique à un modèle mécanique régi - comme tous les modèles mécaniques - par un principe de conservation (transformation) et une loi de maximisation. La science économique elle-même est ainsi réduite à une cinématique *intemporelle*. Cette approche a conduit à une prolifération d'exercices avec « crayon et papier » et des modèles économétriques de plus en plus compliqués ne servant bien souvent qu'à masquer les questions économiques les plus fondamentales. Tout alors, se réduit à des mouvements pendulaires. Un « cycle » d'affaires en suit un autre. Le fondement de la théorie de l'équilibre est le suivant : si certains événements modifient la structure de l'offre et de la demande, le monde économique revient toujours aux conditions initiales dès que ces événements disparaissent. Une inflation, une sécheresse catastrophique ou un krach bour-

sier ne laissent absolument aucune trace dans l'économie. La réversibilité complète est la règle générale, exactement comme en mécanique ¹.

Rien n'illustre mieux le fondement épistémologique de l'économie dominante que le graphique classique par lequel pratiquement tout manuel d'introduction représente le processus économique comme un flux indépendant et circulaire entre « production » et « consommation » ². La monnaie elle-même ne circule pas indéfiniment à l'intérieur du processus économique, puisque les monnaies de métal autant que de papier finissent par s'user complètement de sorte que leurs stocks doivent être reconstitués par des prélèvements sur des sources extérieures (cf. chap. 1). La vérité, c'est que le processus économique n'est pas un processus isolé et indépendant. Il ne peut fonctionner sans un échange continu qui altère l'environnement d'une façon cumulative et sans être en retour influence par ces altérations. Les économistes classiques, Malthus en particulier, ont insisté sur la pertinence économique de ce fait. De nos jours, tant les économistes orthodoxes que les économistes marxistes ont choisi d'ignorer si complètement le problème des ressources naturelles qu'un économiste distingué et polyvalent a récemment avoué qu'il venait de décider qu'il « devrait rechercher ce que la théorie économique a à dire » sur ce problème (Solow 1974).

Une idée fondamentale a dominé l'orientation de ces deux écoles. A.C. Pigou l'a écrit très explicitement : « Dans un état stationnaire, les facteurs de production sont des stocks, immuables en quantité, d'où sort un flux continu de revenu réel, également immuable en quantité » (Pigou 1935, p. 19). La même idée - un flux constant peut résulter d'une structure immuable - est à la base du diagramme de la reproduction simple de Marx. Dans le diagramme de la reproduction croissante, Marx a effectivement anticipé les modèles modernes - tel celui grâce auquel W.W. Leontief en a imposé à tous les économistes - qui ignorent le problème de la source première du flux même dans le cas d'une économie en croissance. La seule différence est que Marx a prêché ouvertement que la nature nous offre tout gratuitement, tandis que les économistes orthodoxes l'ont admis tacitement. Les deux écoles de pensée auraient donc en commun avec la notion pigouvienne d'un état stationnaire dans lequel le flux matériel émerge d'une source invariable. Cette idée contient en germe un mythe économique qui, comme nous le verrons (section VIII), est

¹ Quelques économistes ont insisté, au contraire, sur le fait que l'irréversibilité caractérise le monde économique mais ce trait bien qu'il n'ait jamais été contesté, a été simplement écarté: C'est en vain qu'à présent quelques-uns essaient de déclarer que l'analyse orthodoxe de l'équilibre a toujours considéré les feedbacks négatifs. Les seuls feedbacks dans la théorie dominante sont ceux qui sont responsables du maintien de l'équilibre, et non pas des changements évolutifs.

² Pour un échantillon hautement significatif, voir G.L. Bach, *Economics*, 2e éd. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1957, p. 60; Paul A. Samuelson, *Economics*, 8e éd., New York, McGraw-Hill, 1970, p. 72; Robert L. Heilbroner, *The Economic Problem*, 3e éd., Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1972, p. 177.

maintenant propagé par beaucoup d'écologistes militants et quelques économistes conscients du problème. Ce mythe est celui qu'un monde stationnaire, une population constante, mettra fin au conflit écologique de l'humanité. L'humanité ne sera plus inquiétée par la rareté des ressources ou par la pollution - autre programme miracle -pour introduire la Nouvelle Jérusalem dans la vie terrestre de l'homme.

Les mythes ont toujours tenu un rôle primordial dans la vie de l'homme. À la vérité, adhérer à un mythe, agir en accord avec lui, c'est ce qui distingue l'homme parmi tous les êtres vivants. Beaucoup de mythes trahissent la plus grande folie de l'homme : son impulsion intérieure à croire qu'il est au-dessus de toutes choses dans l'univers réel et que ses pouvoirs ne connaissent pas de limites. Dans la Genèse, l'homme a proclamé qu'il a été créé à l'image de Dieu lui-même. Il fut un temps où il pensait que l'univers tout entier tournait autour de son petit monde, et un autre où il pensait que seul le soleil le faisait. Jadis, l'homme croyait qu'il pouvait mouvoir les choses sans consommer d'énergie, ce qui est le mythe du mouvement perpétuel de première espèce, certainement un mythe essentiellement économique. Le mythe du mouvement perpétuel de deuxième espèce, selon lequel nous pouvons utiliser la même énergie continuellement, subsiste encore sous diverses formes voilées.

Un autre mythe économique - celui de l'homme réussissant toujours à trouver de nouvelles sources d'énergie et de nouveaux moyens de les asservir à son profit - est à présent propagé par quelques scientifiques, mais spécialement par des économistes des deux obédiences orthodoxe et marxiste (section VI). Quoi qu'il advienne, « nous trouverons bien [toujours] quelque chose » (Beckerman 1972, p. 338). L'idée est que, si l'homme est mortel en tant qu'individu, l'espèce humaine, elle, est immortelle. Apparemment il paraît contraire à la dignité de l'homme d'accepter le verdict d'un savant qui fait autorité en biologie tel que J.S.B. Haldane, pour qui le destin le plus certain de l'humanité est le même que celui de toute autre espèce, à savoir l'extinction. Toutefois, nous ne savons ni quand ni pourquoi cela arrivera. Ce peut être plus tôt que les optimistes le croient ou beaucoup plus tard que ne le craignent les pessimistes. Cette disparition peut résulter de la détérioration continue de l'environnement, mais aussi d'un virus coriace ou d'un bizarre gène de stérilité.

Le fait est que nous savons peu de choses sur les causes de la disparition de certaines espèces dans le passé et nous ne comprenons même pas pourquoi certaines d'entre elles semblent en voie d'extinction sous nos yeux. Si nous pouvons prédire approximativement combien de temps vivra un chien et aussi ce qui risque le plus de mettre fin à ses jours, c'est seulement parce que nous avons eu maintes fois l'occasion d'observer la vie d'un chien, de la naissance à la mort. La difficulté du biologiste qui étudie l'évolution est qu'il n'a jamais observé une autre espèce humaine naître, vieillir et mourir (NGR 1966, p. 91; 1971, pp. 208-210). Cependant une espèce atteint le terme de son existence

par un processus analogue au vieillissement de tout organisme individuel. Et bien que le vieillissement soit encore entouré de beaucoup de mystères, nous savons que les causes de l'extinction d'une espèce agissent lentement mais de façon *continue* et *cumulative*, dès le premier moment de sa naissance. En fait, chacun de nous vieillit à chaque minute - que dis-je ? - à chaque instant, même si nous ne pouvons nous en rendre compte.

Il est tout à fait absurde de soutenir - comme le font implicitement certains économistes - que, puisque l'humanité n'a pas rencontré de difficultés écologiques depuis l'époque de Périclès, elle n'en rencontrera jamais (section VI). Si nous ouvrons les yeux, cependant nous observerons, au fil, du temps, un certain nombre de symptômes suffisamment clairs qui nous aideront à avoir quelque idée générale des causes probables du vieillissement et, peut-être, de la mort. En vérité, les besoins de l'homme et le genre de ressources nécessaires à leur satisfaction sont bien plus complexes que ceux de toute autre espèce. En revanche, notre connaissance de ces facteurs et de leurs interrelations est naturellement plus grande. En conclusion, une analyse même sommaire des aspects énergétiques de l'existence humaine peut nous permettre de parvenir au moins à une vision globale des problèmes écologiques, et d'obtenir quelques conclusions à tout le moins pertinentes. Tel est le but que je me suis assigné dans la présente étude, à *l'exclusion de tout autre*.

II

La mécanique contre la thermodynamique

[Retour à la table des matières](#)

Il n'est aucune analyse rigoureuse possible d'un processus matériel, que ce soit en sciences naturelles ou en économie, sans une représentation analytique claire et globale d'un tel processus. Cette représentation doit tout d'abord inclure sa délimitation - frontière abstraite qui sépare le processus de son « milieu » - et sa durée. Ce dont le processus a besoin et ce qu'il fait sont donc décrits analytiquement par le tableau chronologique complet de tous les inputs (entrants) et outputs (extrants), c'est-à-dire le tableau des moments précis auxquels ces éléments traversent la frontière dans un sens ou dans l'autre. Quant au lieu où nous traçons la frontière abstraite, à la durée que nous considérons et à l'image qualitative que nous utilisons pour classer les éléments

du processus, tout cela dépend de l'objectif particulier du chercheur et plus généralement de sa discipline scientifique ¹.

La mécanique ne tient compte que de la masse, de la vitesse et de la position, ce sur quoi elle fonde le concept d'énergie potentielle et cinétique. Il en résulte que la mécanique réduit tout processus au mouvement et au changement dans la répartition de l'énergie. La constance de l'énergie mécanique totale (potentielle et cinétique) et la constance de la masse sont les premiers principes de conservation qui furent reconnus par la science. Un petit nombre d'économistes avertis, tel Marshall (1920, p. 63), notèrent que l'homme ne peut créer ni matière ni énergie. Mais ce faisant, ils n'eurent apparemment à l'esprit que les principes *mécaniques* de conservation, car ils ajoutèrent immédiatement que l'homme peut néanmoins produire des « utilités » en déplaçant et en arrangeant la matière. Ce point de vue ignore une question extrêmement importante : Comment l'homme crée-t-il le mouvement ? Car si on reste au niveau des phénomènes mécaniques, tout élément de matière et tout élément d'énergie mécanique entrant dans un processus doivent en sortir exactement dans la même *quantité* et la même *qualité*. Le mouvement ne peut changer ni l'une ni l'autre.

Assimiler le processus économique à un modèle mécanique, c'est admettre le mythe selon lequel l'économie est un carrousel qui n'a en aucune façon la possibilité d'affecter l'environnement composé de matière et d'énergie. La conclusion évidente est qu'il n'est pas nécessaire d'intégrer l'environnement au modèle analytique de ce processus. ² La vieille doctrine de Sir William Petty, ce chercheur consciencieux dans les affaires humaines qui soulignait que le travail est le père et la nature la mère de la richesse, a depuis longtemps été reléguée au rang de pièce de musée (cf. chap. I). Même l'accumulation des preuves flagrantes du rôle prépondérant joué dans l'histoire de l'humanité par les ressources naturelles n'a pas retenu l'attention des économistes orthodoxes. On peut voir, en effet, dans la Grande Migration du premier millénaire une conséquence ultime de l'épuisement du sol de l'Asie centrale après une longue période de pâturage continu. Des civilisations remarquables - celle des Mayas est un exemple - disparurent de l'histoire parce que leurs peuples furent incapables d'émigrer ou de compenser la détérioration de leur environnement par un progrès technique adéquat. Par-dessus tout il y a le fait indiscutable que, dans le passé, tous les conflits entre les grandes puissances n'ont pas eu

¹ Pour une discussion détaillée de la représentation analytique d'un processus, voir *The Entropy Law and the Economic Process*, chap. IX.

² Si la « terre » [land] apparaît en tant que variable dans un certain nombre de fonctions de productions usuelles, c'est seulement au sens de Ricardo, c'est-à-dire de simple espace. Le manque d'intérêt pour la véritable nature du processus économique est également responsable de l'inadéquation de la fonction de production dominante selon d'autres points de vue, également décisifs. Voir Georgescu-Roegen 1969a; 1970b; 1972a.

pour objet des disputes idéologiques ou de prestige national, mais le contrôle des ressources naturelles. Il en va encore de même aujourd'hui.

Dans la mesure où la mécanique ne reconnaît pas le changement qualitatif, mais seulement le déplacement dans l'espace, tout processus mécanique peut être inversé, exactement comme celui d'un pendule. Aucune des lois de la mécanique ne serait violée si la Terre tournait dans le sens opposé. Il n'y a absolument aucun moyen pour un observateur de découvrir si le film d'un mouvement pendulaire purement mécanique est projeté dans le sens où il a été pris ou dans le sens contraire. Mais les phénomènes réels dans tous leurs aspects ne suivent pas le célèbre refrain de la Mère Oie dans lequel le courageux duc d'York fait monter et descendre la colline à ses troupes sans jamais livrer bataille. Le mouvement des phénomènes réels a une direction définie et entraîne des changements qualitatifs. Telle est la leçon de la thermodynamique, une branche particulière de la physique, si particulière que les puristes préfèrent ne pas la considérer comme une véritable partie de la physique en raison de son caractère anthropomorphique. Quelque difficulté que l'on ait à imaginer comment la structure fondamentale d'une science pourrait ne pas être anthropomorphique, le cas de la thermodynamique est bien unique.

La thermodynamique s'est développée à partir d'un mémoire sur le rendement des machines thermiques d'un ingénieur français, Nicolas Sadi Carnot (1824). Elle a tout d'abord mis en lumière, entre autres choses, le fait que l'homme ne peut utiliser qu'une forme particulière d'énergie. Dès lors, l'énergie se divise en énergie *utilisable ou libre*, qui peut être transformée en travail, et en énergie *inutilisable ou liée*, qui ne peut pas être ainsi transformé¹. Il est clair que la division de l'énergie selon ce critère est une distinction anthropomorphique à nulle autre pareille en science.

Cette distinction est étroitement liée à un autre concept spécifiquement thermodynamique, celui d'entropie. Ce concept est si complexe qu'un spécialiste a été jusqu'à dire qu'« il n'est pas facilement compris même par les physiciens eux-mêmes » (Haar 1959, p. 37)². Cependant pour notre propos immédiat nous pouvons nous satisfaire de la simple définition de, l'entropie comme un *indice* de la quantité d'énergie inutilisable contenue dans un système thermodynamique donné à un moment donné de son évolution.

¹ La définition technique de l'énergie utilisable (ou inutilisable) n'est pas exactement identique à celle de l'énergie libre (ou liée). Mais la différence est de peu d'importance pour notre présente discussion et nous pouvons l'ignorer en toute sécurité.

² Ce jugement est justifié par la discussion de la loi de l'entropie dans Holdren et Herera, 1971, p. 17. Même la notion familière de chaleur soulève de délicates questions, si bien qu'un certain nombre de physiciens peuvent s'y tromper eux aussi. Voir [Adelman 1972] *Journal of Economic Literature*, X, déc. 1972, p. 1268.

L'énergie, indépendamment de sa qualité ¹ ; est gouvernée par une loi stricte de conservation, le premier principe de la thermodynamique, qui est formellement identique à la conservation de l'énergie mécanique précédemment mentionnée. Et puisque le travail est l'une des multiples formes de l'énergie, cette loi démasque le mythe du mouvement perpétuel de première espèce. Elle ne tient cependant pas compte de la distinction entre énergie utilisable et énergie inutilisable; *en soi, cette loi n'exclut pas la possibilité qu'une quantité de travail puisse être transformée en chaleur ni que cette chaleur soit reconvertie dans la quantité initiale de travail*. Le Premier Principe de la Thermodynamique permet donc que tout processus puisse avoir lieu dans un sens ou dans l'autre, de telle sorte que le système revienne à son état initial, sans laisser aucune trace de ce qui est advenu. Avec cette seule loi, nous sommes toujours dans la mécanique, non dans le domaine des phénomènes réels qui, sans aucun doute, comprennent le processus économique.

L'opposition irréductible entre la mécanique et la thermodynamique provient du Deuxième Principe, la Loi de l'Entropie. La plus ancienne de ses multiples formulations est aussi la plus limpide pour le profane : « La chaleur ne s'écoule d'elle-même que du corps le plus chaud vers le corps le plus froid, jamais en sens inverse. » Une formulation plus complexe mais équivalente dit que l'entropie d'un système clos augmente continuellement (et irrévocablement) vers un maximum; c'est-à-dire que l'énergie utilisable est continuellement transformée en énergie inutilisable jusqu'à ce qu'elle disparaisse complètement. ²

En gros, il s'agit de quelque chose de relativement simple: *Toutes les formes d'énergie sont graduellement transformées en chaleur et la chaleur enfin de compte devient si diffuse que l'homme ne peut plus l'utiliser*. En effet une découverte qui remonte à Carnot est qu'aucune machine à vapeur ne peut fournir du travail si la même température, aussi élevée soit-elle, règne dans la chaudière et le condenseur ³. Pour être utilisable, l'énergie doit être répartie de façon inégale ; l'énergie qui est complètement dissipée n'est plus utilisable. L'illustration classique est la grande quantité de chaleur dissipée dans l'eau des

¹ Notons également que même l'énergie ne se prête pas d'elle-même à une définition formelle et simple. La notion familière que l'énergie est la capacité d'un système à fournir un travail ne s'accorde pas avec la définition de l'énergie inutilisable. Il nous faut en effet dire que toute énergie peut en principe être transformée en travail, à condition que le système correspondant soit couplé avec un autre qui se trouve au zéro absolu de température. Cette explication n'a cependant que la valeur d'une pure extrapolation puisque, en vertu du Troisième Principe de la Thermodynamique, cette température ne peut jamais être atteinte.

² Un système est clos s'il n'échange ni matière ni énergie avec son « environnement ». Évidemment, dans un tel système la quantité d'énergie-matière est constante. Cependant, la constance de cette quantité seule ne garantit pas l'augmentation de l'entropie. L'entropie peut même diminuer s'il y a échange.

³ L'idée d'Holdren (1971, p. 17) que la température mesure « l'utilité » de la chaleur ne correspond donc pas à la vérité. Tout ce que nous pouvons dire est que la *différence* de température est une mesure grossière de l'utilité de la chaleur la plus élevée.

mers, qu'aucun navire ne peut utiliser. Bien que les bateaux naviguent à sa surface, ils ont besoin d'une énergie utilisable, soit l'énergie cinétique concentrée dans le vent soit l'énergie chimique ou nucléaire concentrée dans un combustible. Nous pouvons voir pourquoi l'entropie a fini par être considérée aussi comme une mesure du désordre (de la dissipation) non seulement de l'énergie mais encore de la *matière*, et pourquoi la Loi de l'Entropie, sous sa forme actuelle, stipule que *la matière aussi est soumise à une dissipation irrévocable*. En conséquence, le destin ultime de l'univers n'est pas la « Mort Thermique » (comme on l'avait d'abord cru) mais un état plus désespérant: le Chaos. Nul doute que cette pensée ne soit pas satisfaisante pour l'esprit ¹. Mais ce qui nous intéresse, évidemment c'est que, de toute évidence, notre environnement immédiat le système solaire, s'achemine vers une mort thermodynamique, tout au moins pour ce qui est des structures porteuses de vie ².

III

La loi de l'entropie et la science économique

[Retour à la table des matières](#)

Aucune loi peut-être n'occupe dans la science une place aussi singulière que la Loi de l'Entropie. C'est la seule loi physique qui reconnaisse que l'univers matériel lui-même est soumis à un changement qualitatif irréversible, à un processus évolutif. Rudolf Clausius a forgé le terme « entropie » à partir d'un mot grec qui signifie transformation, évolution ³. La découverte de cette

¹ Une hypothèse, soutenue par la thermodynamique statistique (section VI), consiste à dire que l'entropie peut décroître en certains lieux de l'univers, de telle sorte que l'univers vieillisse et rajeunisse à la fois. Mais il n'existe aucune preuve observationnelle d'une telle possibilité. Une autre hypothèse, avancée par un groupe d'astronomes britanniques, consiste à dire que l'univers est un éternel état stable (*steady state*) dans lequel les galaxies individuelles naissent et meurent continuellement. Mais les faits ne concordent pas non plus avec cette hypothèse. La question de la véritable nature de l'univers est loin d'être résolue.

² Pour éviter tout égarement, nous devons souligner le point que le renversement de cette tendance serait tout aussi fâcheux pour la préservation de la vie sur Terre. [Précision si importante pour l'épistémologie de la thermodynamique du vivant que nous l'avons introduit dans le texte. N.d.T.]

³ Voir *The Entropy Law and the Economic Process*, p. 130. [Cette remarque est si importante que nous l'avons introduite dans le texte. Clausius a introduit le terme entropie dans un mémoire de 1865, repris dans son livre : Rudolf Clausius, *Théorie mécanique de la Chaleur*, trad. de l'allemand par F. Folie, Paris, (Eugène Lacroix, 1868), reprint : Éditions Jacques Gabay, 1991, p. 420 N.d.T.]