

Chapitre I

La loi de l'entropie et le problème économique

I

[Retour à la table des matières](#)

Il y a dans l'histoire de la pensée économique un événement bien curieux : des années après que le dogme mécaniste eut perdu sa suprématie en physique et son emprise dans le monde philosophique, les fondateurs de l'école néo-classique se sont mis à ériger une science économique sur le modèle de la mécanique pour en faire, selon l'expression de Jevons, « la mécanique de l'utilité et de l'intérêt individuel »¹. Et bien que la science économique ait beaucoup avancé depuis lors, rien de ce qui est intervenu n'a fait dévier la pensée économique de l'épistémologie mécaniste qui était déjà celle des ancêtres de la science économique orthodoxe. Preuve en soit - et elle est éclatante - la représentation dans les manuels courants du processus économique par un diagramme circulaire enfermant le mouvement de va-et-vient entre la production et la consommation dans un système complètement clos². La situation n'est pas différente dans les instruments analytiques qui ornent la littérature économique orthodoxe ; eux aussi réduisent le processus économique à un modèle mécanique qui se suffit à lui-même. Le fait pourtant évident qu'entre le processus économique et l'environnement matériel il y a une continuelle interaction génératrice d'histoire ne revêt aucun poids pour l'économie orthodoxe. Il en va de même pour les économistes marxistes qui jurent au nom du dogme de Marx que

¹ W. Stanley Jevons, *The Theory of Political Economy*, 4e éd., Londres, 1924, p. 21.

² Par exemple, R.T. Bye, *Principles of Economics*, 5e éd., New York, 1956, p. 253; G.L. Bach, *Economics*, 2e éd. Englewood Cliffs, N.Y. 1957, p. 60; J.H. Dodd, C.W. Hasek, T.J. Hailstones, *Economics*, Cincinnati, 1957, p. 125 ; R.M. Havens, J.S. Henderson, D.L. Cramer, *Economics*, New York, 1966, p. 4; Paul A. Samuelson, *Economics*, 8e éd., New York, 1970, p. 42. (Le lecteur français peut consulter aisément la traduction française de Samuelson, *L'Économique*, Paris, Librairie Armand Colin, tome 1, 1968, p. 79. N.d.T.)

tout ce que la nature offre à l'homme n'est que don gratuit³. Quant au fameux diagramme de la reproduction introduit par Marx, il représente aussi le processus économique comme un ensemble absolument circulaire et se suffisant à lui-même⁴.

Toutefois, des auteurs antérieurs avaient indiqué une autre direction, tel Sir William Petty lorsqu'il faisait valoir que le travail est le père et la nature la mère de toute richesse⁵. Toute l'histoire économique de l'humanité prouve sans contredit que la nature elle aussi joue un rôle important dans le processus économique ainsi que dans la formation de la valeur économique. Il est grand temps, me semble-t-il, d'accepter ce fait et de considérer ses conséquences pour la problématique économique de l'humanité. Car ainsi que je tenterai de le montrer ci-après, certaines de ces conséquences revêtent une importance exceptionnelle pour la compréhension de la nature et de l'évolution de l'économie humaine.

II

[Retour à la table des matières](#)

Quelques économistes ont relevé que l'homme ne peut ni créer ni détruire de la matière ou de l'énergie⁶, vérité qui découle du principe de conservation de la matière-énergie, autrement dit du premier principe de la thermodynamique. Cependant nul ne paraît avoir été frappé par la question, si troublante à la lumière de cette loi: « Que fait alors le processus économique ? » Tout ce que l'on trouve dans la littérature économique usuelle, c'est une remarque deci-delà selon laquelle l'homme ne peut produire que des utilités, remarque qui ne fait en réalité qu'accentuer la difficulté. Comment est-il possible que l'homme produise quelque chose de matériel étant donné qu'il ne peut produire ni matière ni énergie ?

Pour répondre à cette question, considérons le processus économique comme un tout et d'un point de vue strictement physique. Ce que nous devons relever tout d'abord, c'est que ce processus est un processus partiel qui, à l'instar de tout processus partiel, est circonscrit par une frontière au travers de laquelle de la matière et de l'énergie sont échangées avec le reste de l'univers matériel⁷. La réponse à la question sur ce que fait ce processus *matériel* est simple : il ne produit ni ne consomme de la matière-énergie ; il se limite à absorber de la matière-énergie pour la rejeter continuellement. C'est ce que la pure physique nous enseigne. Toutefois, la science économique - disons-le haut et fort - n'est pas de la pure physique ni même de la physique tout court. Nous pouvons espérer que même les partisans les plus acharnés de la thèse selon laquelle les ressources naturelles n'ont rien à voir avec la valeur finiront

³ Karl Marx, *Le Capital*, in *Oeuvres de Karl Marx*, Paris, Gallimard, La Pléiade, t. I, 1963, p. 931, et *passim*.

⁴ *Ibidem*, tome II, Paris, 1968, pp. 501 et ss.

⁵ C.H. Hull, éd. *The Economic Writings of Sir William Petty*, 2 vols, Cambridge, 1899, tome II, p. 377. Curieusement, Marx poursuit l'idée de Petty, mais il proclame que la nature ne fait qu'« aider à créer la valeur d'usage sans contribuer à la formation de la valeur d'échange ».

⁶ Par exemple, Alfred Marshall, *Principles of Economics*, 8e éd., New York, 1924, p. 63.

⁷ Sur le problème de la représentation analytique d'un processus, voir mon ouvrage *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), [chapitre IX, The analytical representation of process and the economics of production], pp. 211-231.

par admettre qu'il y a une différence entre ce qui est absorbé dans le processus économique et ce qui en sort. Et cette différence, bien sûr, ne peut être que qualitative.

L'économiste non orthodoxe que je suis ajouterait que ce qui entre dans le processus économique consiste en *ressources naturelles de valeur* et que ce qui en est rejeté consiste en *déchets sans valeur*. Or, cette différence qualitative se trouve confirmée, quoique en termes différents, par une branche particulière et même singulière de la physique connue sous le nom de thermodynamique. Du point de vue de la thermodynamique, la matière-énergie absorbée par le processus économique l'est dans un état de *basse entropie* et elle en sort dans un état de *haute entropie* ⁸.

Ce n'est pas une tâche aisée que d'expliquer en détail ce que signifie l'entropie. Il s'agit d'une notion si complexe que, à en croire une autorité en thermodynamique, elle « n'est pas facilement comprise par les physiciens eux-mêmes » ⁹. Et ce qui accroît les difficultés, non seulement pour le profane mais également pour toute autre personne, c'est que ce terme circule de nos jours avec différentes significations dont toutes ne sont pas associées à une fonction physique ¹⁰.

Dans une édition récente du *Websters Collegiate Dictionary* (1965), on trouve trois acceptions sous la rubrique « entropie ». Et qui plus est la définition de l'acception pertinente pour le processus économique est de nature à embrouiller plutôt qu'à éclairer le lecteur en ce qu'elle parle d'« une mesure de l'énergie inutilisable dans un système thermodynamique clos qui est fonction de l'état du système, de telle sorte qu'une variation dans cette mesure correspond à un changement dans le taux de l'accroissement de la chaleur prise à la température absolue à laquelle elle est absorbée ». Mais, comme pour prouver que tout progrès n'est pas nécessairement une amélioration, certaines éditions antérieures du même dictionnaire fournissent une définition plus intelligible. Celle que nous lisons dans l'édition de 1948 - « une mesure de l'énergie inutilisable dans un système thermodynamique » - ne peut satisfaire le spécialiste, mais conviendrait à des fins générales ¹¹. Et il est relativement facile d'expliquer à présent dans les grandes lignes ce que signifient les mots d'« énergie inutilisable ».

L'énergie se présente sous deux états qualitativement différents, l'énergie *utilisable ou libre*, sur laquelle l'homme peut exercer une maîtrise presque complète, et l'énergie *inutilisable ou liée*, que l'homme ne peut absolument pas utiliser. L'énergie chimique contenue dans un morceau de charbon est de l'énergie libre parce que l'homme peut la transformer en chaleur, ou, s'il le veut en travail mécanique. Mais la quantité fantastique d'énergie thermique contenue dans l'eau des mers, par exemple, est de l'énergie liée. Les bateaux naviguent à la surface de cette énergie mais, pour ce faire, ils ont besoin de l'énergie libre d'un quelconque carburant ou bien du vent.

⁸ Cette distinction, ainsi que le fait que personne ne voudrait échanger des ressources naturelles pour des déchets, infirme l'affirmation de Marx selon laquelle « aucun chimiste n'a jamais découvert la valeur d'échange dans une perle ou un diamant ».

⁹ D. ter Haar, « The quantum nature of matter and radiation », in R.J. Blin-Stoyle et al., eds., *Turning Points in Physics*, (Amsterdam, 1959), p. 37.

¹⁰ Le mot « entropie » a été récemment popularisé avec le sens de « quantité d'information ». On trouvera une argumentation à l'appui du caractère trompeur de ce terme et une critique de la prétendue relation établie entre l'information et l'entropie physique dans mon ouvrage *The Entropy Law and the Economic Process*, appendice B, Ignorance, information and entropy, pp. 388-406.

¹¹ En France, le Lexis (Larousse, 1975) donne comme définition : « grandeur qui, en thermodynamique, permet d'évaluer la dégradation de l'énergie d'un système » (N.d.T.).

Lorsqu'on brûle un morceau de charbon, son énergie chimique ne subit ni diminution ni augmentation. Mais son énergie libre initiale s'est tellement dissipée sous forme de chaleur, de fumée et de cendres, que l'homme ne peut plus l'utiliser. Elle s'est dégradée en énergie liée. L'énergie libre est de l'énergie qui manifeste une différence de niveau telle que l'illustre tout simplement la différence entre les températures intérieure et extérieure d'une chaudière. L'énergie liée est au contraire, de l'énergie chaotiquement dissipée. Il est possible d'exprimer cette différence d'une autre façon encore. L'énergie libre implique une certaine structure ordonnée comparable à celle d'un magasin où toutes les viandes se trouvent sur un comptoir, les légumes sur un autre, etc. L'énergie liée est de l'énergie dispersée en désordre, comme le même magasin après avoir été frappé par une tornade. C'est la raison pour laquelle l'entropie se définit aussi comme une mesure de désordre. Elle rend compte du fait que la feuille de cuivre comporte une entropie plus basse que celle du minerai d'où elle a été extraite.

La distinction entre énergie libre et énergie liée est assurément anthropomorphique. Mais ce fait ne devrait pas troubler ceux qui étudient l'homme non plus d'ailleurs que ceux qui étudient la matière sous sa forme la plus simple. Tout élément par lequel l'homme cherche à entrer mentalement en contact avec la réalité ne peut être qu'anthropomorphique. Seulement il se trouve que le cas de la thermodynamique est plus frappant. Car ce fut bien la distinction économique entre les choses ayant une valeur économique et les déchets qui suggéra la distinction thermodynamique et non point l'inverse. En effet la science de la thermodynamique est née d'un mémoire de 1824 dans lequel l'ingénieur français Sadi Carnot a étudié pour la première fois *l'économie* des machines à feu. La thermodynamique a donc débuté comme une physique de la valeur économique et elle l'est restée en dépit des nombreuses contributions ultérieures, d'une nature plus abstraite.

III

[Retour à la table des matières](#)

Grâce au mémoire de Carnot; le fait élémentaire que la chaleur s'écoule par elle-même du corps le plus chaud au corps le plus froid a acquis une place parmi les vérités reconnues par la physique. Plus important encore a été par la suite la reconnaissance de la vérité complémentaire suivante : une fois que la chaleur d'un système clos s'est diffusée au point que la température est devenue uniforme dans le système tout entier, la diffusion de la chaleur ne peut être inversée sans intervention extérieure. C'est ce qui arrive avec des cubes de glace dans un verre, qui, une fois fondus, ne se reformeront pas d'eux-mêmes. D'une façon générale, l'énergie thermique libre d'un système clos se dégrade continuellement et irrévocablement en énergie liée. L'extension de cette propriété de l'énergie thermique à toutes les autres formes d'énergie conduisit au Deuxième Principe de la Thermodynamique, appelé aussi la Loi de l'Entropie. Cette loi stipule que l'entropie (c'est-à-dire la quantité d'énergie liée) d'un système clos croît constamment ou que l'ordre d'un tel système se transforme continuellement en désordre.

La référence à un système clos est fondamentale. Représentons-nous un tel système, soit une pièce avec une cuisinière électrique et une casserole d'eau qui vient de bouillir. Ce que la Loi de l'Entropie nous apprend tout d'abord, c'est que la chaleur de l'eau bouillie se dissipera continuellement dans le système.

Pour finir, ce dernier parviendra à un équilibre thermodynamique, c'est-à-dire à un état dans lequel la température est partout uniforme et où toute l'énergie est liée. C'est ce qu'il advient de toute espèce d'énergie dans un système clos. L'énergie chimique libre d'un morceau de charbon, par exemple, se dégradera finalement en énergie liée même si le charbon reste dans la terre. L'énergie libre subira le même sort dans tous les cas.

Cette loi nous apprend aussi que, une fois l'équilibre thermodynamique atteint l'eau ne commencera pas à bouillir d'elle-même¹². Mais, comme chacun le sait nous pouvons la refaire bouillir en allumant la cuisinière. Il n'en résulte pas pour autant que nous avons vaincu la Loi de l'Entropie. Si l'entropie de la pièce a baissé par suite de l'écart de température causé par l'eau bouillante, c'est seulement parce que de la basse entropie a été transférée de l'extérieur à l'intérieur du système. Et si nous incluons le réseau électrique dans ce système, l'entropie du nouveau système ainsi constitué doit avoir augmenté comme le veut la Loi de l'Entropie. Cela signifie que la baisse de l'entropie de la pièce n'a pu être obtenue qu'au prix d'un accroissement plus important de l'entropie ailleurs.

Certains auteurs, impressionnés par le fait que les organismes vivants restent presque inchangés pendant de courtes périodes de temps, ont avancé l'idée que la vie échappe à la Loi de l'Entropie. Certes, il se pourrait que la vie eût des propriétés irréductibles aux lois physiques ; mais l'idée même qu'elle pourrait violer les lois régissant la matière - ce qui est tout différent - relève de l'absurdité pure. La vérité est que tout organisme vivant s'efforce seulement de maintenir constante sa propre entropie. Et dans la mesure où il y parvient il le fait en puisant dans son environnement de la basse entropie afin de compenser l'augmentation de l'entropie à laquelle son organisme est sujet comme tout autre structure matérielle. Mais l'entropie du système total, constitué par l'organisme et son environnement ne peut que croître. En réalité, l'entropie d'un système croît plus vite s'il y a de la vie que s'il n'y en a pas. Le fait que tout organisme vivant combat la dégradation entropique de sa propre structure matérielle peut bien constituer une propriété caractéristique de la vie, irréductible aux lois du monde matériel ; il n'en constitue pas pour autant une violation de ces lois.

Pratiquement tous les organismes vivent de basse entropie sous une forme trouvée immédiatement dans l'environnement. L'homme est l'exception la plus flagrante: il cuit la plus grande partie de sa nourriture et transforme aussi les ressources naturelles en travail mécanique ou en divers objets d'utilité. Ici encore, il nous faut éviter d'être induits en erreur. L'entropie du métal qu'est le cuivre est plus basse que celle du minerai dont il est extrait mais cela ne signifie pas que l'activité *économique* de l'homme échappe à la Loi de l'Entropie. Le raffinage du minerai est plus que compensé par l'accroissement de

¹² Ce point de vue appelle quelques précisions techniques. L'opposition entre la loi de l'entropie avec son changement qualitatif unidirectionnel - et la mécanique - où tout peut se mouvoir indifféremment dans un sens ou dans l'autre, sans pour autant s'altérer - est acceptée par tous les physiciens et tous les philosophes des sciences. Néanmoins, le dogme mécaniste a maintenu son emprise (et la maintient encore) sur l'activité scientifique après même que la physique l'a renié. Il en est résulté que la mécanique a bientôt été réintroduite dans la thermodynamique en compagnie de la probabilité.

Or, c'est la plus étrange compagnie qui se puisse trouver, car le hasard est l'antithèse même de la nature déterministe des lois de la mécanique. Bien sûr, le nouvel édifice, connu sous le nom de mécanique statistique, ne pouvait à la fois abriter la mécanique et exclure la réversibilité. Aussi la mécanique statistique doit-elle enseigner qu'une casserole d'eau pourrait se mettre à bouillir d'elle-même, idée qu'elle escamote toutefois en arguant qu'un tel miracle n'a jamais été observé en raison de sa probabilité extrêmement faible. Cette attitude a facilité la croyance en la possibilité de convertir de l'énergie liée en énergie libre ou, comme P.W. Bridgman le dit spirituellement, de faire de la contrebande d'entropie. Pour une critique des paralogismes de la mécanique statistique et des diverses tentatives faites pour les rapiécer, voir mon ouvrage *The Entropy Law and the Economic Process*, ch. VI, Entropy, order, and, probability, pp. 141-169.

l'entropie de l'environnement. Les économistes aiment à dire que l'on ne peut rien avoir pour rien. La Loi de l'Entropie nous enseigne que la règle de la vie biologique et dans le cas de l'homme, de sa continuation économique, est beaucoup plus sévère. En termes d'entropie, le coût de toute entreprise biologique ou économique est toujours plus grand que le produit. En termes d'entropie, de telles activités se traduisent nécessairement par un déficit.