

# Le « travail physique » comme valeur mécanique, quelques réflexions sur la place de la nature dans la théorie économique

Par François Vatin

Cette communication constitue une synthèse de réflexions entamées depuis une dizaine d'années sur le concept mécanique de « travail » et son lien avec la théorie économique<sup>1</sup>. Le premier paragraphe présente la genèse de la notion de « travail » en soulignant le fondement explicitement économique, celui d'une « valeur mécanique », que lui ont donnée les ingénieurs qui l'ont élaborée au début du XIXe siècle dans le cadre d'une nouvelle discipline : la mécanique industrielle. Le second paragraphe souligne l'influence de ce cadre de pensée sur le développement de la pensée économique au XIXe siècle, *via* notamment les ingénieurs économistes et Cournot. Le troisième montre plus généralement les analogies entre les problèmes métrologiques posés par la mécanique industrielle et ceux que rencontre la théorie économique de la valeur au XIXe siècle, chez Ricardo et Marx, mais aussi chez Say et Jevons. L'exposé se conclut par quelques réflexions sur les relations entre économie et physique sur lesquelles le débat a été récemment relancé par l'ouvrage de Phillip Mirowski. Je défendrai l'idée que, derrière la question du formalisme abordée par cet auteur, se pose une question plus fondamentale : celle de la prise en considération de la nature dans la théorie économique.

## 1. De la force vive au capital dynamique

De la fin du XVIIe au milieu du XVIIIe siècles, un débat divisa les « géomètres »<sup>2</sup>. Ce débat, qui opposa d'abord Leibniz aux cartésiens, puis les leibniziens au newtoniens, portait sur la mesure de la « force ». Fallait-il adopter le produit retenu par Descartes : la masse par la vitesse (M.V., ce qu'on appelle toujours depuis lors la « quantité de mouvement »), ou celui retenu par Leibniz :  $MV^2$ , la masse par le carré de la vitesse, que Leibniz dénommait, selon une expression qui s'est maintenu jusqu'au XIXe siècle, la « force vive » ?<sup>3</sup> Dans son *Traité de dynamique*, D'Alembert concluait en 1743, selon une formule qui a fait mouche, que ce n'était là « qu'une dispute de mots »<sup>4</sup>. De fait, ces deux grandeurs peuvent l'une et l'autre servir à formuler un « principe de conservation ». C'est à dire que l'on peut montrer que, sous certaines hypothèses, la « force vive » (ou, selon l'expression moderne, l'énergie cinétique), d'une part, la « quantité de mouvement », d'autre part, se « conservent » dans les échanges mécaniques<sup>5</sup>.

Pourtant, une quinzaine d'années auparavant, le philosophe et savant batave s'Gravesande avait considéré la chose d'un autre œil. Reprenant le point de vue de Leibniz, il montrait que

---

<sup>1</sup> Je présente mes excuses à ceux qui ont lu mes travaux sur ce thème et notamment mes deux ouvrages : *Le travail, économie et physique (1780-1830)*, Paris, Puf, 1993 et *Economie politique et économie naturelle chez A.A. Cournot*, Paris, Puf 1998. Ils trouveront peu d'éléments nouveaux dans cette communication, qui se propose de faire seulement une synthèse de la question à destination des historiens de la pensée économique.

<sup>2</sup> Sur toute cette première partie, on se reportera à mon livre *Le travail, op. cit.*, 1993.

<sup>3</sup> Cette expression disparaîtra à la fin du XIXe au profit de celle d'« énergie cinétique », définie comme la « demi-force vive » ( $1/2 mv^2$ ), afin d'assurer l'homogénéité avec la théorie du travail selon les souhaits de Gaspard Coriolis (voir *infra*).

<sup>4</sup> Jean Le Rond d'Alembert, *Traité de dynamique* (1743) rééd., Paris, Gauthiers-Villars, 1921 et Joseph Gabay, 1950.

<sup>5</sup> A certains égards, la conservation de la quantité de mouvement apparaissait comme un principe plus général dans la physique classique, car la conservation de la force vive supposait, dans le cas de chocs, des corps parfaitement « durs ». Mais le principe de conservation de la force vive s'élargit en devenant celui de la conservation de l'énergie (*i.e.* « premier principe » de la thermodynamique).

deux sphères imprimaient sur la terre glaise la même empreinte quand elles chutaient avec la même « force vive », et non quand elles chutaient avec la même « quantité de mouvement »<sup>6</sup>. Autrement dit, l'effet obtenu, le « travail » accompli, était bien proportionnel à la force vive et non à la quantité de mouvement. Il en concluait joliment que cette question « ne concerne pas seulement les théologiens mais aussi les constructeurs de moulins à foulon »<sup>7</sup>. La « querelle des forces vives » entrainait là dans un nouveau registre : le point de vue pratique ou, pour tout dire, économique, celui des constructeurs et des utilisateurs de moulins et de toutes autres machines, celui des industriels.

Ce nouveau point de vue va s'affirmer au début du XIXe siècle avec le développement d'un authentique marché du machinisme. Joseph Montgolfier, savant autodidacte et inventeur ingénieux, résuma la question en 1808 par un adage qui devint aussi célèbre que celui de d'Alembert : « la force vive est celle qui se paie »<sup>8</sup>. Pas un ouvrage de mécanique industrielle qui, dans les années 1820-1830, ne répète cette formule, clôture pratique, au nom du bon sens économique, de la « querelle des forces vives », laquelle vaut bien celle, épistémologique, du grand Encyclopédiste. Entre-temps était née en effet une nouvelle discipline à l'initiative d'un groupe d'ingénieurs sortis de l'Ecole polytechnique dans les années 1800 : la « mécanique industrielle ». Il s'agissait, selon un de ses promoteurs Claude Burdin (1788-1873), en « rattachant la mécanique à l'économie politique [de] montre[r] le véritable point de vue selon lequel cette science doit être cultivée et encouragée »<sup>9</sup>. Cette nouvelle discipline reposait sur un concept clé : celui de « travail », implicitement évoqué dans la démonstration de s'Gravesande. Le travail est le produit d'une force par le déplacement exercé dans la direction de cette force. C'est précisément ce que mesurait s'Gravesande en étudiant les empreintes des boulets sur la terre glaise. Or, comme l'avait montré empiriquement s'Gravesande et comme il est facile de le démontrer algébriquement, le travail est bien proportionnel à la force vive, plus exactement il a les mêmes « dimensions physiques » que celle-ci<sup>10</sup>.

La notion de travail était en fait connue de la mécanique pratique (la « science des machines ») depuis fort longtemps, puisqu'elle dérive directement de la « loi du levier » sur laquelle repose toute la science des ingénieurs depuis Archimède. De plus, l'expression même de « travail » était apparue, au sens commun, dans le cours du XVIIIe siècle pour désigner le produit des machines dans un jeu de comparaison avec celui des hommes qu'elles remplaçaient. Cette idée d'une commune mesure du travail des hommes et de celui des machines était déjà au cœur de la perspective développée, à la toute fin du XVIIe siècle par le

---

<sup>6</sup> S'Gravesande laissait chuter deux boulets de même volume et de masses différentes sur de la terre glaise. L'impact apparaissait comme fonction de la masse et du carré de la vitesse, soit, exprimé en travail, du poids et de la hauteur de la chute. En effet, la « force vive » a les mêmes « dimensions » physique que le travail. Voir *infra*.

<sup>7</sup> s'Gravesande cité par Jean.-Pierre Séris, *Machine et communication. Du théâtre des machines à la mécanique industrielle*, Paris, Vrin, 1987, p. 273.

<sup>8</sup> Joseph Montgolfier, « Mémoire sur la possibilité de substituer un bélier hydraulique à la machine de Marly », *Journal de l'école polytechnique*, 1808, pp. 289-318. Sur la personnalité pittoresque de Joseph Montgolfier, qui était alors démonstrateur au jeune Conservatoire royal des arts et métiers, voir Charles Gillespie, *Les frères Montgolfier et l'invention de l'aéronautique* (1983), Arles, Actes-sud, 1989.

<sup>9</sup> Claude Burdin, « Considérations générales sur les machines en mouvement », *Journal des mines*, n° 221, 1815, pp. 320-346.

<sup>10</sup> C'est à Gaspard Coriolis que l'on doit la définition formelle du « travail » dans le cadre de la mécanique rationnelle (*Du calcul de l'effet des machines*, Paris, 1829). Il définit dans cet ouvrage un concept de « travail élémentaire », ce qui lui permet d'obtenir par intégration dans un intervalle de temps le produit scalaire « force par distance » communément désignée avant lui par l'expression de « travail » par Coriolis, mais aussi par la formule de « quantité d'action » adoptée notamment par Coulomb et Navier. C'est cette démarche qui conduit aussi Coriolis à proposer que l'on redéfinisse la force vive par le produit  $1/2mv^2$ , ultérieurement rebaptisé « énergie cinétique ».

physicien Guillaume Amontons, qui, pour défendre à l'Académie des sciences son projet de « machine à feu », calculait le nombre d'hommes qu'elle pouvait remplacer<sup>11</sup>. Or, à cette fin, il calculait mécaniquement le travail des hommes (« labores »). Il prenait l'exemple des polisseurs des miroirs, mesurant le travail qu'ils accomplissaient par le produit de la pression exercée sur l'outil par la vitesse et le temps de l'action, ce qui constitue bien, du point de vue physique, un produit équivalent au « travail » au sens moderne<sup>12</sup>.

Mais c'est surtout Charles Augustin Coulomb qui inspira les ingénieurs mécaniciens du début du XIXe siècle par son « mémoire sur la force des hommes »<sup>13</sup>. Dans ce mémoire, il définissait précisément le travail, celui des hommes, en soulignant sa dualité : à la fois effet (le produit accompli) et dépense (la fatigue subie). De cette dualité, il dégagait le concept de rendement : l'objectif dans l'emploi des forces de l'homme consiste à maximiser l'effet à fatigue constante : « Pour tirer tout le parti possible de la force des hommes, il faut augmenter l'effet sans augmenter la fatigue ; c'est à dire qu'en supposant que nous ayons une formule qui représente l'effet et une autre qui représente la fatigue, il faut, pour tirer le plus grand parti des forces animales, que l'effet divisé par la fatigue soit un *maximum* »<sup>14</sup>. C'est sur ce modèle que s'est construite toute la mécanique industrielle. Dans toute machine, on peut mesurer un « input » : le travail entrant, soit le travail total dépensé, et un « output » le travail sortant, celui qui s'inscrit effectivement dans l'effet que l'on veut atteindre et que l'on va nommer à la suite de Coulomb l'« effet utile » ou le « travail utile ». L'objectif de la mécanique industrielle est d'optimiser le rendement en travail (travail utile/travail total), c'est à dire de réduire au minimum les pertes dues aux chocs et aux frottements, qui résultent de la circulation du travail dans la machine.

Le caractère « économique » d'un tel modèle ne faisait aucun doute pour les ingénieurs de ce temps. C'est pourquoi ils répétaient à l'envi le mot de Montgolfier. Le travail mécanique apparaît comme une valeur, d'abord d'un point de vue substantiel. C'est un « bien » qu'on cherche à économiser car il est « rare et à usages alternatifs ». La mise en comparaison systématique des hommes, des animaux et des machines fortifie en permanence ce point de vue. Si l'on utilise la force d'un homme, il faut la payer : c'est le « salaire » qui servait à Coulomb pour boucler son modèle théorique<sup>15</sup>. Mais la journée de cheval se paye aussi : il faut le nourrir et amortir le capital<sup>16</sup>. L'activité des machines se compte elle-même en nombre de journées d'hommes ou d'animaux qu'elles sont susceptibles de remplacer, ainsi que le concevait déjà Amontons. C'est pourquoi les ingénieurs Anglais vont évaluer la puissance des machines en « chevaux vapeurs », mesure commerciale de l'équivalent « cheval » de la

---

<sup>11</sup> Guillaume Amontons, « Moyens de substituer commodément l'action du feu à la force des hommes et des chevaux pour mouvoir les machines », *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, 1699.

<sup>12</sup> Amontons mesure le travail des hommes par un produit de forme F.V.t (force par vitesse par temps), qui est bien équivalent, si on suppose la vitesse constante, au « travail » au sens mécanique (le produit vitesse.temps se ramenant alors à une distance).

<sup>13</sup> Selon son vrai titre : Charles-Augustin Coulomb, « Résultats de plusieurs expériences destinées à déterminer la quantité d'action que les hommes peuvent produire par leur travail journalier suivant les différentes manières dont ils utilisent leurs forces », *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, 1799 repris in *Théorie des machines simples*, Paris, Bachelier, 1821 (édition citée).

<sup>14</sup> C.-A. Coulomb, *op. cit.*, 256.

<sup>15</sup> Selon un raisonnement très intéressant, Coulomb, qui ne pouvait pas mesurer « physiquement » la fatigue, la mesurait « économiquement » en supposant comme de fatigue égale deux tâches payées le prix d'une journée « normale » de travail. Voir sur cette démarche et son analogie avec l'économie politique de Smith, *Le travail*, *op. cit.*, 1993, chapitre 2.

<sup>16</sup> Le cheval se louait parfois ; on avait dans ces cas là un prix de journée de cheval strictement équivalent à celui de la journée humaine (salaire). Quand le cheval est propriété de son utilisateur, on se trouve dans une situation économiquement équivalente à l'esclavage.

machine<sup>17</sup>. Dans cette économie industrielle naissante, on « paye » donc la « force vive » de multiples manières. On ne peut plus simplement compter la puissance productive de la nation en nombre de journées d'hommes comme le faisait un siècle plus tôt Vauban. On va se mettre aussi, avec Charles Dupin, à compter les machines à vapeur pour mesurer les « forces productives » des différents pays<sup>18</sup>.

Mais le travail mécanique n'est pas simplement « une » valeur en ce sens trivial. Il a aussi les caractéristiques formelles qui en font une unité de compte dans les échanges mécaniques. Il s'agit en effet par ce concept, comme le soulignait Navier en 1819, de ramener tous les effets et toute les dépenses à une même grandeur : « Etablir une sorte de *monnaie mécanique* avec laquelle on puisse estimer les quantités de travail employées pour effectuer toute espèce de fabrication »<sup>19</sup>. Pourquoi le concept de travail est-il remarquable à cet égard ? Il faut ici distinguer deux raisons entremêlées. D'abord, le travail est une grandeur universelle de la mécanique pratique, en ce que toute action mécanique peut se ramener à l'élévation d'un poids à une certaine hauteur, c'est à dire au produit d'une force par une distance. Mais, surtout, le travail est un « produit scalaire », produit d'une grandeur intensive (la force) par une grandeur extensive (la distance). Un kilogramme élevé à deux mètres est, en « travail » (soit en kilogrammes.mètres), strictement équivalent à deux kilogrammes élevés à un mètres<sup>20</sup>. De ce fait, le travail est susceptible d'être additionné, soustrait, divisé, bref, de faire l'objet d'une algèbre économique. En paraphrasant Marx, on peut dire à bon droit que le travail a les caractères d'un « équivalent général » des échanges mécaniques.

C'est curieusement à Antoine-Augustin Cournot que nous devons l'expression la plus claire de cette idée, dans un texte écrit en 1834 (quatre ans avant la publication de ses célèbres *Recherches*) à l'occasion de sa traduction d'un traité de mécanique anglais : « En un mot la force vive est de tous les effets mécaniques le seul qui se conserve, s'emmagasine, se transmet, s'échange, se fractionne; et il faudrait être bien peu initié dans la science économique pour ne pas voir qu'à ce titre seul, la force vive devrait devenir l'étalon dynamique, lors même que le travail le plus habituel des machines ne serait pas directement mesuré par la force vive. C'est en vertu de propriétés analogues que les métaux précieux servent d'étalon à toutes les valeurs commerciales, sans être, à beaucoup près, les denrées dont la consommation directe est la plus fréquente et la plus impérieusement réclamée par nos besoins »<sup>21</sup>.

---

<sup>17</sup> La « puissance » est physiquement un travail divisé par un temps, autrement dit la quantité de travail produite pendant un temps donné. La mesure ordinaire était la quantité de travail journalière.

<sup>18</sup> Charles Dupin, mathématicien, statisticien et économiste fut nommé en 1819 « professeur de géométrie et de mécanique appliquées aux machines » au Conservatoire en même temps que Say y était nommé « professeur d'économie industrielle ». On lui doit notamment les *Forces productives et commerciales de la France*, Paris, 1827, tentative de tableau statistique de l'économie française, qui fait suite aux six volumes de ses *Voyages dans la Grande-Bretagne, entrepris relativement aux services publics de la guerre, de la marine, et des ponts et chaussées, au commerce et à l'industrie depuis 1816*, 3<sup>ème</sup> édition, Bruxelles, Lithographie royale, 1826-1827, qui distinguent la « force militaire » (vol. 1 et 2), la « force navale » (vol. 3 et 4) et la « force commerciale » (vol. 5 et 6). La notion de « force productive » est donc déduite chez lui d'une extension d'une problématique militaire.

<sup>19</sup> Claude- Louis Navier, « Sur les principes du calcul et de l'établissement des machines et sur les moteurs » addition in Belidor, *Architecture hydraulique*, nouvelle édition par C.-L. Navier, Paris, Firmin Didot, 1819, p. 376-396 : 376 ; Navier emploie ici le terme « travail » au sens ordinaire. Il appelle, encore, à la suite de Coulomb, le terme quantité d'action pour désigner la quantité physique force.distance.

<sup>20</sup> Ce postulat est en fait problématique ; nous y reviendrons plus loin dans une comparaison avec la théorie classique de la valeur-travail.

<sup>21</sup> A. Cournot, « De la mesure des forces et du travail des machines », in D. Lardner et Kater, *Eléments de mécanique*, trad. par A. Cournot, Paris, Paulin, 1834, repris in F. Vatin, *op. cit.*, 1998, p. 383.

La même année, Adhémar Barré de Saint-Venant (1797-1886), polytechnicien ingénieur des Ponts et chaussées, présentait à l'Académie des sciences un « mémoire sur les théorèmes de la mécanique » dans lequel il reprenait de façon détaillée l'analyse du théorème des forces vives, précédemment étudié par Navier, Coriolis et Poncelet, mais aussi précédemment par Lagrange, tous auteurs auxquels il se réfère. Après de savantes démonstrations mathématiques, il revenait lui aussi sur la dimension économique de la question dans des termes analogues à ceux de Cournot : « Ce qui distingue surtout la force vive et le travail des autres quantités qu'on emploie en mécanique et ce qui en rend l'usage si commode, c'est que, comme une espèce de monnaie dynamique<sup>22</sup>, elles se combinent simplement par addition, soustraction ou substitution avec des quantités de même espèce, .... »<sup>23</sup>.

Mais Saint-Venant file plus loin la métaphore économique en définissant à partir du concept de « travail » mécanique un concept de « capital » mécanique, ou plus exactement selon ses termes de « capital dynamique » ou de « pouvoir moteur ». L'idée était déjà présente chez Coriolis, qui distinguait, dans un raisonnement qui empruntait à l'économie, le travail proprement dit de la « faculté d'en produire », introduisant par là une notion d'énergie<sup>24</sup>. Mais il est étonnant de voir Saint-Venant développer cette démarche grâce au concept économique de capital. Il distingue à cet effet le « capital dynamique latent » et « capital dynamique patent ». Le premier correspond à ce que nous appelons aujourd'hui l'« énergie potentielle » d'un système mécanique, soit, suivant les termes de Saint-Venant le produit de son « champ » (c'est à dire de la distance que le mobile est susceptible de parcourir) par son « intensité moyenne ». Dans cette nouvelle perspective, « le travail est donc une *dépense*, une *consommation*, un *emploi d'une portion de ce capital dynamique* »<sup>25</sup>, et, « réciproquement, le capital dynamique est le Travail total dont une force donnée est capable à partir d'un instant donné »<sup>26</sup>. Le « capital patent » correspond en revanche à ce que nous appelons aujourd'hui l'énergie cinétique du mobile, soit, la « demi force vive » ( $1/2 mV^2$ ), grandeur que, comme on l'a vu, Coriolis, avait déjà proposé de substituer à celle classique de force vive afin de rendre la présentation de la mécanique rationnelle conforme au développement théorique de la mécanique industrielle.

Comme le montre ce dernier texte, la notion de « travail » ne figure donc pas chez les ingénieurs du début du XIXe siècle comme une trace archaïque d'une conception anthropomorphique de la physique destinée à être rapidement balayée par le progrès d'un savoir formalisé. Cette approche économique de la mécanique fut au contraire l'instrument d'une rénovation profonde de la pensée physique d'où résulta l'avènement de la thermodynamique. Le concept d'énergie est en effet, comme l'a montré Thomas Kuhn, dérivé de celui de travail mécanique des ingénieurs<sup>27</sup>. Mais, comme le montre le texte de Saint-Venant, il n'en dérive pas, par une rupture avec l'analyse économique de la machine, mais bien par un développement de celle-ci. Cela pourrait aussi être montré par l'étude du célèbre texte de Sadi Carnot sur la puissance motrice du feu<sup>28</sup>. L'interprétation économique de

---

<sup>22</sup> M. Navier, *Notes sur l'architecture hydraulique de Belidor*, addition au livre I, § 1 (note de Saint-Venant), soit le texte précédemment cité.

<sup>23</sup> Barré de Saint-Venant, « Mémoire sur les théorèmes de la mécanique » (1834) in Saint-Venant, *Œuvres* ? ? ?

<sup>24</sup> Voir mes commentaires in *Le travail*, *op. cit.*, 1993, p. 76 et sq. Coriolis introduit cette distinction, car c'est pour lui la faculté de produire du travail qui constitue une marchandise (« qui se paie ») et non le travail lui-même.

<sup>25</sup> Saint-Venant, *op. cit.*, p. XXX.

<sup>26</sup> *Idem.*

<sup>27</sup> Thomas Kuhn, « Un exemple de découverte simultanée : la conservation de l'énergie » (1959) repris dans *La tension essentielle*, Paris, Gallimard, 1990, pp. 111-156.

<sup>28</sup> Sadi Carnot, *Réflexion sur la puissance motrice du feu* (1824), Paris, Vrin, 1978.

l'énergétisme que l'on verra se développer à la fin du XIXe siècle n'est en ce sens qu' « un prêté pour un rendu » (voire *infra*).

## 2. Equivalence en travail et calcul économique

Ces citations montrent que l'analogie ici faite entre le concept mécanique de travail et la notion économique de valeur ne constitue pas une interprétation épistémologique exogène, telles les correspondances structurales entre les différents champs des « sciences de l'homme » mises en valeur par Michel Foucault<sup>29</sup>. Elle est au cœur de la pensée des mécaniciens de ce temps qui disposent d'une réelle culture en économie politique. Le cas de Cournot en est un témoignage, mais il n'est pas unique. Que l'on songe par exemple à Charles Dupin que nous avons cité, dont la théorie des « forces productives » inspira Friedrich List. Chez d'autres auteurs de l'époque comme Gérard-Joseph Christian ou Claude-Lucien Bergery, la frontière n'est pas nette entre la « mécanique industrielle » et l' « économie industrielle », terminologie également présente chez Jean-Baptiste Say (voir *infra*) et sous l'égide de laquelle se construit à l'époque un riche discours de gestion<sup>30</sup>.

Mais c'est également au sein de l'économie publique que se noue cette rencontre entre l'économie et la physique. Beaucoup des grands noms de la mécanique industrielle sont des ingénieurs du corps des Ponts et chaussées, comme Navier ou Coriolis. Ces ingénieurs sont confrontés au quotidien avec des questions tout autant économiques que proprement techniques. Il s'agit, dans cette période de forte croissance des transports et de genèse de ce nouvel instrument révolutionnaire : les chemins de fer, de concevoir le développement du réseau de voie de communication en fonction du développement économique, mais aussi de définir ses modes de gestion, le financement de l'entretien des voies routières, celui des investissements ferroviaires, avec, à la clé, quelques problèmes fondamentaux relevant de la doctrine économique : liberté ou réglementation de l'usage des voies de transport, gratuité ou tarification, et, si tarification, selon quels barèmes ? De telles questions sont souvent à juste titre associées au nom de Jules Dupuit (voir *infra*)<sup>31</sup>. Mais on trouve de tels questionnements chez tous les ingénieurs des ponts de sa génération et de la précédente, et notamment chez Navier avec qui Dupuit polémiqua<sup>32</sup>.

Or, comme l'a montré de façon détaillée Bernard Grall, toute la riche pensée gestionnaire des ingénieurs des ponts s'est d'abord appuyée, dans le cadre de l'économie routière, sur la systématisation d'une mesure en travail mécanique<sup>33</sup>. Toutes les variables de l'économie routière était en effet ramenée à des « équivalents travail ». Les ingénieurs des ponts ont, par exemple, défini une « longueur équivalente » permettant de ramener tous les parcours à une distance parcourue sur un terrain horizontal grâce à une mise en équivalence des pentes en fonction de la fatigue chevaline, selon un modèle strictement équivalent à celui développé par Coulomb pour la force des hommes. De même, ils ont conçu pour le revêtement des chaussées un « matériau équivalent » en fonction d'un coefficient de résistance au frottement des jantes (« fatigue de la chaussée »), ce qui est, là aussi, l'inverse d'un « travail ». L'ensemble de ces mesures forment système dans cette méga-machine que constitue le système routier, machine

---

<sup>29</sup> Michel Foucault, *Les mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966.

<sup>30</sup> Voir F. Vatin, *L'économie industrielle de C.-L. Bergery*, à paraître

<sup>31</sup> Voir notamment les travaux classiques de Robert B. Ekelund et Robert F. Hebert et leur synthèse récente : *Secret Origins of Microeconomics: Dupuit and the Engineers*, 1999, Chicago: University of Chicago Press, ainsi que François Etnier, *Histoire du calcul économique*, Paris, Economica, 1987.

<sup>32</sup> Voir Bernard Grall, *Economie de forces et production d'utilité*, à paraître (F. Vatin, éd.), Rennes, Pur, 2001.

<sup>33</sup> B. Grall, *op. cit.*

composée de la chaussée, des véhicules qui circulent dessus et des bêtes de somme qui les tirent.

Nous sommes bien là dans une thématique de la « valeur », au sens de la mise en équivalence généralisée, dans un système techno-économique à certains égards étrange à l'économiste ordinaire, car il n'y a pas de marché et donc de prix. En effet, l'accès aux voies routières était en France, gratuit. Or, comme l'a montré Bernard Grall, c'est justement du fait de l'absence d'une mesure monétaire que le travail théorique fait par ces ingénieurs et notamment par Jules Dupuit s'est révélé si riche<sup>34</sup>. Dans un second temps, confronté à l'économie des chemin de fer, qui se traduit, elle, sur un marché, les ingénieurs des ponts ont transposé leur modèles en remplaçant les mesures en travail par des mesures en unités monétaires<sup>35</sup>. Mais, ce faisant, ils renonçaient à une authentique réflexion sur la valeur et devenaient des gestionnaires locaux d'un système limité. C'est ainsi, paradoxalement, quand ils concevaient le marché de l'extérieur, et non quand ils se sont trouvés au centre de la tourmente marchande, que les ingénieurs des Ponts ont été les plus ingénieux dans leur analyse de la valeur. Dans le cas du matériau routier par exemple, ils se concevaient comme des « faiseurs de prix ». Capables de ramener toutes les variables de l'approvisionnement (distances entre les carrières et le lieu de consommation, qualité du matériau) à une mesure commune fondée sur le travail mécanique, ils pouvaient, à partir de cette mesure « objective » de la valeur, mettre en concurrence les fournisseurs. Autrement dit, ils entendaient réguler le marché à partir d'une mesure objective de la valeur qu'ils dégageaient de leurs calculs mécaniques.

En 1863, Cournot tenta une généralisation d'une telle conception de la valeur dans ce qu'il appelait lui-même la « théorie des équivalents » : « Si un industriel emploie indifféremment  $m$  unités de la denrée A ou  $n$  unités de la denrée B, parce qu'il obtient ainsi le même produit, moyennant la même dépense, on est bien fondé à dire que  $m$  unités de A sont l'équivalent économique de  $n$  unités de B ; et les prix de chaque unité seront précisément en raison de leur valeur économique »<sup>36</sup>. Les rapports des prix apparaissent ici proportionnels aux rapport des « qualités » selon un résultat qui évoque les conclusions de la théorie néoclassique de l'échange, telle qu'elle fut formulée notamment par Jevons. Ne nous leurrons pas sur cette analogie, comme j'y ai insisté dans un autre travail et comme Bernard Grall l'a souligné de son côté<sup>37</sup>. Il s'agit ici d'équivalences « objectives » dont dérivent les prix, alors que, dans la théorie néoclassique, ce sont les prix qui mettent en équivalence les utilités « subjectives ». D'ailleurs Cournot excluait de sa théorie des équivalents les « biens de luxe » en raison précisément du caractère « subjectif » et donc labile de la demande qui se portait sur eux. Il concevait en revanche l'application d'un tel modèle aux biens-salaires : « La doctrine des équivalents économiques s'applique encore certainement bien aux denrées qui sont la base de

---

<sup>34</sup> Le point nodal du modèle est la « fréquentation » de la chaussée. C'est en effet la principale variable qui détermine la dépense d'entretien, qui est onction de l'usure de la chaussée et donc de son usage. Mais cette fréquentation constitue aussi le produit final, économiquement impossible à mesurer directement, du service d'entretien routier. D'où la théorie de l'utilité de Jules Dupuit qui vise précisément à concevoir par « expérience de pensée » un marché fictif. Voir B. Grall, *op. cit.*

<sup>35</sup> Il est frappant de voir avec Bernard Grall (*op. cit.*) la similitude des démarches. Ainsi, par exemple, la construction d'un système de comptabilité analytique, champ dans lequel les compagnies ferroviaires ont joué un indéniable rôle précurseur, a indiscutablement reposé sur la transposition en monnaie du système d'équivalences en travail de l'économie routière. De même, le modèle du prix de monopole, dégagé par Cournot en 1838, mais réinventé par des ingénieurs Français, Anglais et Américain dans les années 1840-1850 (Dupuit, Lardner, Ellet) est strictement équivalent au modèle d'optimisation en travail développé par Coulomb. Au produit scalaire des mécaniciens (poids par distance), on substitue le produit prix par quantité. Il s'agit ici aussi du produit d'une grandeur intensive (le prix) par une grandeur extensive (la quantité), fonctionnellement liées.

<sup>36</sup> A.A. Cournot, *Principes de la théorie des richesses* (1863), Paris, Vrin, 1981, p. 43.

<sup>37</sup> Voir F. Vatin, *op. cit.*, 1998, pp. 240 *et sq.* ainsi que B. Grall, *op. cit.*

l'alimentation des classes ouvrières, c'est à dire de la très grande partie de la population (...) leur vertu réparatrice des forces vitales est leur qualité principale et essentielle qui doit influencer principalement sur la consommation qui s'en fait en grand, et qui doit à la longue maîtriser les rapports de leurs valeurs commerciales... »<sup>38</sup>.

Il n'est pas sans intérêt de souligner que le projet de Cournot a été réalisé dans la théorie diététique de la fin du XIXe siècle élaborée par des bio-énergéticiens, tel l'Américain Atwater<sup>39</sup>. Mesurer la valeur « calorique » des aliments, c'est rendre possible une commune mesure des « inputs » et des « outputs » (le travail physique) de la machine humaine. Cette démarche prolonge celle menée auparavant sur la machine à vapeur, pour laquelle s'était posée de la même manière le problème de la mesure en équivalent-travail de la dépense en charbon, afin de disposer d'une mesure de référence de la capacité calorifique du charbon par delà la variété des produits disponibles sur le marché. Cette mesure, que les ingénieurs anglais désigneront par l'expression de « duty », contribuera à la conception de l'équivalence du travail et de la chaleur<sup>40</sup>. Dans le cas de la machine humaine, comme dans celui de la machine à vapeur, les modèles énergétistes ne sont qu'un développement d'une conception de l'équivalence en travail dont nous avons ici rapidement dressé l'histoire.

### 3. Nature, capital et production de valeur

Cette conception d'une valeur fondée sur le travail mécanique évoque irrésistiblement la théorie classique de la « valeur-travail » et nous allons y revenir. Pourtant, paradoxalement, l'auteur classique le plus en phase avec ce type de démarche est Jean-Baptiste Say. D'une part, les différents auteurs que nous avons cités, comme Dupin et Navier, Christian et Bergery, mais aussi Cournot et Dupuit, formés au cours des années 1810-1830, furent tous des lecteurs de Say, référence incontournable de l'économie politique française sous la Restauration. Mais, comme je l'ai montré ailleurs, la théorie de la production de Say, inspirée, comme celle des ingénieurs mécaniciens, par une conception baconienne de la technique, repose sur cette même idée d'une communauté ontologique entre le travail de l'homme et celui de la « nature » : « il y a un travail exécuté par le sol, par l'air, par l'eau, par le soleil, auquel l'homme n'a aucune part, et qui concourt pourtant à la production d'un nouveau produit qu'on recueillera au moment de la récolte. C'est ce travail que je nomme le *service productif des agents naturels* »<sup>41</sup>.

Dans cette théorie originale de la production, Say entendait, en renvoyant dos à dos les Physiocrates et Smith, rendre compte de façon cohérente de la contribution de l'homme d'une part, de celle de la nature de l'autre, dans la production de la valeur économique. Ce sont les difficultés théoriques auxquelles il se heurta dans la conception de ce modèle qui alimentèrent son débat sur la théorie de la valeur avec Ricardo et qui le conduisirent finalement à

---

<sup>38</sup> A.A. Cournot, *op. cit.*, p. 45.

<sup>39</sup> Voir sur ces questions, F. Vatin, *Le travail, sciences et société*, Bruxelles, éditions de l'Université de Bruxelles, 1999.

<sup>40</sup> T. Kuhn, *op. cit.*

<sup>41</sup> Jean-Baptiste Say, *Traité d'économie politique*, Paris, Calmann-Lévy, 1972, pp. 65-66 (cité d'après la 6<sup>ème</sup> édition, 1841, mais ce texte est inchangé depuis la 2<sup>ème</sup> édition, 1814). Voir sur cette question, F. Vatin, « Jean-Baptiste Say et la pensée industrielle » à paraître in Actes du colloque Say, Lyon, 2000. Ici Say parle de la production agricole, mais il prend bien soin de préciser que cela concerne aussi la production manufacturière : « Cette expression, *agents naturels*, est prise ici dans un sens fort étendu, car elle comprend non seulement les corps inanimés dont l'action travaille à créer des valeurs, mais encore les lois du monde physique, comme la gravitation qui fait descendre le poids d'une horloge, le magnétisme qui dirige l'aiguille de la boussole, l'élasticité de l'acier, la chaleur qui se dégage par la combustion, etc.. » (*ibidem*).



distinguer « richesse naturelle » et « richesse sociale ». Or, comme je l'ai montré ailleurs, c'est ce débat même, lu à travers Rossi, qui fut à l'origine de la réflexion de Jules Dupuit sur la valeur<sup>42</sup>. Le problème de la contribution de la nature à la production économique, que les ingénieurs, à la différence des économistes, ne peuvent ignorer, et que la théorie de la valeur fondée sur le travail mécanique met clairement en évidence, joua ainsi paradoxalement un rôle important dans la genèse de la théorie néoclassique de la valeur. On retrouve cette question, à la fin du XIXe siècle, chez un auteur comme Böhm-Bawerk par exemple, mais aussi dans les débats suscités par un auteur marginal et original, mais dont les questionnements pourraient être utilement revisités aujourd'hui : Otto Effertz<sup>43</sup>.

S'il apparaît plus difficile de mettre en évidence un lien historiographique entre la genèse de la théorie du travail mécanique et celle de la théorie classique de la valeur-travail, les similitudes formelles sont évidentes. Il est frappant notamment de voir que les mécaniciens se sont confrontés à un problème identique à celui rencontré par Ricardo quant à l'additivité des mesures en valeur. Comme on le sait, Ricardo a mis en discussion sa propre théorie de la valeur travail en soulignant que l'on ne saurait strictement poser comme équivalents l'emploi d'un homme pendant cent jours et celui de cent hommes pendant un jour<sup>44</sup>. Cette identité ne peut en effet être obtenue qu'en traitant le temps sur un mode additif, autrement dit en ignorant son caractère intensif, sa « durée ». Du point de vue de la théorie économique, la question se pose à partir du moment où on prend en considération la rémunération du capital, c'est à dire la compensation de son immobilisation pendant une certaine *durée*. A fortiori, cela pose la question de la mesure de l'incorporation de la valeur des machines comme simple « travail passé » dans la valeur produite. Il faut alors pondérer dans la mesure de la valeur la quantité de travail « incorporé » (pour employer la terminologie de Marx) par le caractère plus ou moins capitalistique de la production. On sait que ce questionnement fut au cœur de la relecture au XXe siècle par Piero Sraffa de la théorie ricardienne de la valeur.

Or, la théorie du travail mécanique, telle que la traite par exemple Coriolis et, à sa suite, Cournot, pose un problème strictement identique<sup>45</sup>. Le concept de travail mécanique n'est doté de cette propriété d'additivité que parce que, précisément, il permet d'éliminer le temps des équations physiques<sup>46</sup>. Coriolis va explicitement se justifier sur ce point, dans des termes qui ne peuvent manquer d'évoquer Ricardo : « Remarquons d'ailleurs que lorsqu'il s'agit d'opérer avec une machine une certaine quantité de déplacements semblables, comme il n'en coûte pas plus dans beaucoup de cas de les opérer simultanément que successivement, on ne peut faire entrer le temps comme élément de valeur de ces quantités de déplacement opérés. Supposons par exemple qu'on se propose d'employer dix hommes à élever des fardeaux : si

---

<sup>42</sup> B. Grall et F. Vatin, « La machine et l'impôt. Jules Dupuit la mécanique industrielle et l'économie politique », *Revue européenne de sciences sociales*, Tome XXXV, 1997, n° 109, pp. 25-53 (partiellement repris in Vatin, *op. cit.* 1998).

<sup>43</sup> E. von Böhm-Bawerk, *Théorie positive du capital* (1889), traduction partielle, Paris, Giard et Brière, 1909 et mes commentaires dans *La fluidité industrielle*, Paris, Méridiens-Klincsiack, 1987 ; O. Effertz, *Les antagonismes économiques*, Paris, Giard et Brière, 1906 et mes commentaires in « Landry, lecteur de Cournot », Actes du colloque de Corte (1997), à paraître éditions de l'Ined.

<sup>44</sup> D. Ricardo, *Des principes de l'économie politique et de l'impôt* (1817), Paris, Calmann-Lévy, 1970, chapitre I, section IV.

<sup>45</sup> Pour Cournot, voir Vatin, *op. cit.*, 1998, chapitre 1..

<sup>46</sup> Il est intéressant de souligner que William Stanley Jevons se livre à la même opération logique dans sa *Théorie de l'économie politique* (1871), trad. française d'après la deuxième édition anglaise (1879), Paris, Giard et Brière, 1909, chapitre 2. Dans ce chapitre sur la « théorie des dimensions économiques » explicitement inspiré d'une théorie physique de la mesure, Jevons parvient à éliminer le temps de la métrologie économique en soulignant paradoxalement son caractère fondamental, ... si fondamental que, placé à la fois au numérateur et au dénominateur, il peut être réduit dans une variable scalaire doté de la si précieuse additivité.

on désire ensuite opérer plus promptement cette élévation, on pourra toujours y employer simultanément vingt hommes ; et sans qu'il en coûte plus de journées, le même effet sera effectué dans un temps moitié moindre »<sup>47</sup>.

Ici aussi, l'exemple primitif d'un travail exclusivement manuel n'est qu'un prélude à la question des machines que traite Coriolis à la suite. On peut doubler le nombre des hommes, on peut aussi doubler le nombre de machines et produire dans un temps deux fois moindre la même quantité de « travail ». Mais il faudra bien amortir la valeur de la machine, comme, dans le cas d'une production strictement manuelle, il fallait déjà immobiliser un capital double sur une période donnée. Ainsi, comme Coriolis devra le reconnaître au dernier chapitre de son ouvrage, le travail mécanique n'est pas l'instrument de mesure aussi universel qu'il pourrait y paraître des échanges machiniques : « Il ne faudrait pas prendre à la lettre ce que disait Montgolfier : *La force vive (le travail) c'est ce qui se paie*. Nous répétons ce que nous avons dit dans le premier chapitre, que le travail, quoiqu'étant le principal élément de ce qu'on paie dans le mouvement, et le seul qui soit du domaine des sciences exactes, n'est cependant pas seulement ce qui fait la valeur du mouvement »<sup>48</sup>.

Ce n'est toutefois que cinquante ans plus tard que la théorie classique de la valeur-travail, dans sa version marxienne, sera explicitement comparée à la théorie mécanique du travail, alors élargie dans une conception plus générale de l'énergie. En 1880 en effet, un naturaliste Ukrainien adepte de Marx, Sergueï Podolinsky (1850-1891) avait tenté de réécrire en termes énergétistes la théorie marxiste de la valeur<sup>49</sup>. Son article suscita une intéressante réaction d'Engels dans sa correspondance avec Marx, réaction qui met le doigt sur la difficulté fondamentale posée par cette analogie<sup>50</sup>. Il y a effectivement une forte analogie entre la théorie énergétique du rendement (qu'il s'agisse d'un rendement mécanique en travail ou d'un rendement thermodynamique en énergie) et la théorie marxiste de la plus-value. Dans les deux cas, on rapporte un « output » à un « input » calculé dans la même unité<sup>51</sup>. Mais la théorie énergétique du rendement débouche sur la mise en évidence d'une perte que l'on se propose de minimiser, alors que Marx entend au contraire exhiber un surplus. Il est évident à cet égard, comme Engels l'avait parfaitement compris, que le développement d'une telle analogie serait ruineuse pour la théorie marxiste de l'exploitation, dont le soubassement n'a pas la « naturalité » dont Marx avait cru bon de l'habiller dans sa présentation de la « valeur de la force de travail »<sup>52</sup>.

Podolinsky s'inscrit comme un des premiers parmi une longue liste d'auteurs, souvent de formation scientifique, qui ont été frappés par le caractère économique du concept d'énergie, de Léon Winiarski (1865-1915) à Otto Effertz (1856-1922), d'Ernest Solvay (1838-1922) à Wilhem Ostwald (1853-1922) et de Nicholas Georgescu-Roegen à René Passet...<sup>53</sup>. Il n'entraîne pas dans les ambitions de la présente communication de présenter en détail cette tradition « éco-énergétique », ses objectifs théoriques et ses tensions internes. Il s'agissait

---

<sup>47</sup> Coriolis, *op. cit.*, pp. 31-32.

<sup>48</sup> *Idem*, p. 232.

<sup>49</sup> Voir F. Vatin, *op. cit.*, 1993, p. 111 et *op. cit.* 1998 p. 306.

<sup>50</sup> K. Marx et F. Engels, *Lettres sur les sciences de la nature*, Paris, éditions sociales, 1974; voir aussi F. Engels, *Dialectique de la nature*, Paris, éditions sociales, 1968

<sup>51</sup> Toute la théorie marxiste de l'exploitation repose en effet sur la mesure de l'input, la « force de travail », dans les termes de l'« output », le travail produit (voir F. Vatin, *op. cit.*, 1993, pp. 105 et sq.)

<sup>52</sup> Voir F. Vatin, *op. cit.*, 1993, ainsi que « Le travail, la servitude et la vie » à paraître in *Revue du Mauss*, 2001, n° 2.

<sup>53</sup> Voir sur cette tradition l'ouvrage particulièrement clair de Franck-Dominique Vivien, *Economie et écologie*, Paris, La Découverte, 1994.

seulement de montrer l'ancienneté de la question et par là de modifier l'interprétation épistémologique qui est souvent donnée de ce type de questionnements. Pour beaucoup de commentateurs et souvent pour ses promoteurs mêmes, l'éco-énergétisme serait le produit d'une application aux questions économiques et sociales de résultats fondés en physique. La question est à l'évidence plus complexe comme ce rapide historique l'a montré : la fascination des économistes (de certains économistes) pour la physique n'a d'égal que la fascination pour l'économie des physiciens (de certains physiciens). Mais, au delà du jeu d'influence, c'est la signification épistémologique de cette rencontre qu'il faut tenter d'éclairer. C'est ce que nous nous proposons de tenter en conclusion.

## Conclusion

Le débat sur les relations entre économie et physique s'est au cours de ces dernières années polarisé sur la question du formalisme. Dans un livre polémique et brillant Philipp Mirowski s'est livré à une violente critique de la théorie néoclassique, en montrant qu'elle se résumait à une pure singerie mimétique de la physique des champs apparue à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle<sup>54</sup>. Cet ouvrage a subi des critiques justifiées portant sur les simplifications abusives que l'on peut trouver au fil des pages, tant quant à l'histoire de la pensée économique que quant à la théorie physique<sup>55</sup>. Il est certain notamment que la critique de Mirowski s'applique principalement à une version de la « révolution néoclassique », celle de Léon Walras, et qu'elle est beaucoup moins fondée pour les deux autres auteurs de référence dans le Panthéon néoclassique : William Stanley Jevons et Carl Menger, et *a fortiori* pour ceux que l'on considère habituellement (et Mirowski ne déroge pas à cette règle) comme des « précurseurs » des néoclassiques, tels Cournot ou Dupuit ; nous y reviendrons.

Pour autant, il faut souligner qu'un travail de ce type s'expose inévitablement à de telles critiques. Son mérite est de « porter le fer dans la plaie » et d'inciter au débat, comme cela avait été le cas en son temps des *Mots et des choses* de Michel Foucault, ouvrage qui résiste lui aussi si mal à une lecture pointilleuse d'historien de la pensée. La thèse de Mirowski a son poids, car la théorie walrasienne de l'équilibre général, reformulée au XX<sup>e</sup> siècle grâce à une mathématique plus rigoureuse, constitue bien aujourd'hui le cœur de la pensée économique « dominante ». Or, dans sa volonté de « faire science » par un mimétisme mécaniste, Walras n'a pas besoin d'être caricaturé ; il le fait très bien tout seul : « Ouvrez la mécanique analytique de Lagrange, vous y verrez que  $P$  et  $Q$ , tant deux forces ou puissances appliquées aux deux points d'un système,  $dp$  et  $dq$ , tant les vitesses virtuelles de ces forces mesurées par les espaces infiniment petits susceptibles d'être parcourus dans un même instant par leurs points d'application suivant leurs directions,  $Pdq$  et  $Qdp$ , tant les moments des forces  $P$  et  $Q$  suivant la définition de Galilée l'équation  $Pdq + Qdp = 0$  exprimera l'équilibre des deux forces. Eh bien changez les termes. Au lieu de force, mettez raretés ou intensités des derniers besoins satisfaits; au lieu de vitesse virtuelles, mettez quantités virtuellement, changeables, ou quantités infiniment petites susceptibles d'être ajoutées par achat aux quantités possédées ou d'en être retranchées par vente dans un échange; et la même équation exprimera la satisfaction maxima des besoins d'un individu ou l'équilibre économique. Ainsi l'économie est sinon la mécanique elle-même appliquée à l'équilibre et au mouvement de la richesse sociale, comme

---

<sup>54</sup> Ph. Mirowski, *More heat than light*, Cambridge University Press, 1989 (traduction française à paraître par les soins de Bernard Maurin, Paris, Economica)

<sup>55</sup> Voir notamment Neil de Marchi (éd.), *Non-Natural Science : Reflecting on the Enterprise of More Heat than Light*, supplément au n° 25 d'*History of Political Economy*, Durham and London, Duke University Press, 1993.

l'hydraulique est la mécanique elle-même appliquée à l'équilibre et au mouvement des liquides, du moins une science analogue à la mécanique »<sup>56</sup>.

La focalisation du débat sur les relations entre économie et physique sur le terrain adopté par Mirowski me paraît pourtant pernicieuse. Elle sert en quelque sorte les « adversaires » que s'est donné Mirowski, en réduisant la question à celle du formalisme de l'écriture physico-mathématique. Elle conduit notamment à ignorer la césure qui traverse la mécanique classique et que Cournot avait en son temps si bien saisie entre la mécanique rationnelle et celle des ingénieurs : « Depuis deux siècles, ces deux sciences qui portent le même nom, sont en contraste, et jusqu'à un certain point en conflit; et le contraste, sinon le conflit, tient au fond des choses. Dans la mécanique qui s'applique au mouvement des corps célestes, l'on conçoit que les corps agissent à distance les uns sur les autres, d'une action permanente, qui ne s'épuise ou ne se dépense point par l'exercice (...). Au contraire, dans la mécanique des machines, il n'y a pas à proprement parler d'action à distance; (...) et tous les moteurs naturels, poids, vent, cours d'eau, ressorts, gaz ou vapeurs qui se détendent, animaux de trait, etc., ne peuvent agir sur nos appareils mécaniques qu'au moyen de liens matériels, en cheminant dans le sens suivant lequel ils sollicitent les corps qu'ils mettent en mouvement, et en consommant ainsi, par leur chute, par leur détente ou de toute autre manière équivalente, la quantité, de force vive ou de travail que la Nature ou l'art avait pour ainsi dire amassée en eux, et que la science du mécanicien recueille ou utilise »<sup>57</sup>.

Or, comme je l'ai montré, des auteurs comme Cournot, Dupuit, et, à certains égards Jevons lui-même, et ceci à la différence de Walras, ont plus été inspirés par la mécanique des ingénieurs que par la mécanique rationnelle. La constatation de l'emploi de certains formalismes communs, au tout premier chef du calcul différentiel et intégral, peut ainsi conduire à ignorer une ligne de fracture épistémologiquement importante, tant pour l'économiste que pour le physicien, car elle concerne son mode d'« accrochage au réel ». Dans la science pratique des ingénieurs, la cohérence d'ensemble n'est pas postulée comme la condition même de la « scientificité » du modèle. Cette posture pragmatique est précisément à l'inverse de celle adoptée par Walras, dans le sillage explicite de Lagrange, et à sa suite par Gérard Debreu avec de nouveaux instruments logico-mathématiques, et qui vise à fonder dans la cohérence interne du modèle, et exclusivement dans celle là, sa valeur heuristique.

Or, nous revenons ici à la question de la valeur. A travers les différents auteurs que nous avons cités se profile une commune perspective : celle de fonder une théorie de la valeur au croisement de l'industrie humaine et de la contrainte naturelle<sup>58</sup>. Un tel projet débouche sur les modèles bio-économiques contemporains, souvent à bon droit critiquables<sup>59</sup>. Mais comment nier qu'une telle question soit au cœur des enjeux du XXI siècle ? La société industrielle s'est érigée dans une perspective de libération de l'homme des contraintes

---

<sup>56</sup> L. Walras, « Esquisse d'une doctrine économique et sociale » (1898) repris in L. Walras, *Etudes d'économie politique appliquée, Oeuvres économiques complètes* d'A. et L. Walras, Paris, Economica, 1992, p. 405-406 (ce texte, ne fut jamais intégralement publié du vivant de Walras).

<sup>57</sup> A.-A Cournot, *Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire* (1861), Paris, Vrin, 1982, p. 123.

<sup>58</sup> On est ici dans le registre de ce que Mirowski appelle la « valeur substance », caractéristique selon lui de la pensée économique « classique » (théorie de la valeur-travail), par opposition à la « valeur-champs », qui caractériserait l'économie néoclassique, notamment chez Walras. Mais une telle opposition me paraît trop brutale, tant en économie qu'en physique. La doctrine de Mirowski souffre en ce sens, comme celle de Foucault citée, d'une trop grande rigidité dans le découpage des phases « épistémiques ».

<sup>59</sup> Voir mes quelques réflexions sur ce point in *Le travail, op. cit.*, pp. 113 et suivante ainsi que la synthèse critique de F.-D. Vivien, *op. cit.* Dans cette littérature, il faut mettre à part Nicholas Georgescu-Roegen dont l'œuvre n'a probablement pas encore été reconnue à sa pleine valeur.

naturelles. La volonté d'autonomisation épistémologique des « sciences humaines » vis à vis des sciences naturelles, marquée au XXe siècle tant pour l'économie que pour la sociologie ou la psychologie par exemple, est une des manifestations idéologiques de ce projet social. Or ce projet semble bien avoir atteint ses limites, ce qui exige, au delà de l'écologie politique, un nouveau dialogue entre les sciences de l'homme et celle de la nature. L'économie notamment ne peut plus ignorer le fondement « physique » (au sens large du terme) des processus sociaux qu'elle décrit. La thématique de la valeur peut être un lieu de cette discussion cruciale, comme, je l'espère, le montre le rapide parcours que j'ai tenté ici.