

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Françoise Balibar

Professeur émérite de physique à l'Université Paris VII – Denis Diderot

Bernadette Bensaude-Vincent

Professeur d'histoire et de philosophie des sciences à l'Université Paris X – Nanterre

Michel Morange

*Professeur de biologie à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI
et à l'École Normale Supérieure (Ulm)*

PLAN DE L'OUVRAGE

Preface à la 9 ^e édition	VI
Avant-propos	VII
Table des matières	IX
Présentation	XV
Utilisation du dictionnaire	XX
Corpus	1 à 1005
Index nominatif	1007 à 1012
Index verborum	1013 à 1032

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

Dominique Lecourt

**Dictionnaire d'histoire
et philosophie des sciences**

Secrétaire de rédaction
Thomas Bourgeois

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DU LIVRE



QUADRIGE / PUF

ecology). Cette prévision n'est certes pas passée inaperçue, mais elle a soulevé d'autant moins d'objections que les éthologistes (dont Wilson feignait de craindre un sentiment d'offense) ont été les premiers à l'applaudir. Dans les années qui suivirent, l'écologie comportementale fut ainsi présentée comme un domaine voisin de la sociobiologie (la naissance, peu de temps après la sortie du livre de Wilson, de la revue *Behavioral Ecology and Sociobiology* en témoigne). Mieux encore, elle conquiert l'image d'un programme de recherches à la fois plus prometteur à longue échéance et plus « sage » (idéologiquement parlant) que la sociobiologie, comme si elle était destinée à dévorer à son tour cette dernière.

De fait, alors que la nature de la sociobiologie – « théorie ou discipline ? » – a été âprement discutée, l'existence de l'écologie comportementale a été soutenue sans coup férir. Or, quand on y regarde de plus près, cette vision pédagogique était surprenante à plus d'un titre. D'abord, la notion de sociobiologie fut utilisée bien avant 1975 pour désigner l'étude des comportements sociaux : s'il s'agissait d'une discipline authentique, il y aurait donc quelque abus à décréter que Wilson en serait le créateur, comme le font certains porte-parole français (P. Jaisson, *La Fourmi et le Sociobiologiste*, Paris, O. Jacob, 1993, p. 17). À moins que cette oblitération de l'éthologie classique (K. Lorenz, N. Tinbergen, P.-P. Grassé, etc.) n'émane d'un désir de cacher que celle-ci est victime d'un cannibalisme perpétré par... l'un de ses sous-ensembles.

Mais le plus étrange est ailleurs : si Wilson n'a pas inventé la sociobiologie, on voit mal qui d'autre que lui-même peut revendiquer la paternité de l'écologie comportementale. Dans le schéma qu'il propose au chapitre 1, le lecteur découvre que ce territoire grandit en compagnie de la sociobiologie depuis le milieu du siècle. Sauf qu'aucun chercheur n'a classé son activité sous cette étiquette avant la publication de « la nouvelle synthèse » et que les index thématiques des ouvrages d'écologie ne mentionnent jamais l'expression. Aujourd'hui encore, celle-ci ne figure que dans des écrits explicitement liés à la sociobiologie et non dans des textes d'écologie générale.

Bref, Wilson a non seulement inventé l'extériorité de la sociobiologie par rapport à l'éthologie mais il a, tout aussi arbitrairement, proclamé l'inclusion de la mystérieuse écologie comportementale dans la science des relations entre les organismes et leur environnement, jadis pressentie par Haeckel. Ce dernier avait au moins le mérite de proclamer ses néologismes et de ne pas dissimuler ses positions épistémologiques sous la forme de constats fantasmatiques. Pour le reste, le maître allemand du « darwinisme social » et son émule anglo-saxon partagent manifestement la conviction que l'utilisation du darwinisme à des fins sociologiques appelle une préparation minutieuse des champs disciplinaires concernés, quitte à « déduire » la nécessité de certains districts intermédiaires. L'activité n'est pas intrinsèquement condamnable : « l'œcologie » a indubitablement montré que sa raison d'être dépassait le

service d'un quelconque évolutionnisme. Et, par-delà le caractère frauduleux de l'énoncé descriptif, l'intuition de Wilson n'a rien d'incongru ni de superficiel : elle éclaire parfaitement la stratégie réelle de la sociobiologie, avec les raisons de son efficacité institutionnelle.

La zoologie moderne a progressivement dessiné un triangle thématique qui constitue sa table d'orientation méthodologique : l'écologie, la génétique et l'éthologie en sont les sommets. Cependant, à l'encontre des deux premières disciplines qui ont grandi dès le début du XX^e s. sous l'autorité directe du néodarwinisme et qui ont établi entre elles une connexion durable (ne serait-ce qu'en participant à l'élaboration de la théorie synthétique), l'éthologie (qui se développe à partir des années 1930 comme une « psychologie comparée ») est demeurée assez indépendante de ce paradigme : hors d'une approbation de principe, l'école objectiviste de Lorenz et Tinbergen a entretenu avec lui des relations diffuses. Toutefois, cette observation vaut surtout pour l'éthologie des vertébrés. En entomologie, la communication interdisciplinaire a progressé selon un autre rythme, impliquant plus fermement l'analyse des comportements dans les problématiques de l'écologie et de la génétique, donc dans les visées darwinistes. Les théoriciens majeurs de la sociobiologie contemporaine, Wilson en tête, ont souvent fait leurs premières armes sur les insectes. D'une certaine manière, le coup de force épistémologique de cet auteur exprime ainsi une volonté qu'il partage avec de nombreux spécialistes des arthropodes, et qui sera ensuite approuvée par toute la zoologie : la programmation des recherches éthologiques dans le cadre des questions privilégiées par le néodarwinisme.

Ceci étant, la voie choisie est immédiatement inféodée à une inspiration théorique très particulière, voire étriquée : les conjectures génétiques sur la diffusion de « l'altruisme ». Écologie comportementale et sociobiologie tendent à insister sur les relations entre individus appartenant à la même espèce, les séparant d'emblée des autres aspects de l'écologie. Or, même si l'entomologie est un carrefour interdisciplinaire incomparable, l'éthologie est investie par divers projets néodarwiniens durant les décennies 60 et 70 qui n'établissent pas forcément une coupure aussi tranchée entre l'intraspécifique et l'interspécifique. Ces promesses ont été stoppées net : la socio-écologie animale et l'écoéthologie désignaient des réseaux de recherche largement reconnus. À cet égard, il faut donc tenir compte du fait que le succès de l'entreprise de Wilson n'a pas seulement engendré les territoires dont il a inventé ou déformé l'existence : il a également ruiné des territoires plus amples dont l'unique inconvénient était de ne pas se placer d'emblée sous l'autorité de la génétique des populations. Aujourd'hui comme hier, le « darwinisme social » détourne le darwinisme en tronquant discrètement ses champs d'investigation pour imposer son point de vue comme une évidence inexorable.

GAUTIER J.-Y., LEFEUVRE J.-C., RICHARD G. & TREHEN P., *Écoéthologie*, Paris, Masson, 1978. – JAISSON P., *La Fourmi et le Sociobiologiste*, Paris, O. Jacob, 1993. – WILSON E.O., *Sociobiology: the New Synthesis*, Cambridge (MA), Belknap Press of Harvard Univ. Press, 1975.

Georges GUILLE-ESCURET

– Darwinisme ; Sociobiologie.

ÉCONOMIE THÉORIQUE

Répandus dans les affaires et l'administration, où ils sont depuis longtemps investis des plus hautes charges, sollicités par la presse, bien établis désormais dans l'enseignement général, les économistes ne laissent pas leur époque indifférente. Leurs pronostics régulièrement démentis et leurs aigres dissensions ne plaident pas en faveur du sérieux de leur discipline, et cependant, les témoins les plus ironiques de leurs déroutées continuent de les consulter, au point de préférer souvent leurs diagnostics et leurs conseils à ceux des juristes, sociologues ou philosophes. D'où vient cette curiosité maintenue malgré des résultats pratiques décevants ? On peut chercher une explication – d'autres seraient concevables – dans une particularité de leur travail : il repose sur une infrastructure théorique sans équivalent dans les autres sciences sociales. Aux doctrines des juristes, aux conceptions des sociologues, aux systèmes des philosophes, il manque les caractères qu'on associe d'ordinaire aux théories scientifiques : la compression des concepts et des principes directeurs, formulés au niveau d'abstraction le plus élevé ; l'organisation hiérarchique, idéalement déductive, des énoncés généraux ; un appareil mathématique élaboré, suffisamment autonome pour qu'il entretienne son propre développement ; des applications perçues comme telles et réparties sur des domaines variés.

Tous ces traits se rencontrent dans la partie de la discipline que les Anglo-Saxons nomment *economic theory* et la rapprochent, du moins formellement, des théories physiques sur lesquelles s'appuie le travail des ingénieurs. La flatteuse analogie explique pour partie les attentes et les déceptions renouvelées du public ; les économistes ne se privent pas d'en tirer parti lorsqu'ils défendent leurs projets de réforme sociale et même d'obscur intérêts de carrière. Ne serait-ce que pour ces raisons, l'économie doit solliciter la vigilance critique de l'épistémologue. Mais il faut savoir aussi renverser la perspective et mettre la philosophie des sciences au défi de l'objet qu'elle se donne. On découvre alors que les travaux des économistes résistent à ses catégorisations préalables du scientifique et du non-scientifique, et que ses divisions convenues, comme celles des lois et des autres généralités ou des différents modèles d'explication, ne lui conviennent pas mieux. Granger, Rosenberg, Hausman, ou l'auteur même de cette notice, qui envisagent constructivement le projet théorique de l'économie, ont dû réexaminer, le plus souvent

pour les mettre en cause, les bases néo-positivistes et poppériennes de la philosophie des sciences contemporaine. Après ce débroussaillage, ils ont entrepris de conceptualiser directement leur objet. Bien que ces travaux restent partiels et parfois trop exclusivement descriptifs, ils semblent plus convaincants déjà que la projection d'idées toutes faites sur la science, pour exalter ou dénoncer les économistes, ce qui reste le procédé commun de la spécialité qu'on appelle « méthodologie économique ».

La naissance d'une économie politique autonome n'aura pas coïncidé avec l'apparition de la première théorie économique digne de ce nom. Si l'on circonscrit la notion de théorie comme on l'a fait plus haut, Smith, et même Quesnay, ne s'y conforment pas, et il faut patienter jusqu'au Ricardo des *Principles of Political Economy* (1817). Encore l'ouvrage vérifie-t-il imparfaitement les conditions posées, et il ignore même carrément celle de la formalisation mathématique : Ricardo se contente de calculer numériquement des exemples illustratifs, à la manière du comptable qu'il était tout d'abord. Il reste que la structure logique de ses raisonnements est admirablement claire et qu'on a pu les formaliser aisément par la suite. Comme celle de Marx, son analyse de la valeur-travail se prête à l'algèbre matricielle, et ses lois dynamiques de la répartition se décrivent par des équations différentielles – avec Sraffa et ses élèves, un courant néoricardien s'est d'ailleurs emparé de l'une et des autres en plein XX^e s. Il paraîtra surprenant que cet échantillon de théorie, unique et rudimentaire encore, ait aussitôt nourri le commentaire épistémologique. Or dès la première moitié du XIX^e s., Senior et Mill proclamèrent l'avènement d'une science nouvelle dotée d'un objet fixe – la richesse, considérée dans ses lois de production, de circulation et de répartition – ainsi que d'une méthode définitive – avec des nuances, celle que suivaient spontanément les *Principes*. L'économie politique s'appuierait sur trois prémisses fondamentales : la loi de la population croissante, venue de Malthus, la loi des rendements agricoles décroissants, qui est une adjonction décisive de Ricardo, enfin, plus vaguement formulée, mais logiquement nécessaire, la loi voulant que les entrepreneurs fassent preuve d'égoïsme rationnel. Augmentées, s'il le faut, d'hypothèses factuelles particulières, les trois propositions engendreraient déductivement la science de la richesse dans sa totalité. Pour vérifier cette thèse, les ricardiens s'attachèrent à redémontrer pas à pas les tendances dynamiques de la répartition telles que les *Principes* les avaient formulées : rendues en valeur-travail, la part des travailleurs augmenterait et celle des fermiers baisserait, tandis que celle des propriétaires fonciers augmenterait massivement ; rendues en blé, la part des travailleurs stagnerait, celle des fermiers baisserait, et celle des propriétaires augmenterait encore. En l'espèce, une déduction correcte ne demande pas beaucoup plus que les trois affirmations précédentes. Mais d'autres résultats notables, comme la loi des avantages comparatifs, que les *Principes* démontrent au chapitre

de commerce extérieur, imposent d'élargir le stock des postulations générales, et non pas seulement particulières ; or les épistémologues ricardiens, sinon Ricardo lui-même, étaient réticents à franchir ce pas.

S'ils prétendaient se satisfaire d'une base aussi étroite, c'est qu'ils prêtaient aux trois lois des qualités remarquables dont les hypothèses supplémentaires n'auraient pas bénéficié. Elles leur semblaient décrire des vérités universelles, soit de la technologie productive (loi des rendements), soit de la physiologie et de la psychologie humaines (lois de la population et de l'égoïsme rationnel), vérités que tout observateur réfléchi devrait immanquablement reconnaître comme telles. Pour certains ricardiens, les lois s'éprouvaient dans l'éblouissement de la certitude immédiate ; pour d'autres, elles demandaient un effort préalable d'induction ; mais tous les désignaient comme premières dans l'ordre spécial de la connaissance économique. (Une telle affirmation s'avère en effet compatible avec la thèse voulant que la loi des rendements décroissants trouve sa base inductive en agronomie : les économistes tiraient profit d'une découverte réalisée dans une autre partie du savoir.) Universalité, vérité, certitude, caractère objectivement premier – on retrouve la plupart des traits qu'Aristote avait rassemblés autour de l'idée des « principes de la démonstration » (*Seconds Analytiques*, I, 1-10). Que les principes des anglais relèvent d'une interprétation empirique exclusivement, cela reste compatible avec la thèse que l'on défend – une conception passiste de la science a régné sur les premières théories économiques. L'interprétation rationaliste forme l'autre voie possible de la même influence ; elle apparaîtra plus tard chez les autrichiens, qui la mettront au service de théories nouvelles.

On a souvent décrit, sans parvenir à se l'expliquer tout à fait, l'effacement que les idées ricardiennes ont subi dès le courant du XIX^e s. La cause immédiate de l'échec est en tout cas facile à repérer : elle tient à la loi malthusienne de la population, que les classiques regardaient déjà comme plus délicate que les deux autres, et que leurs successeurs finirent par rejeter sans appel. La loi tombait sous une alternative redoutable : empiriquement fautive dès qu'elle recevait une expression précise, inadmissible aussi longtemps qu'elle n'en recevait pas. Le principe de l'égoïsme rationnel nous paraît aujourd'hui à peine moins embrouillé, et la même alternative aurait pu lui être fatale ; mais les économistes du XIX^e et du XX^e s. surent le ramener graduellement à un principe abstrait d'optimisation, et il s'est transmis sous cette forme à la théorie contemporaine. Quant à la loi des rendements décroissants, qui constituait l'énoncé le plus univoque de l'économie classique, elle dessinait par avance le modèle théorique de son abandon, finalement consommé par la « révolution marginaliste ».

L'historiographie traditionnelle décrit la naissance du marginalisme comme un cas de découverte simultanée, d'autant plus saisissante qu'elle affecte les trois principaux foyers scientifiques de l'époque. L'accord spontané de Jevons (*Theory of Political Economy*,

1871), Menger (*Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*, 1871) et Walras (*Éléments d'économie politique pure*, 1874) témoignerait pour leurs théories, de même que les dissensions parmi les disciples de Malthus avaient parlé contre la sienne. Les historiens ont fini par nier non seulement la simultanéité des découvertes, mais leur authenticité même. L'évolution marginaliste, comme il faudrait dire, passe assurément par les fondateurs, mais les précède et les inspire, et elle n'aboutit pas non plus chez eux : ni Jevons, ni Menger, ni même Walras, ne poussèrent bien loin leurs idées. On peut en dire autant de leurs successeurs immédiats, Edgeworth (1881), Marshall (1890), Fisher (1892) et Pareto (1909), et il faut attendre l'économie néo-classique contemporaine pour que le marginalisme soit proprement systématisé : l'effort collectif n'aura pas réclamé moins d'un siècle, ce qui surprend les historiens des sciences, accoutumés qu'ils sont au rythme plus vigoureux de la physique. Que l'on songe à la mécanique quantique et à la théorie de la relativité, qui ont trouvé leur assiette au bout de quelques décennies seulement.

On peut isoler dans le marginalisme quatre idées directrices, dont les trois premières, mais non la quatrième, mobilisent le concept technique de *marge* (qui signifie la dernière unité produite, consommée ou distribuée). La première de ces idées, que Marshall illustre le mieux, traduit la continuité des théories économiques à travers le temps : le marginalisme transforme la loi classique des rendements décroissants, d'une part en la faisant porter sur la dernière unité plutôt que sur la moyenne, d'autre part et surtout, en l'étendant du contexte agricole initial à toute espèce de production. En regard de la loi des rendements marginaux décroissants, l'école installe, cette fois construite de toutes pièces, une loi des utilités marginales décroissantes. Par là, elle explique la demande, dont les économistes précédents, et même Cournot, n'avaient presque rien dit – c'est le deuxième apport du marginalisme. Après avoir établi l'équation des échanges – le rapport d'échange entre deux marchandises est égal au rapport des satisfactions marginales fournies par les quantités échangées –, Jevons résout le fameux « paradoxe de la valeur », dans lequel les classiques et Marx s'étaient embourbés. Comment le diamant qui ne présente pas d'utilité apparente peut-il valoir plus que l'eau, qui est nécessaire à la vie ? L'équation des échanges, combinée à la propriété des utilités marginales décroissantes, fournit une réponse : c'est la faible quantité de diamants par rapport à la quantité d'eau disponible qui explique la différence de leurs prix. D'où il résulte que l'utilité, au sens vulgaire du mot, ne fait pas le tout de la valeur économique : il faut compter avec ce que Walras nomme la rareté. Suivant la troisième idée directrice, les quantités distribuées, tout comme les quantités vendues ou achetées, s'expliqueraient par le raisonnement à la marge. Walras substitue le concept de *facteur de production* aux catégories descriptives des classiques – travail, capital et terre – mais il faut attendre des auteurs plus tardifs, Wicksteed et Clark, pour que la théorie marginaliste de la répartition prenne son essor.

Elle repose sur une affirmation qui décalque l'équation des échanges : la rémunération marginale des facteurs est égale à leur productivité marginale. Au demeurant, le marginalisme ne s'imposera jamais en matière de répartition comme il s'était imposé en matière de demande et de production. Le principe de la rémunération à la marge reste une pomme de discorde parmi les économistes du XX^e s., quand bien même ils s'accommoderaient des deux idées précédentes, que les modèles optimisateurs ont raffinées mathématiquement. *Last but not least*, les concepts de marge ne faisaient pas le tout du marginalisme : celui d'équilibre n'importe pas moins à Walras, Marshall et Pareto. Les trois économistes imposent l'égalité globale des offres et des demandes aux agents multiples et indépendants qui forment ces offres et ces demandes. Par un geste théorique digne de l'œuf de Colomb, ils instaurent la première représentation systématique des économies de marché. Les classiques possédaient le concept d'équilibre. S'ils n'en avaient rien tiré d'important, c'est qu'ils n'insistaient pas sur la dissimilarité des individus et qu'ils ne parvenaient pas à décrire les demandes aussi précisément que les offres. Le même concept donne l'équilibre général chez Walras et Pareto, et l'équilibre partiel chez Marshall, suivant qu'il s'applique à l'économie entière ou à l'un de ses marchés particuliers, abstraction faite de ses relations avec les autres.

En poursuivant ces quatre idées directrices, les marginalistes construisirent des théories qui se conforment à l'objectif déjà fixé par les classiques : multiplier les déductions en s'aidant d'un lot restreint de prémisses générales. Le maintien du canon s'accompagne de perceptibles différences dans l'exécution. La réduction des prémisses apparaît finalement moindre que dans l'économie ricardienne. L'organisation hiérarchique des énoncés généraux ressort mieux, du moins chez Walras et Marshall, qui, pour la première fois, déduisent la loi de la demande (les quantités demandées diminuent quand les prix augmentent) au lieu de la prendre comme une donnée. Cette loi constitue le modèle, bientôt reproduit plus subtilement, des régularités que les économistes placent au niveau intermédiaire : elle sert d'explication commune tout en étant elle-même expliquée (à ce stade, par l'équation des échanges). Enfin, si l'on excepte Menger et les Autrichiens, l'appareil mathématique des économistes se développe. Il comporte désormais le calcul des dérivées, qui formalisent une notion de marge continue, et les opérations élémentaires sur les systèmes d'équations algébriques, par quoi se retraduit la notion complémentaire d'équilibre.

Si l'on reprend les quatre idées directrices, il apparaît que deux d'entre elles se cristallisent dans des énoncés, les deux lois marginalistes, mais qu'une autre se donne sous la forme d'une recommandation métathéorique : les énoncés qui emploient le concept d'équilibre ne sont pas fixés au départ. Comme l'analyse marginaliste de la répartition ne délimite pas tous ses moyens à l'avance, l'idée restante flotte entre les

deux genres. Le concept archaïque de principe s'applique encore aux deux lois marginalistes : on les prétend vraies, reconnues comme telles, quoique d'une évidence non immédiate, premières enfin dans l'ordre objectif du savoir. L'ordre en question est toujours défini par référence à la richesse et sa triple modalité – production, consommation, répartition. Mais le découpage matériel de l'objet cessera bientôt de satisfaire les économistes, et de même, ils prendront des libertés avec les lois marginalistes, par exemple en admettant que certaines firmes produisent avec des rendements croissants. Ils concevront finalement le marginalisme – et la théorie néo-classique à sa suite – comme un jeu d'inventions, qui, tout en respectant des règles, ne procède plus d'une liste de propositions premières. Il en est ainsi, déjà, chez J. Robinson (1933), qui traite les égalités marginales comme des « outils » ou des « recettes », et chez Robbins (1935), qui redéfinit la discipline entière par un principe purement méthodologique d'optimisation sous contraintes. L'idéal déductif va subsister jusqu'à nous, mais entre temps, la notion d'hypothèse aura chassé celle de principe ; les transitions décisives s'effectuent avec Hicks, Samuelson, Friedman et Koopmans. Au terme du processus, on ne saura plus très bien si les hypothèses sont factuelles, voire testables, ou si elles servent uniquement de point de départ conventionnel au raisonnement.

La branche autrichienne du marginalisme s'est singularisée par un attachement persistant à l'épistémologie antérieure. La théorie de Menger mobilise un concept assez flottant d'essence (*Wesen*), qui signifie à la fois l'identité stable des choses, la cause de leur existence, la source de leur intelligibilité. C'est en remontant à la nature ultime de l'échange, de la production et de la monnaie que l'Autrichien prétend découvrir les lois qui les régissent. Il obtient des « lois exactes » que les données empiriques ne confirment ni n'infirment ; car les phénomènes observables résultent aussi d'accidents, et la comparaison de ces phénomènes avec les lois servirait uniquement à manifester en quoi ils s'éloignent des essences. Menger incarne la branche rationaliste, précédemment annoncée, de la conception aristotélicienne de la « démonstration ». L'un de ses successeurs, von Mises (1933), abandonnera les « lois exactes » censément inscrites dans la nature des choses ; il parlera de « propositions a priori » qui s'imposeraient avec l'évidence des vérités logico-mathématiques. Von Mises déporte l'origine de la certitude vers le sujet, et sa perspective est indiscutablement plus moderne que celle de Menger ; elle continue d'ailleurs à solliciter les commentateurs d'aujourd'hui. Il reste qu'à un certain niveau de généralité, l'école autrichienne s'unifie. D'une part, elle continue à raisonner en termes de propositions premières ; d'autre part, ces propositions, elle les fonde sur les pouvoirs de la raison, et non pas sur les leçons de l'expérience. À l'opposé de ce courant, les marginalistes britanniques, Jevons, Edgeworth, Marshall, perpétuaient le point de vue rigoureusement empiriste des ricardiens. Ils se réclamaient de l'épistémologie de

Mill tout en rejetant son économie politique, jugée dépassée. C'est dans cette autre famille intellectuelle que la conception récente, tournée vers l'heuristique et ses préceptes, s'imposera par transformations progressives.

Décidément séduits par les images de rupture, les historiens évoquent volontiers la « révolution keynésienne » qui aurait suivi la parution, en 1936, de *The General Theory of Employment, Money and Interest*. Des convictions politiques et historiques animent l'œuvre de Keynes, comme, autrefois, celles de Ricardo, Marx, Walras et Pareto. L'économie de marché laissée à elle-même tend à maintenir au chômage une partie des travailleurs disponibles ; seule une intervention de l'État, par des canaux monétaires et, de préférence, budgétaires, peut réussir à la mener au plein-emploi des ressources ; ainsi, la Grande Dépression ne se résorbera ni par un surcroît de libéralisme, comme le recommandent les doctrinaires, ni par l'abandon au cycle naturel, comme le croient les fatalistes. En dépit de ce qu'on a pu dire, les positions de Keynes étaient répandues chez d'autres observateurs de l'époque. Son talent est d'avoir su les transmuier en affirmations théoriques ; il évoque en cela Ricardo, qui, seul parmi les défenseurs du libre-échange, parvint à relier ses convictions intimes à la dynamique abstraite du capitalisme. C'est grâce au concept nouveau d'équilibre de sous-emploi que l'interventionnisme trouve à se fonder dans l'économie savante.

Les raisonnements dont s'autorisent les libéraux prévoient qu'un choc extérieur subi par l'économie – par exemple un déplacement brutal de la demande comme à l'époque de la Grande Crise – sera finalement suivi d'un retour à l'équilibre sur l'ensemble des marchés. Ils supposent que les prix puissent varier à la hausse ou à la baisse d'une manière qui signale les raretés ; alors, sous un effet d'incitation, les ressources se déplacent d'un marché à l'autre jusqu'à s'employer pleinement. Quand on les précise tant soit peu, ces raisonnements ont besoin d'hypothèses discutables sur le sens et la vitesse des ajustements. On trouve donc aisément des raisons de rejeter la conclusion libérale, mais il semble que le rejet doive se produire en bloc, alors que Keynes adopte une attitude intermédiaire : il admet que les marchés se réajustent à l'exception de celui du travail. Voilà pourquoi la *Théorie générale* a séduit les économistes tout en les jetant dans l'embarras. Avec des références marshalliennes et non pas walrassiennes, sans recourir jamais aux mathématiques, le livre met en place un schéma de l'économie nationale fermée, dont devrait se déduire, si les objectifs étaient tenus, la possibilité du chômage à l'équilibre. En exploitant le mécanisme du multiplicateur, Keynes se libère de l'idée que l'investissement et l'épargne s'équilibrent comme les deux côtés d'un marché : leur égalité est en fait toujours réalisée à la fin de la période ; l'investissement crée l'épargne qui le finance après coup. Keynes introduit la monnaie dans son modèle en faisant, cette fois, comme s'il en existait un marché : l'offre est fixée par la Banque centrale, la demande

dépend, parmi d'autres variables, du revenu national. Les travaux de la « synthèse néo-classique » – par Hicks, Modigliani, Patinkin – ont établi que ce modèle keynésien n'engendrait le chômage que si les salaires étaient rigidement fixés. Une fois l'hypothèse explicitée, la théorie keynésienne devient banale et ses implications politiques changent : si l'on veut lutter contre le chômage, il faut agir sur le coût du travail, au lieu d'augmenter la dépense publique ou la quantité de monnaie. D'autres économistes ont repris le flambeau keynésien ; ils ont montré comment les déséquilibres, au sens concret des écarts constatés entre l'offre et la demande, pouvaient se renforcer d'un marché à l'autre et former une configuration stationnaire, donc un équilibre dans un sens plus abstrait de ce terme. De pareils travaux préservent les intentions, sinon la lettre, de la *Théorie générale*.

Plutôt qu'au mystérieux concept d'équilibre de sous-emploi, l'importance de Keynes tient au genre de théorisation que lui-même et ses successeurs néo-classiques ont instaurée. C'est à juste titre qu'on leur attribue la naissance de la macro-économie comme sous-discipline distincte. Dans l'après-guerre, l'habitude s'est prise de la distinguer par les particularités suivantes. Elle s'occupe exclusivement d'agrégats : revenu national, emploi, investissement, épargne, consommation, dépense publique, masse monétaire, etc. Pour étudier les agrégats, elle tient compte des identités comptables qui les relient – par exemple, celle du revenu national avec le produit total – ainsi que de relations de comportement qu'elle définit spécialement – par exemple, l'offre de travail, les fonctions d'investissement ou de consommation. Ces relations, qui présupposent qu'on ait regroupé les agents et les quantités de manière cohérente, donnent lieu à des marchés fictifs – typiquement, ceux des biens, de la monnaie, du travail et des titres – dont la macro-économie analyse les interactions ; elle s'aide pour cela de différents concepts d'équilibre. Enfin, elle instaure une catégorie spéciale d'agents, représentant l'État ou ses administrations, et l'un des buts derniers de son travail consiste à mesurer l'influence de ces agents sur les agrégats, sachant qu'elle transitera par le jeu des marchés interdépendants. Toujours valable aujourd'hui, ce schéma général a dominé non seulement l'école keynésienne, mais les écoles monétaristes qui sont entrées en conflit avec elle, sous l'autorité de Friedman dans les années 1950 et 1960, puis de Lucas à partir des années 1970. Le schéma dirige d'autres constructions, en théorie de la croissance par exemple, qui échappent à la dichotomie du keynésianisme et du monétarisme.

Suivant la distinction routinière, la micro-économie s'oppose à la macro-économie parce qu'elle s'occupe d'agents et de quantités économiques individualisées, et comme elle s'interroge sur l'allocation de ces quantités entre ces agents, elle fait monter au premier plan les prix relatifs, que la définition des agrégats force à négliger. La théorie micro-économique par excellence est celle de l'équilibre général, héritée de Walras et de Pareto, mais développée plus systématiquement que la

leur en s'aidant d'outils mathématiques dont ils ne disposaient pas, comme l'analyse convexe et la topologie. L'un des premiers résultats de la théorie est, suivant Debreu (*Theory of Value*, 1957), qu'elle « explique les prix de toutes les marchandises et les comportements des agents », c'est-à-dire leurs offres et leurs demandes ; les préférences des consommateurs et les ensembles de production jouent le rôle de concepts explicatifs. Le résultat prend la forme technique d'un théorème d'existence : sous des conditions qui évoquent les lois marginalistes anciennes, il existe un équilibre général de l'économie, c'est-à-dire un système de prix et d'allocations qui réalise la maximisation simultanée des objectifs individuels (préférences pour les consommateurs, profits pour les producteurs) et qui égalise les offres et les demandes sur chaque marché. Par lui-même, un théorème d'existence ne fait qu'établir la possibilité matérielle de l'équilibre général ; pour conclure à sa réalisation, il faudrait disposer de théorèmes d'unicité et de stabilité que la théorie n'est pas parvenue à établir. Si, donc, la démonstration procure une explication, ainsi que Debreu le prétend, ce ne peut être au sens ordinairement conféré à ce terme par la philosophie des sciences. Deux résultats supplémentaires, à certains égards plus frappants, permettent d'apprécier l'allocation qu'effectue l'équilibre général. On démontre qu'elle est optimale, en ce sens que nul agent ne pourrait voir s'accroître la réalisation de son objectif sans que diminue celle d'un autre agent, et l'on démontre, encore plus remarquablement, que toute allocation qui est optimale au dernier sens peut s'obtenir comme un équilibre général de l'économie (moyennant une redistribution adaptée des ressources initiales). Ces deux théorèmes d'optimalité manifestent la composante évaluative de la théorie, qu'un autre de ses représentants, Arrow, choisit de mettre en valeur comme Debreu l'a fait pour sa composante explicative. Si la théorie s'apparente finalement à une science, ce ne peut être que suivant un concept qui fasse droit à l'idée – problématique – de ce que Husserl et d'autres philosophes nomment la « science normative ». Les analogies seront à chercher du côté de l'éthique et de la logique formelles, et non plus de la physique.

En tirant dans le sens marshallien de l'équilibre partiel, la micro-économie a produit des constructions moins abstraites que celles de l'équilibre général, mais qui restent toujours fermement situées dans l'ordre théorique. Reprise de fond en comble par Hicks (1939) et Samuelson (1947), la théorie du consommateur qu'on enseigne aujourd'hui comporte une loi de la demande modifiée, qui tient compte de certaines inversions paradoxales (la demande croissant quelquefois avec le prix). La loi figure dans un groupe de propriétés qui ont l'intérêt décisif d'être observables en principe, parce qu'elles portent uniquement sur les prix, les revenus et les quantités physiques demandées. Non seulement ces propriétés se déduisent de la maximisation des préférences sous la contrainte de budget, mais prises ensemble, elles s'avèrent équivalentes à cette hypothèse. En démontrant une équivalence

mathématique nullement triviale et, d'ailleurs, longuement recherchée, les économistes pensent avoir atteint l'un des résultats importants de leur discipline. Il leur importait de circonscrire le contenu observable de la théorie du consommateur parce qu'ils sauraient ainsi comment la tester et, peut-être, la confirmer. Pour éclaircir un tel raisonnement métathéorique, il faudrait examiner leurs conceptions particulières du testable dans sa liaison avec l'observable, et de la confirmation dans sa liaison avec le test. L'examen révélerait un écart significatif avec les vulgates néo-positiviste et poppérienne, sur lesquelles on a d'abord tenté de rabattre les orientations des micro-économistes. La théorie de l'entreprise, que les traités présentent après celle du consommateur avant de les englober toutes deux dans le grand édifice de l'équilibre général, est encore plus décalée des indications courantes sur le test ; et l'on peut en dire autant des recherches, pour l'instant moins bien fixées, qui se poursuivent depuis trente ans sous l'intitulé de la « micro-économie de l'information ».

Les travaux lancés par Hicks et Samuelson dans les années 1930 et 1940, qui ont permis les synthèses d'aujourd'hui – micro-économiques aussi bien que macro-économiques – ne se réclamaient plus du marginalisme, mais du *néo-classicisme*. Ce glissement recèle plusieurs significations éclairantes. Il fait tout d'abord sentir que les égalités marginales ont changé de statut au sein de l'économie théorique. De fait, elles ont disparu au profit des programmes d'optimisation sous contraintes, dont elles forment seulement les conditions du premier ordre. Celles du second ordre, que les marginalistes tenaient confusément pour acquises en s'appuyant sur les lois de décroissance, demandent à être vérifiées non moins que les autres. Encore cette réinterprétation des égalités marginales, vues comme une réponse partielle à un problème abstrait d'optimisation, suppose-t-elle que la fonction-objectif de l'agent soit différentiable ; or les économistes s'affranchissent de plus en plus souvent de cette restriction mathématique insatisfaisante. Les théories néo-classiques débordent le marginalisme également par leur analyse de l'équilibre. L'égalité des offres et des demandes apparaît désormais comme la conséquence occasionnelle, suivant la représentation choisie du marché, d'une idée plus abstraite de point stationnaire : une fois réalisée, la configuration d'équilibre se répète à l'identique. On a signalé plus haut la dissociation conceptuelle sous son angle macro-économique et keynésien. Ainsi doté d'une extension qui le rapproche et l'éloigne à la fois des concepts homonymes pratiqués en physique, l'équilibre s'est enrichi de variations subtiles ; certaines font intervenir la validation des croyances, ou, si le temps s'introduit, des anticipations ; d'autres intègrent le point de vue stratégique des agents, c'est-à-dire, techniquement, les apports de la théorie des jeux. Mais le glissement de « marginaliste » à « néo-classique » ne se comprend pas seulement par des considérations négatives ; il traduit positivement le fait que le point de vue classique a

retrouvé une place dans l'économie contemporaine. De fait, celle-ci reprend certaines préoccupations des ricardiens, que les marginalistes avaient fini par occulter : la croissance et les cycles, en liaison avec les mouvements du progrès technique et de la population ; la répartition du revenu entre les catégories sociales et son interaction avec la dynamique capitaliste ; les avantages et les inconvénients du commerce extérieur ; l'union du politique et l'économique sous la bannière des groupes d'intérêt ou des mouvements de réforme.

- BÉRAUD A. & FACCARELLO G. (dir.), *Nouvelle histoire de la pensée économique*, La Découverte, t. 1, 1992, t. 2 et 3, 2000.
 – COLLISON A. D., BLACK R. D., COATS A. W. & GOODWIN C. D. W. (dir.), *The Marginal Revolution in Economics*, Duke University Press, 1973. – GRANGER G., *Méthodologie économique*, PUF, 1955. – HAUSMAN D., *The Inexact and Separate Science of Economics and Essays on Philosophy and Economic Methodology*, Cambridge Univ. Press, 1992. – JORLAND G., *Les paradoxes du capital*, Odile Jacob, 1995. – MARCHI N. DE (dir.), *The Poppertian Legacy in Economics*, Cambridge Univ. Press, 1988. – MONGIN P., *Epistémologie économique*, PUF, à paraître. – O'BRIEN D. P., *The Classical Political Economists*, Oxford Univ. Press, 1975. – ROSENBERG A., *Microeconomic Laws*, Univ. of Pittsburgh Press, 1975 ; *Economics – Mathematical Politics or Science of Diminishing Returns ?*, Univ. of Chicago Press, 1992. – SCREPANTI E. & ZAMAGNI S., *An Outline of the History of the Economic Thought*, Clarendon, 1993. – VROEY M. DE, *Involuntary Unemployment*, Routledge, 2004.

Philippe MONGIN

→ Évolutionnisme ; Travail.

EINSTEIN Albert, 1879-1955

« Ce qui du point de vue physique est réel... est constitué de coïncidences spatio-temporelles. Et rien d'autre » (lettre à Ehrenfest du 26 décembre 1915). Cette citation d'Einstein, si elle n'est pas la plus connue, est en tout cas celle qui résume le mieux sa vie scientifique marquée par la recherche de ce qui est objectif, donc indépendant de l'observateur.

On sait qu'Einstein s'est fait connaître en publiant en 1905 (à 26 ans) cinq articles qui tous ont bouleversé la physique. Les plus importants sont : le premier, sur la quantification du rayonnement, qui est à l'origine de la théorie quantique ; l'article fondateur de la relativité restreinte qui unifie, sous la bannière du principe de relativité, la mécanique et l'électromagnétisme de Maxwell, article suivi d'un post-scriptum où est démontrée l'équivalence de la masse et de l'énergie ($E = mc^2$). Au fondement de ces trois articles se trouve l'idée de l'unification des lois de la physique qui sont toutes soumises au principe de relativité (stipulant qu'il existe des points de vue équivalents sur le monde, donc une description objective de la réalité). C'est en poursuivant et élargissant cette idée (relativité générale) qu'Einstein en est venu à la conclusion que seules sont réelles, indépendantes de l'observateur, les coïncidences dans un espace à quatre dimensions (espace et

temps). C'est cette idée de l'objectivité qui l'a conduit à refuser catégoriquement la théorie quantique probabiliste.

- *The Collected Papers*, Princeton Univ. Press (USA), en cours. – (Œuvres choisies traduites en français, Paris, Le Seuil/CNRS, 1989.

- PAIS A., *Subtle is the Lord*, Oxford Univ. Press (USA), 1982.

Françoise BALIBAR

→ Big bang ; Champ ; Complémentarité ; Constantes physiques ; Controverse Bohr-Einstein ; Corps noir ; Corpuscule ; Déterminisme ; Élémentarité ; Équivalence (Principe d') ; Espace ; la critique de Mach ; Espace-temps ; Éther ; Expansion de l'univers ; Gravitation ; Indiscernabilité ; Lumière ; Masse ; Matière [PHYSIQUE] ; Maxwell ; Mécanique quantique et relativité (Compatibilité entre) ; Michelson ; Mouvement ; Objectivité ; Principe anthropique ; Quantique ; Relativité ; Temps ; Thématas ; Trou noir ; Univers ; Virtuel.

ÉLECTROCHIMIE

Comment expliquer que les atomes soient liés entre eux ? Au début du XVIII^e s., la plupart des hommes de science convenaient que la matière est composée d'atomes, corpuscules ou particules dont il fallait bien admettre qu'ils s'accrochaient les uns aux autres. Newton ne partageait pas cette façon de voir qui pour lui ne réglait en rien le problème. Persuadé que des forces d'attraction puissantes s'exerçaient au niveau atomique, il estimait que la science devait s'attacher à les analyser. Mais alors que ses successeurs espéraient qu'un Newton de la chimie sortirait de leurs rangs, Lavoisier délaissa cette question qui à ses yeux relevait de la métaphysique.

Avec Benjamin Franklin, la physique expérimentale trouva dans l'électricité un de ses objets de prédilection et il devint à la mode d'envoyer des décharges électriques dans les corps, vivants ou morts. En 1791, Luigi Galvani publia à Bologne le compte rendu des expériences auxquelles il s'était livré sur les pattes de grenouille et qui l'amenaient à inférer la présence, chez les animaux, d'un déséquilibre électrique entre nerfs et muscles. Alessandro Volta, lui, restait convaincu que la matière animale réagissait simplement à la présence d'électricité produite par contact entre métaux différents ; en 1800, il adressa à la Royal Society de Londres un article en français où il décrivait la pile qu'il avait confectionnée en superposant des disques d'argent et de zinc séparés les uns des autres par du carton imbibé d'eau. Ce dispositif générait de l'électricité de façon continue.

En reprenant ses expériences et en les intégrant à leurs procédures de validation, William Nicholson et Anthony Carlisle découvrirent que lorsqu'ils fixaient un fil métallique à chaque extrémité de la pile et le plongeaient dans de l'eau ils obtenaient de l'hydrogène à un bout et de l'oxygène à l'autre, dans un rapport de deux pour un par volume. Répétée un peu partout en Europe, l'expérience convainquit la majorité

des chimistes que la présence d'électricité dans la pile était due à une réaction chimique et pas au seul contact entre les métaux, théorie dérangeante puisqu'elle postulait que quelque chose pût être produit à partir de rien.

Au demeurant, les effets de cette réaction étaient manifestement complexes puisqu'on observait des acides et des bases aux deux pôles. En 1806, Humphry Davy, membre de l'Institut royal des sciences, trouva enfin le temps de se pencher sur le problème. Persuadé que l'affinité chimique était simplement de nature électrique, il conduisit ses expériences jusqu'à obtenir le résultat qu'il souhaitait. La pile fabriquée sur ses instructions en agathe, en argent et en or lui permit d'abord de démontrer que les acides et les sels sont le produit de réactions secondaires avec de l'azote dissous, l'eau étant en fait décomposée par le courant électrique. L'année suivante, il utilisa un gigantesque accumulateur pour analyser de la potasse fondue dont il arriva à extraire l'extraordinaire substance du potassium qu'il comparait à l'eau régale, le solvant des alchimistes, puisque comme elle il flottait sur l'eau et s'enflammait brusquement en se décomposant ; Davy ne doutait cependant pas d'avoir affaire à un métal. La poursuite de ses travaux exigeait un accumulateur plus puissant, il lança un appel patriotique afin de réunir la somme nécessaire et continua à isoler d'autres métaux. Le prix de l'Académie des sciences de Paris vint récompenser ses travaux et, en 1813, il se rendit en France en compagnie de son assistant, Michael Faraday.

Davy privilégiait l'analyse qualitative et il laissa à Faraday (qui lui succéda à sa mort, en 1829) le soin de quantifier les lois de l'électrolyse ; notamment en établissant, en 1834, que le poids des différents métaux déposés par une même quantité d'électricité est proportionnel à leurs « équivalents électrochimiques ». Mais étant donné les incertitudes qui jusqu'en 1860 entourèrent la notion de poids (ou masse) atomique, cette précision n'apporta pas les résultats escomptés et Faraday se tourna vers l'électromagnétisme ; l'électrolyse servit néanmoins à extraire des métaux réfractaires, tel l'aluminium. Faraday apporta par ailleurs la preuve irrefutable que le courant galvanique d'une pile était en tout point identique à l'électricité produite par une machine à frottements, car l'intensité était plus forte et la différence de potentiel moindre.

Jacob Berzelius, qui travaillait en Suède indépendamment de Davy, aboutit en même temps que lui à une théorie et des expérimentations du même ordre. Mais c'était un chercheur beaucoup plus systématique, et un analyste patient : sa théorie sur le dualisme des combinaisons chimiques devait avoir une portée considérable. Elle pose que chaque élément se caractérise par un état électrique défini et que les combinaisons chimiques correspondent à la réunion de particules ou de groupes de particules de charge opposée. Berzelius distribuait les éléments selon un ordre linéaire de façon à constituer des séries électrochimiques : du potassium, le plus fortement positif, à l'oxygène. Il écrivait

ses formules en deux parties, positive et négative ; et considérait que seuls les atomes de charge identique pouvaient se substituer les uns aux autres lors des réactions. Les atomes ou groupe d'atomes dotés d'une charge élevée (positive ou négative) déplaçaient ceux dont la charge était moindre. En 1834, toutefois, J.-B. Dumas démontra que le chlore (négatif) pouvait se substituer à l'hydrogène (positif) sans altération notable des propriétés ; cette découverte et l'essor de la chimie organique finirent par avoir raison du dualisme de Berzelius, qui fut abandonné après des polémiques mémorables. En 1875, Antoine Becquerel, le premier représentant d'une célèbre dynastie, n'en publia pas moins une importante étude sur les forces électrochimiques où il résumait ses travaux en les rattachant de façon privilégiée à la minéralogie.

Pour tenter de décrire l'électrolyse, Theodor Grotthus la comparait, en 1805, à un mécanisme en chaîne un peu semblable à une danse dans laquelle les atomes changeraient de partenaires, de telle sorte qu'au final les atomes d'hydrogène se retrouvent à un bout et les atomes d'oxygène à l'autre. Après avoir pris l'avis d'un érudit, William Whewell, Faraday choisit d'appeler « ions » les éléments électriquement chargés des molécules ; dans les années 1850, J.W. Hittorf substitua à la description de Grotthus un modèle où les ions se déplaçaient à différentes vitesses et, en 1874, il démontra que le degré de conductivité des solutions diluées correspondait à la somme des valeurs des deux types d'ions. Ce point qui à l'époque parut sans doute secondaire à bien des chimistes a pourtant permis à la chimie physique de se constituer en champ disciplinaire à part entière. Il faudrait à cet égard évoquer l'intérêt de Lavoisier pour la chimie expérimentale, ou celui de Davy et d'un certain nombre de ses contemporains et successeurs pour les forces et ce que nous regroupons aujourd'hui sous le nom d'énergie ; c'est bien de chimie physique qu'ils s'occupaient, mais cette branche de la science n'avait alors ni spécialistes ni revues. En somme, la théorie électrochimique trouvait des applications en chimie minérale mais semblait inappropriée à la chimie organique, qui porte sur l'étude du carbone et de ses composés. En 1860, le congrès de Karlsruhe permit d'arriver à un accord sur les poids atomiques et l'écriture des formules ; l'existence des atomes chimiques n'était à peu près plus contestée, si ce n'est par le grand chimiste français que fut Marcellin Berthelot. Quant à savoir ce qui les liait entre eux (et comment ils se dissociaient), le problème restait entier.

J.H. Van't Hoff, un des fondateurs de la chimie physique, étudia très classiquement le phénomène de la diffusion d'un solvant passant d'une solution très concentrée à une solution plus diluée au travers d'une membrane ; ce processus est très important chez les organismes vivants. Une fois ses mesures effectuées, Van't Hoff s'aperçut que les substances polaires, le sel ordinaire par exemple, donnaient des résultats aberrants. En reprenant ces expériences, Svante Arrhenius