

Qu'est-ce qui représente quoi ? Réflexions sur la nature et le rôle des modèles en économie*

par

Pierre Salmon

Université de Bourgogne
Laboratoire d'Economie et de Gestion UMR CNRS 5118
pierresalmon@compuserve.com

Résumé

Les modèles ont joué un rôle central dans la science économique depuis ses origines. Depuis quelques années, la réflexion philosophique s'intéresse à eux d'une façon qui reconnaît leur importance et répond mieux aux préoccupations méthodologiques des économistes. La principale de ces préoccupations est la relation entre modèles et réalité. Mais le parti adopté ici est de n'aborder cette relation que dans un deuxième temps. L'analyse part d'une caractéristique des modèles, indépendante de cette relation, qui est de constituer des entités non-linguistique - de petites économies en général. Dans le langage courant, cependant, le mot "modèle" est plutôt réservé à un ensemble d'énoncés formels, c'est-à-dire à quelque chose dont la nature est linguistique. On considèrera alors ces modèles du deuxième type comme étant une façon (parmi d'autres) de décrire ou de caractériser (de façon incomplète) les modèles proprement dit, lesquels restent de nature non-linguistique. Par commodité, on appellera "modèles décrits" ces derniers et "modèles descripteurs" les modèles formels. Les seconds représentent en un sens les premiers, le monde réel n'étant pas concerné à ce stade. Dans la deuxième partie du texte, est défendue l'idée que le lien d'un modèle avec la réalité est une relation entre quelque chose *dans* le modèle (décrit) et quelque chose *dans* la réalité. Par exemple, un processus ou un mécanisme intervenant (parmi d'autres) dans la réalité sera représenté (sans isomorphisme) par un processus ou un mécanisme actif dans le modèle (décrit). Sont abordés également, de façon succincte, les problèmes de l'évaluation des assertions relatives aux modèles et les déterminants ontologiques et pragmatiques du rôle qui leur est attribué en économie.

Nomenclature JEL: B4

Mots-clés: modèles économiques, mécanismes, représentation, méthodologie, conception sémantique, ontologie, pragmatique.

* Les idées développées dans ce texte ont fait l'objet d'une présentation orale en septembre 2003 à La Baume les Aix dans le cadre de l'Ecole Thématique du CNRS en Philosophie Economique. Sans prétendre leur faire partager la moindre responsabilité, je remercie vivement pour leurs commentaires les participants qui sont intervenus à la suite de cette présentation.

I. Introduction

D'avantage encore que dans la plupart des autres sciences, les modèles jouent un rôle central dans l'analyse économique. La philosophie des sciences a longtemps été de peu de secours pour comprendre leur nature et expliquer l'omniprésence de leur emploi dans cette discipline. Les choses ont changé. Depuis quelques années, la réflexion philosophique s'intéresse aux modèles d'une façon qui reconnaît leur légitimité et leur importance. Cet infléchissement, qui en accompagne d'autres, ouvre la perspective d'une philosophie des sciences mieux à même que par le passé de répondre aux préoccupations méthodologiques des économistes. Beaucoup de travail reste à faire, cependant, pour élucider de façon convaincante la nature et le rôle des modèles, ce qui autorise des spéculations un peu risquées comme celle à laquelle nous nous livrons ici.

Les modèles économiques sont très divers dans leur nature et leur finalité. On s'intéressera uniquement aux modèles dits théoriques. Mais les modèles appartenant à ce sous-ensemble sont eux-mêmes appréhendés de façon différente selon les auteurs et les systèmes philosophiques auxquels ils se rattachent. On écartera d'emblée le sens proposé par la philosophie analytique: les théories étant définies comme des systèmes formels, les modèles seraient leurs interprétations. Cette conception garde un intérêt dans certains contextes philosophiques mais est peu éclairante pour l'économiste.

Deux caractéristiques sont généralement attribuées aux modèles théoriques. La première les lie à la formalisation ou, plus précisément, aux mathématiques. Les modèles seraient ainsi des ensembles de relations mathématiques entre des variables non-mathématiques. Ce sens est très répandu. Il influence d'ailleurs l'interprétation qui sera présentée plus loin. Néanmoins, faire de la formalisation un attribut nécessaire de la modélisation est à notre avis une erreur. Elle conduit à considérer, comme le font entre autres Margaret Morrison et Mary Morgan (1999, p. 6), que, "à part quelques exemples isolés dans les siècles précédents, la modélisation économique a émergé dans les années trente et est devenue la méthode standard seulement dans les années cinquante". On estimera au contraire que la modélisation est au cœur de la démarche suivie par la science économique (et, avant elle, par "l'économie politique") depuis ses origines au 18^{ème} siècle. Il ne s'agit pas ici de recenser quelques tentatives à leur époque isolées, comme celles de Quesnay, Cournot, Jevons ou Walras, mais de considérer comme fondées sur une modélisation plus ou moins implicite les analyses théoriques, centrales dans la discipline, développées "en langage littéraire" par Smith, Say, Malthus, Ricardo, Marx, Menger ou Marshall. On ajoutera Keynes, dont non seulement la pratique est semblable à celle des auteurs précédents, mais qui se montre conscient de la nature de la démarche lorsqu'il écrit dans une lettre datée de 1938: «l'économie est une science consistant à penser en termes de modèles alliée à l'art de choisir les modèles qui sont pertinents par rapport au monde contemporain» (Keynes 1938, pp. 296-97).

Supposer que la modélisation est devenue une caractéristique centrale de la science économique seulement dans les années trente ou cinquante, c'est supposer par là même que les épineux problèmes méthodologiques et épistémologiques que soulève cette caractéristique

n'apparaissent également que dans les années trente ou cinquante. Or rien n'était l'idée d'une coupure ayant cette origine dans la problématique de la discipline. Les critiques qui sont adressées à cette dernière aujourd'hui sont souvent les mêmes que celles dont elle faisait déjà l'objet il y a un ou deux siècles (Mingat *et al.* 1985). La mathématisation n'est pas sans importance mais, d'un point de vue méthodologique ou épistémologique, elle a introduit une différence de degré et non de nature dans l'acuité des problèmes posés. Si on veut trouver une solution de continuité, une coupure, dans la problématique de la discipline, il faut la chercher du côté du rapport avec l'observation, transformé d'abord par l'économétrie puis, s'il n'est pas encore trop tôt pour l'affirmer, par l'expérimentation.

Faire de la forme mathématique une caractéristique nécessaire des modèles peut être critiqué également sur un autre plan. Dans ce qui apparaît comme un modèle purement mathématique, les équations ne se suffisent pas à elles-mêmes. À côté ou en arrière-plan du formalisme, des suppositions explicites ou non sur des objets non-mathématiques sont nécessaires. On reviendra dans la section suivante sur cette incomplétude.

La deuxième caractéristique prêtée unanimement ou presque aux modèles théoriques est de représenter quelque chose dans la réalité. Pour R.I.G. Hughes (1997, p. S325), "la caractéristique - peut-être la seule caractéristique - que tous les modèles théoriques ont en commun est de fournir des représentations de parties du monde, ou du monde tel que nous le décrivons". Il est vrai que la fonction ou le rôle de représentation de la réalité ou d'un de ses aspects est considéré en général comme définissant le concept de modèle. Il est d'ailleurs naturel qu'il en soit ainsi, ne serait-ce que parce que cela correspond à ce que suggère le mot dans le langage courant. Néanmoins, mettre l'accent sur la représentation comme point de départ de toute réflexion sur les modèles comporte des inconvénients qu'il est important pour notre propos de souligner.

En s'inspirant d'une distinction proposée par Uskali Mäki (2005, p. 304), observons que la représentation de A par B signifie en pratique deux choses différentes. D'une part, la représentation proprement dite. Elle est acquise dès lors qu'on donne à B le rôle de représenter A.¹ D'autre part, une relation de ressemblance ou de similitude entre B, qu'on interprétera ici comme un modèle, et A, qu'on interprétera ici comme son objet. Il peut s'agir d'un véritable isomorphisme. Mais, comme le précisent Mäki (2005) et, avant lui, Ronald Giere (1985, 1988), la ressemblance ou similitude du modèle par rapport à son objet peut ne porter que sur certains aspects et n'être qu'à un certain degré. Elle peut ainsi laisser toute sa place à l'abstraction, l'idéalisation, la déformation, voire la caricature (Gibbard et Varian 1978). Il est assez difficile de dissocier complètement les deux aspects, et seuls quelques auteurs le tentent.² De toute façon, même en se limitant au premier (donc sans référence à la ressemblance), le seul fait d'attribuer d'emblée un rôle dominant à la représentation dans la caractérisation du concept de modèle présente déjà un inconvénient. Elle dirige l'attention sur des

¹ Voir Gombrich (1951) pour une discussion de cette question dans le contexte, certes un peu différent, de la représentation artistique.

² La conclusion de l'analyse proposée par Robert Sugden (2000, p. 28) est que les modèles "ne sont pas des descriptions, même recourant à la simplification, l'abstraction ou l'exagération, du monde réel."

questions relatives au rôle ou à la fonction des modèles au détriment de l'examen de leurs nature, structure ou caractéristiques propres.

Lorsque le deuxième ingrédient (la ressemblance du modèle avec un aspect de la réalité) est également inclus, les inconvénients sont plus sérieux encore, et cela à deux niveaux. Du point de vue du développement de la discipline, ils consistent en une incitation à associer le progrès scientifique à celui de la qualité descriptive de la représentation, en inspirant le souhait que cette représentation soit, toutes choses égales, plus fidèle, "réaliste" ou détaillée. Du point de vue de l'interprétation des modèles, le risque est de préjuger la question de la nature exacte de leur fonction ou de leur rôle en cherchant à établir un lien entre l'ensemble du modèle et un aspect de la réalité - lien qui peut pourtant être secondaire et à la limite inexistant, comme nous le verrons. L'explicitation de ce second inconvénient, le plus fondamental, devra attendre qu'au préalable (dans la section suivante) nous ayons avancé un peu dans l'analyse de la nature intrinsèque des modèles (c'est-à-dire de leur nature indépendamment de la fonction qui leur est attribuée).

Pour éviter ces inconvénients, le parti adopté ici est de n'aborder la relation avec la réalité que dans un deuxième temps. Pour y parvenir, il faut trouver le moyen de caractériser les modèles théoriques sans recourir à la notion de représentation, ou du moins de représentation de quelque chose appartenant au monde réel. Une des thèses défendues par la position philosophique qu'on désigne sous le nom incommode de « conception sémantique des théories », dans certaines au moins de ses variantes, nous offre ce moyen.³ En s'inspirant plus particulièrement de Giere (1985, 1988 chapitre 3), pour qui un modèle théorique est une *entité artificielle de nature non-linguistique*, on défendra l'idée que, dans les sciences sociales en général et en économie en particulier, un modèle peut être interprété simplement comme une société ou une économie imaginaires.

Nous avons vu, cependant, que le mot "modèle" tend à être réservé à un ensemble d'énoncés formels, à la limite mathématiques, c'est-à-dire à quelque chose dont la nature est clairement linguistique. Comment réconcilier les deux usages ? On considérera les modèles du deuxième type comme constituant une façon (parmi d'autres) de décrire ou de caractériser, en général partiellement, les modèles proprement dits, lesquels restent à nos yeux de nature non-linguistique. Par commodité, nonobstant le caractère inélégant de ces désignations, on appellera "modèles décrits" ces derniers et "modèles descripteurs" les modèles ou descriptions mathématiques. Si la représentation est implicitement présente dans ce schéma, elle concerne la relation entre les deux types de modèles, non le monde réel.

La section suivante sera consacrée aux implications de cette interprétation, notamment quant aux possibilités de déduire des théorèmes et de faire des découvertes. C'est seulement après cette analyse en quelque sorte "interne" qu'on reviendra à la question de la fonction des modèles théoriques en économie et en conséquence à la nature de leur relation avec la réalité. Ainsi, dans la section 3,

³ On se réfère ici au courant représenté principalement par Bas van Fraassen (1980), Ronald Giere (1985, 1988) et Frederick Suppe (1989). Certaines des différences entre ces auteurs sont indiquées dans Salmon (1990).

s'intéressera-t-on plus particulièrement aux assertions sur le réel associées à l'emploi des modèles et à l'évaluation empirique de ces assertions (les modèles eux-même n'étant pas susceptibles d'être évalués dans ces termes). Dans la conclusion, on abordera les raisons ontologiques et pragmatiques du rôle particulièrement central attribué aux modèles dans notre discipline.

II. Modèle décrit, modèle descripteur

A. *L'idée de base*

Nous nous inspirerons assez librement de la conception sémantique des théories. Les positions défendues par ses principaux exposants ou partisans ont évolué au cours du temps. Elles ont néanmoins conservé la caractéristique commune d'être présentées dans des termes assez abstraits. Si on s'en tient à ces termes, l'affirmation qu'un modèle est une entité ou un objet non-linguistique signifie qu'il constitue ou inclut un système, une structure, un ensemble d'objets ayant des propriétés, une interaction entre ces objets. La caractérisation de ces système, structure, ensemble, ou interaction est, elle, de nature clairement linguistique et, dans la plupart des exposés de la conception sémantique, supposée s'effectuer en langage mathématique.

Mais Giere, entre autres, reconnaît que le niveau d'abstraction ou de formalisation peut varier. Dans l'application de ces idées aux sciences sociales et notamment à l'économie, il nous est donc loisible de nous situer à un niveau plus concret. Le plus simple est alors d'interpréter le modèle théorique simplement comme une société ou une économie imaginaires. Si cela est considéré comme trop choquant, une variante plus proche de la formulation habituelle de la conception sémantique est disponible. Elle consiste à interpréter le modèle comme l'ensemble des relations et propriétés de cette société ou économie imaginaires. Mais se référer directement à ces dernières permet de mieux cerner les implications méthodologiques du recours aux modèles.⁴

Une inquiétude peut naître de la façon dont nous invoquons la conception sémantique. Il suffit de lire les travaux de Giere et des autres philosophes partisans de ladite conception pour constater l'importance qu'ils attachent à la fonction de représentation de la réalité ou de certains de ses aspects.⁵ De plus, chez Giere en tout cas, l'importance donnée à la représentation ne reflète pas seulement un souci de conformité avec le langage courant mais une adhésion profonde, porteuse de nombreuses implications dont certaines nous semblent problématiques, à un système philosophique – le "cognitivisme". On peut donc se demander s'il est convenable de dissocier à l'intérieur de la conception sémantique l'interprétation de la nature des modèles de celle de leur relation avec le réel. Répondons à deux niveaux. D'abord, certains écrits des philosophes en question suggèrent qu'eux-mêmes dissocient les deux aspects. C'est par exemple le cas de Giere (1999, p. 53) lorsqu'il reproche

⁴ Une expression parfois utilisée pour désigner ce que nous appelons un "modèle décrit" est celle de "monde du modèle" - "*model world*" (Guala 2005, p. 206).

⁵ Hughes étant l'un de ces partisans, la citation de ce philosophe fournie dans la section précédente constitue une illustration.

(courtoisement) au texte déjà cité de Morgan et Morriison (1999) de contenir beaucoup de choses intéressantes sur ce à quoi les modèles servent et à peu près rien sur ce qu'ils sont. Ensuite, comme nous l'avons déjà indiqué, l'inspiration que nous tirons de la conception sémantique est libre. C'est donc aux explications qui suivent qu'il appartient, le cas échéant, de montrer qu'il y a effectivement des choses à dire sur les modèles indépendamment de leur rôle ou de leur utilité.

Pour décrire l'économie imaginaire constitutive d'un modèle, on peut utiliser le langage ordinaire, les mathématiques (y compris la géométrie), des représentations physiques ou matérielles (en fil de fer, bois, carton, etc.). Certains de ces moyens sont souvent utilisés ensemble. Pour se rapprocher de l'usage, on considérera l'emploi des mathématiques dans cette fonction comme se faisant au sein de ce qu'on appelle des modèles mathématiques. Ainsi, un avantage accessoire de la distinction entre nos deux types de modèles est de rendre compatibles l'idée que la modélisation est une caractéristique permanente de la science économique depuis ses origines et l'observation que l'adhésion de la profession dans son ensemble à la modélisation mathématique est beaucoup plus récente.

B. Quelques caractéristiques des modèles décrits

Etant des êtres non-linguistiques, les modèles ne peuvent être vrais ou faux. Puisque nous reportons à plus tard la question de leur fonction ou de leur rôle, est exclue aussi pour le moment toute distinction entre modèles utiles et modèles inutiles, ou entre modèles pertinents et modèles non-pertinents. Si, comme le suggère Sugden (2000), un modèle doit être *crédible*, cette exigence (si elle ne se ramène pas à la cohérence) se justifie de nouveau surtout par le rôle attribué aux modèles et donc n'a sans doute pas non plus sa place ici. En revanche, on estimera que la liberté du modélisateur rencontre une limite dans la nécessité de rester cohérent. Le critère de cohérence est donc le seul que nous puissions utiliser à ce stade de notre raisonnement si nous souhaitons identifier, non pas les "bons" modèles, ce qui est impossible pour le moment, mais du moins une partie de ceux qui sont "défectueux".

Cette exigence de cohérence n'a pas d'incidence négative sur la variété possible ou imaginable des types de modèles (décrits), qui reste donc très grande. Cependant, pour des raisons dans lesquelles nous n'avons pas à entrer pour le moment, il se trouve que l'économie imaginaire constitutive d'un modèle économique (décrit) est faite en général d'objets (au sens large) assez semblables à beaucoup d'égards à ceux qu'on trouve dans la réalité. Au moins dans ses grands catégories, le mobilier est, à peu près le même. Ainsi, les modèles (décrits) sont peuplés de consommateurs, d'apporteurs de travail ou de capital, d'entreprises; on y trouve des grandeurs comme l'épargne et les exportations, des mécanismes comme la concurrence et la collusion. Un modèle décrit est par exemple, dans la théorie néoclassique de la croissance des années cinquante, une économie dans laquelle les consommateurs sont identiques, les entreprises sont en situation de concurrence parfaite, la consommation et l'investissement concernent un même bien homogène (du blé par exemple), la production de ce bien

résulte de l'emploi de deux facteurs homogènes, le travail et le capital, collaborant au sein d'une fonction de production linéaire continue, le progrès technique et la croissance de la population sont exogènes, etc. Dans le domaine du commerce international, le modèle à facteurs spécifiques est une économie internationale simplifiée dont une caractéristique distinctive est que certains des facteurs de production ne sont pas transférables d'un secteur à l'autre. Dans le domaine de la théorie spatiale du vote, le modèle d'origine (porteur du théorème de l'électeur médian) est un comité éphémère, prenant à la majorité une décision sur une question unique et unidimensionnelle, les membres du comité ayant des préférences unimodales, étant ignorants de leurs préférences mutuelles et votant de façon sincère (non stratégique).

Les objets très divers contenus dans les modèles (décrits), s'ils sont assez semblables à ceux qu'on trouve dans la réalité, ont en général des propriétés plus stables et ils interagissent d'une façon plus régulière que ce n'est le cas des objets réels. Comme cette section se limite à décrire certains traits des modèles, peu importe à ce stade la raison ou la cause, d'ailleurs assez évidente, de ces différences. Il nous suffit d'observer que le monde d'un modèle est en général plus ordonné ou uniforme, moins confus, que celui de la réalité. Ses propriétés peuvent ainsi faire l'objet d'énoncés de forme universelle constituant de véritables lois propres au modèle. L'assertion de ces lois peut s'effectuer sans concession d'exceptions et lesdits énoncés ou lois propres au modèle peuvent ainsi servir de prémisses à des raisonnements déductifs. En conséquence, les explications peuvent, toujours en se limitant à ce qui est intérieur ou propre au modèle, correspondre à ce schéma déductif-nomologique de l'explication dont l'application rencontre tellement de problèmes dès lors qu'on veut l'utiliser dans le monde réel de l'économie ou de la société.⁶ Ces explications peuvent aussi, cependant, ne pas relever du tout de ce schéma et se référer à des processus et mécanismes causaux. Tant que l'on s'en tient à ce qui se passe dans le modèle, le choix entre les deux modes d'explication est donc ouvert. Il est d'ailleurs tout à fait possible de les considérer comme complémentaires.

Un modèle peut être *exploré*, au sens propre de ce terme, comme l'ont été jadis l'Afrique centrale ou l'Amazonie, et cette exploration peut réserver des surprises. Tant la déduction, à partir de lois attribuées au modèle, que l'identification de mécanismes causaux peuvent conduire, toujours à l'intérieur du modèle, à de véritables découvertes, révélant des propriétés imprévues lors de la construction ou de la caractérisation initiales. Le fait que tout était déjà contenu logiquement de façon implicite dans les propriétés attribuées au modèle par son concepteur ne constitue pas en pratique une objection pertinente.

Les questions que l'on peut se poser dans le cadre d'un modèle donné sont typiquement nombreuses, voire en nombre infini. Il suffit en particulier de manipuler les variables exogènes et

⁶ On se réfère habituellement en philosophie non au schéma mais au modèle déductif-nomologique de l'explication. Nous utilisons le mot "schéma" pour éviter tout chevauchement avec nos commentaires sur la nature et le rôle des modèles en économie ou dans les sciences en général. Voir Salmon (2000, p. 114, note 12) pour des précisions sur la généralisation du schéma ou modèle déductif-nomologique et sa relation avec le modèle dit inductif-statistique.

d'étudier les conséquences de ces manipulations. Nous avons mentionné plus haut l'économie simplifiée du modèle à facteurs spécifiques. Dans ce modèle, ou cette économie, on peut faire varier la dotation d'un ou de plusieurs des facteurs de production, le prix d'un ou de plusieurs des produits, la technologie disponible dans un ou plusieurs des secteurs, etc. Nous avons affirmé que les effets découverts dans un modèle peuvent être assez surprenants. Dans le modèle à facteurs spécifiques, si la dotation d'un de ces facteurs spécifiques est augmentée, la déduction établit que la rémunération réelle (exprimée en pouvoir d'achat) des autres facteurs spécifiques sera diminuée. Le mécanisme concurrentiel conduisant à ce résultat est en général laissé tacite mais, si nécessaire, il est aisément reconstitué dans son principe. Dans une variante du modèle, la baisse de la rémunération réelle de certains de ces autres facteurs spécifiques rencontre une résistance. Le résultat ci-dessus est alors modifié. Au lieu d'une baisse de revenu réel, il y aura, pour les catégories concernées (les propriétaires des facteurs spécifiques dont la rémunération réelle est rigide à la baisse), apparition ou augmentation du sous-emploi.⁷

La richesse du monde d'un modèle "décrit" est ainsi très grande. Un raisonnement sur ce monde est, au moins dans la forme, difficile à distinguer d'un raisonnement sur le monde réel. Il est donc tout à fait naturel que l'on prenne l'un pour l'autre. L'ambiguïté et le risque de confusion sont aggravés lorsqu'on tient compte de la relation entre le modèle "décrit" et le modèle "descripteur".

C. Quelques caractéristiques des modèles descripteurs

Il s'agit, comme nous l'avons vu des modèles mathématiques. Bien que constituant seulement une des façons possibles de caractériser les modèles "décrits", leur emploi est devenu dominant sinon incontournable dans la science économique actuelle. Il faut reconnaître qu'ils sont tout à fait adaptés à la tâche qui leur est impartie. Nous avons observé que le monde des modèles décrits est typiquement doté d'une grande régularité. Aussi les énoncés en forme de lois qui décrivent certaines de ses propriétés se prêtent particulièrement bien à la formalisation mathématique. A son tour la déduction est facilitée par l'usage des mathématiques, ses résultats prenant alors la forme de théorèmes, de lemmes et autres corollaires.

Cette adéquation de l'outil aux caractéristiques de son objet n'est évidemment pas fortuite même si, en l'espèce, la causalité est inverse, au moins partiellement, de celle qu'on pourrait normalement imputer à une telle relation. Les limites de la formalisation mathématique ont pour effet en règle générale d'influencer et, dans certains cas, de conditionner les propriétés attribuées aux modèles. Par exemple, l'emploi d'une géométrie à deux dimensions a été en partie responsable de la prolifération de modèles (décrits) à deux secteurs, deux facteurs, deux pays. En principe, le recours possible à des outils mathématiques plus puissants offre au modélisateur une plus grande liberté dans le choix des propriétés à attribuer aux modèles qu'il crée.

⁷ Ce modèle a été proposé pour rendre compte d'un phénomène qu'on a appelé le "malaise hollandais", illustratif des possibles effets pervers de la manne pétrolière pour l'économie qui semble en être l'heureuse bénéficiaire.

Cependant, même une modélisation mathématique "sophistiquée" restera impuissante à caractériser complètement les modèles décrits dès lors qu'ils sont un peu complexes. La limite ne tient pas seulement au langage mathématique. Quels que soient les outils utilisés, ces modèles - telle la réalité elle-même, avec laquelle ils partagent de nombreux traits - ne peuvent jamais être décrits de façon vraiment complète. Souvent, il n'est d'ailleurs pas opportun de le tenter, ni même d'entrer trop dans les détails. Pour accompagner le modèle mathématique, et compléter l'interprétation de ses symboles dans le contexte du modèle décrit, on mobilisera souvent le langage ordinaire, parfois des représentations physiques (en carton et fil de fer), de moins en moins souvent - à l'intérieur ou à l'extérieur des mathématiques proprement dites - des diagrammes. Pour le reste, on se contentera souvent de faire confiance au sens commun, à des résultats considérés comme acquis, à des ensembles théoriques supposés hors de discussion.

Le fait que les modèles décrits sont caractérisés de façon incomplète explique qu'un même modèle puisse être présenté de façon différente selon les auteurs, les époques, ou en fonction de sa destination. Cette variabilité est à son tour la cause de variations dans les caractéristiques prêtées au modèle. La discussion scientifique qui suit sa conception permet d'affiner ses bases supposées. Elle révèle la nécessité de spécifier ou corriger certains de ses aspects. Nous avons noté qu'un modèle ne satisfaisant pas la condition de cohérence peut d'ores et déjà, avant même que l'on se pose la question de son utilité ou de la façon dont il remplit sa fonction, être qualifié de défectueux. Mais les contradictions ou incohérences n'apparaissent souvent que tardivement, à la lumière de la discussion scientifique ou de la progression des programmes de recherche. Leur correction est souvent la cause principale de l'évolution dans le temps d'un même modèle ou, si l'on préfère s'exprimer ainsi, d'une même famille de modèles.

La présentation mathématique, même ainsi corrigée et complétée, occulte souvent des propriétés importantes, pourtant présentes dans l'esprit des concepteurs et de la plupart des utilisateurs du modèle (contrairement aux propriétés, découvertes grâce à la déduction, mentionnées plus haut). Dans beaucoup de modèles économiques, seules les relations d'équilibre sont précisées par les modèles mathématiques. La dynamique qui conduit à ces relations d'équilibre reste implicite et est en fait souvent imaginée de façon assez vague.⁸ Si, en généralisant cette affirmation, on estime qu'il est même typique de la caractérisation mathématique des modèles économiques de passer sous silence tous les processus et mécanismes à l'œuvre dans ces modèles, il est alors compréhensible que certains auteurs, tel Mäki, aient pu affirmer qu'il n'y a pas de mécanisme dans les modèles économiques (Salmon 1998, 2000).

⁸ Souvent les raisonnements en termes d'équilibre suffisent à la dérivation de propositions intéressantes et, pour ce qui est des économies imaginaires formant les modèles décrits, les économistes ont une tendance explicable à faire confiance, sans être à même ou désireux de faire un choix, à une variété de processus - tâtonnement (au sens large), anticipation rationnelle directe de l'équilibre et arbitrage, notamment - dont ils ont des raisons de penser que l'un au moins garantit l'équilibre.

S'il en était vraiment ainsi, les modèles économiques se singulariseraient de façon frappante des modèles utilisés dans les autres sciences. On se référera ici à l'ouvrage déjà ancien de Peter Achinstein (1968). Pour ce philosophe l'intérêt accordé aux modèles est lié à celui accordé au mécanisme ou à la structure internes des phénomènes étudiés. Selon lui, "un modèle théorique décrit un type d'objet ou de système en lui attribuant ce qu'on peut appeler une structure interne, une composition, un mécanisme auxquels on se réfère dans l'intention d'expliquer des propriétés de cet objet ou de ce système" (p. 213).

Comment les processus ou les mécanisme pourraient-ils ne pas intervenir dans les modèles économiques, par exemple dans les modèles néo-classiques de croissance, le modèle à facteurs spécifiques ou le modèle du vote dans un comité, pour s'en tenir à ceux déjà cités? La croyance, assez répandue, que les processus et mécanismes sont effectivement absents ou que cette absence est possible, s'explique, à notre avis, par une attention trop exclusive accordée aux modèles mathématiques - les modèles descripteurs dans notre langage - négligeant l'existence de ces êtres non-linguistiques que sont les modèles décrits. Les processus et mécanismes peuvent effectivement être absents des premiers mais il est difficilement concevable qu'ils le soient des seconds, lesquels seuls comptent vraiment du point de vue de l'interprétation épistémologique.

Quelle sont les implications de cette discussion pour l'idée de représentation? La représentation ou la traduction en langage mathématique d'objets et de relations non-linguistiques est bien le rôle essentiel des modèles mathématiques. On rejoint ainsi ce qui en est dit de façon générale. Avec cette différence, cependant, que nous situons ces objets et relations non-linguistiques dans le monde des modèles et non dans celui de la réalité. Nous avons vu aussi que cette différence d'appartenance ne les empêche pas de partager beaucoup de caractéristiques avec les objets et relations du monde réel. Il en résulte que beaucoup d'analyses de la représentation de systèmes réels par des modèles sont en fait applicables non à leur objet supposé mais, avec quelques aménagements, à la représentation par des modèles descripteurs mathématiques d'éléments inclus dans les modèles (décrits). Une fois de plus, il y a un risque de confusion entre les deux contextes. Surtout, il faut observer que la représentation mathématique des modèles décrits, étant plus aisée, moins problématique, que celle des systèmes réels (en raison de la plus grande régularité ou uniformité introduites dans les modèles décrits), certaines solutions proposées comme s'appliquant à la représentation des systèmes réels soulèvent souvent des objections qui disparaissent lorsqu'elles sont transposées et appliquées à la représentation des modèles ou de certains de leurs aspects.

III. Le lien avec la réalité

Il est temps dans notre exposé de tenir compte du fait que la conception d'un modèle n'est pas un exercice gratuit. Les *bons* modèles en tout cas ont des objectifs, une fonction, un rôle, une utilité. La relation avec le monde réel devient centrale dans cette perspective. Mais "central" ne veut pas dire "exclusif". Dans cette section, nous commencerons par noter la possibilité et la légitimité de modèles

qui, délibérément, ne comportent aucun lien avec la réalité. Nous chercherons ensuite à élucider ce lien. Nous aborderons pour finir la question de l'évaluation, question tout aussi épineuse que la précédente.

A. *Aucun lien avec la réalité*

On peut partir de ces modèles qu'Achinstein (1968, pp. 218-221) qualifie d'*imaginaires* mais auxquels nous devrions en bonne logique nous référer différemment, tous les modèles (décrits) étant, en un sens, imaginaires dans l'interprétation exposée ici. Pour rester cohérent avec cette interprétation, considérons les modèles auxquels pense Achinstein comme imaginaires non par nature mais en raison de la fonction qui leur est assignée. Un des exemples donnés par cet auteur est le modèle construit par Henri Poincaré pour aider à percevoir ce que serait un monde régi non par la géométrie d'Euclide mais par celle de Lobatchevski. L'utilité de cet exercice était d'aider à mieux comprendre ce que signifiait ou impliquait la seconde. Le modèle devait être, et était de fait, cohérent mais Poincaré ne suggérait nullement qu'il était aussi plausible, ni l'approximation ou l'idéalisation d'une quelconque réalité.

Sans doute existe-t-il en économie des cas analogues. Dans cette discipline, toutefois, les modèles réellement sans assertion de lien avec la réalité se rencontrent en général dans un contexte différent. Ils visent non simplement ou principalement à visualiser les implications d'une théorie mais à étayer des arguments dans un débat ou un affrontement théoriques. Aussi peut-on les désigner sous le nom de modèles à finalité argumentative.

On se contentera d'un seul exemple. Beaucoup des contemporains ou prédécesseurs de Keynes (ceux qu'il appelait les "classiques") reconnaissent volontiers, premièrement, la possibilité du chômage dans une économie concurrentielle, deuxièmement la possibilité d'un chômage stable ou d'équilibre dans une économie dans laquelle les salaires nominaux seraient rigides (c'est-à-dire une économie non concurrentielle), troisièmement la nécessité en pratique pour l'Etat d'intervenir à peu près dans les formes préconisées par Keynes. Donc par rapport à eux, l'originalité du raisonnement keynésien résidait dans une proposition théorique. Cette proposition se référait à un modèle imaginaire implicite. Dans une économie parfaitement concurrentielle impliquant en particulier des salaires nominaux complètement flexibles, il n'existerait aucun mécanisme ramenant l'économie vers le plein emploi si elle s'en était écartée. Un équilibre de sous-emploi serait par conséquent possible. La riposte des économistes dits "classiques" a alors consisté à mettre en avant l'effet d'encaisses réelles. Ce mécanisme est une implication imprévue et non voulue de la spécification ci-dessus. Son existence (dans le modèle) suffit à infirmer la proposition précédente.⁹ Dans une telle économie, il ne pourra pas y avoir d'équilibre de sous-emploi. En raison de l'effet d'encaisses réelles, les défenseurs de la théorie keynésienne a été contraints de proposer des modèles dans lesquels les salaires sont rigides, ce qui

⁹ Les encaisses nominales détenues par les agents privés se revalorisent en termes réels lorsque les prix baissent, ce qui, tôt ou tard, relance la demande de biens et services, conduisant au rétablissement du plein emploi.

pendant longtemps a été considéré comme incompatible avec la spécification que l'économie est parfaitement concurrentielle.

B. Un lien avec la réalité mais entre quoi et quoi?

Dans des écrits antérieurs (notamment Salmon 1990), nous nous étions référés à la solution proposée par Giere (1985, p. 90). Selon cet auteur, il y a d'un côté un système réel, de l'autre un modèle, et pour passer de l'un à l'autre une hypothèse théorique. Cette hypothèse théorique peut se formuler de la façon suivante : "le système réel désigné est similaire au modèle proposé sous des aspects et à des degrés spécifiés". La formulation utilisée par Giere nous paraît maintenant un peu ambiguë dans la mesure où elle peut suggérer à tort qu'il y a toujours une similitude directe (même si elle est incomplète ou imparfaite) entre le système réel et le modèle. Il vaut donc mieux, pensons-nous maintenant, partir de l'énoncé suivant: le lien entre un modèle et la réalité s'établit entre quelque chose *dans* le modèle et quelque chose *dans* la réalité.

Les incertitudes affectant actuellement la philosophie des sciences rendent difficile d'être plus précis sans s'aventurer dans des questions controversées. Il est malgré tout nécessaire de distinguer au moins deux grandes orientations. En vue d'établir un lien entre modèle et réalité, on peut d'abord songer à ne prendre dans les modèles que des relations d'équilibre, et en général pas toutes. Ces relations sont le produit de mécanismes ou de processus (le cas échéant purement mentaux) à l'œuvre dans les modèles que nous qualifions de "décrits" et plus ou moins explicités dans ceux que nous qualifions de "descripteurs". Mais aucun lien n'est établi entre les processus et mécanismes d'un modèle et quelque chose dans la réalité. Ainsi, du modèle de monopole, on tirera une relation d'égalité entre la recette marginale et le coût marginal. D'un modèle de concurrence sur le marché du travail, on extraira l'égalité entre le taux de rémunération du travail et sa productivité marginale en valeur. Dans le modèle d'équilibre des actifs financiers (MEDAF), on prendra la corrélation entre le risque systématique de chaque actif financier (la composante du risque non éliminée par la diversification) et le rendement de cet actif, prime de risque incluse. Ces relations seront supposées, avec quelques précautions, être également des propriétés du monde réel.

Au vocabulaire près, cette solution est proche de celle préconisée jadis par Milton Friedman (1953), presque toujours critiquée lorsqu'elle est abordée dans des écrits de nature méthodologique, mais à laquelle ont adhéré plus ou moins implicitement un grand nombre d'économistes, notamment dans les domaines appliqués. A condition de limiter le domaine ou la portée dans le monde réel des propositions tirées du modèle, la position de Friedman est beaucoup plus cohérente et a priori défendable qu'il n'a été dit ou écrit par d'innombrables commentateurs. Cela non seulement du point de vue de la prédiction, mais aussi dans une perspective d'explication si on estime possible d'utiliser le schéma déductif-nomologique et si on adopte une philosophie non-essentialiste dans laquelle aucune explication n'est ultime (Mingat *et al.* 1985, ch. 6).

L'aspect le plus vulnérable de la position de Friedman -- et, parce qu'elle se confond plus ou moins avec celle-ci, de la solution discutée ici -- se révèle plus clairement aujourd'hui grâce aux analyses développées par des philosophes comme Roy Bhaskar (1975), Nancy Cartwright (1989) ou, plus récemment, par les philosophes qui se sont intéressés de façon encore plus centrale à l'expérimentation - par exemple Hans Radder (2003). Ce qui apparaît maintenant comme daté chez Friedman est - en reprenant une expression utilisée dans un contexte général par Radder (2003, p. 8) - "l'ontologie actualiste" qui sous-tend son analyse, comme d'ailleurs celle de la plupart de ses critiques.

Nous reviendrons sur l'ontologie. Notons seulement pour le moment que, pour avoir les vertus pratiques qu'ont pensé trouver en elle les économistes appliqués, la démarche friedmanienne exige davantage de régularité au niveau des phénomènes et de leurs manifestations observables qu'il n'en existe dans la plupart des domaines de l'économie. Certes, même à ce niveau des phénomènes observables, il y a en économie beaucoup de lois et de régularités, bien davantage qu'on ne l'imagine en général. Mais il s'agit de régularités à portée spatio-temporelle limitée ou bien seulement de "lois négatives" circonscrivant les intervalles ou zones dans lesquels les valeurs des variables doivent se situer ou, au contraire, sont affirmées comme ne pouvant le faire. La découverte ou l'établissement de cette catégorie de régularités et lois empiriques, qui sont jusqu'à un certain point testables ou même réfutables, constitue un apport de la science économique très important mais se situant sans doute en deçà de ce qui a pu un moment être attendu d'une application des idées de Friedman à l'économie appliquée.

Les régularités et lois ayant la nature ci-dessus présentent aussi l'inconvénient, semble-t-il, de se prêter difficilement à un rôle de prémisses dans un raisonnement déductif. Toutefois, le concept d'invariance, analysé récemment de façon approfondie par James Woodward (2000), offre peut-être un cadre philosophique satisfaisant pour rendre compte, dans une discipline comme l'économie, de l'utilisation à des fins explicatives de régularités qui ne peuvent tout à fait prétendre au statut de lois. Selon cet auteur, pour être utilisable dans un schéma explicatif il suffit en effet qu'une généralisation ou régularité soit invariante, c'est-à-dire reste valide lorsque certaines catégories de changements interviennent dans son contexte. Cette solution rend compte de pratiques observables en économie comme celle consistant à tolérer des exceptions aux régularités ou à délimiter leur domaine d'application.

De toute façon, même si cette première solution pouvait être mise en œuvre en économie de façon tout à fait générale et avec une meilleure performance prédictive et explicative, elle serait considérée aujourd'hui comme au moins incomplète. En effet, sous l'influence de philosophes comme Wesley Salmon (1984), une faveur renouvelée a été accordée à l'idée ancienne selon laquelle en plus - ou, s'il est inapplicable, à la place - du schéma déductif-nomologique de l'explication, le besoin de compréhension des phénomènes rend désirable la production d'explications fondées sur des processus et mécanismes de nature causale. Même lorsqu'on peut répondre à la question *pourquoi?* il semble ainsi souhaitable de répondre aussi à la question *comment?* laquelle pourra aussi se substituer à la

première en cas de besoin. Une situation scientifique idéale est quand nous pouvons expliquer un phénomène à la fois en le faisant dériver de lois universelles, donc en application du schéma déductif-nomologique, et quand nous pouvons en quelque sorte visualiser les processus et les mécanismes qui le causent (W. Salmon 1989). Si l'un des deux modes explicatifs n'est pas disponible, on se contentera de l'autre. Même si la solution proposée par Woodward semble devoir relancer la réflexion sur ce point, on tendra à conserver l'idée qu'en économie la voie de l'explication par le schéma déductif-nomologique comporte en tout cas des obstacles sérieux. Même lorsque cette voie est empruntable, le besoin se fera aussi sentir d'une explication par des processus et mécanismes de nature causale.

D'ailleurs, si on veut être tout à fait réaliste, en économie et dans les autres sciences sociales mais semble-t-il également dans des sciences de la nature, la situation la plus typique concrètement est une mise en œuvre partielle et imparfaite des deux schémas de l'explication, le déductif-nomologique et le causal, produisant conjointement une ébauche d'explication ou une explication "en principe" plutôt qu'une explication logiquement complète ou parfaitement explicite du phénomène considéré. Il en est ainsi, non seulement dans la réalité, ce qui se comprend, mais aussi dans le monde pourtant plus régulier des modèles (décrits), où les résultats de manipulation sont souvent dépendants de principes, de lois, d'hypothèses, de mécanismes restant implicites car faisant partie des connaissances d'arrière-plan (background knowledge).

Malgré cette limite, les modèles (décrits) nous offrent, si nous le souhaitons, une compréhension réelle des mécanismes et autres relations causales produisant, à l'intérieur d'eux-mêmes, les relations d'équilibre dont nous avons parlé plus haut. Ainsi, même si des processus réels et des régularités supposées restent implicites dans le modèle (décrit) du monopole, on comprend très bien le processus mental ou autre qui conduira le monopoleur soucieux de maximiser son profit à fixer la quantité produite de façon à ce que le coût marginal et la recette marginale soient égaux. De même, dans un univers concurrentiel dans lequel les agents ont des préférences envers le risque diverses (jamais risquophiles cependant) et des anticipations homogènes, on comprend comment un comportement rationnel de diversification des portefeuilles et de combinaison de ces portefeuilles risqués avec un actif sans risque peut conduire à un équilibre de marché dans lequel la structure des portefeuilles risqués individuels reproduit la structure des actifs risqués au niveau du marché et où les primes de risque des titres ne prennent en compte que le risque non-diversifiable. Là encore, peu importe finalement que bien des mécanismes, processus et régularités, notamment ceux qui concernent le fonctionnement des marchés en général, restent implicites. Dans le modèle néo-classique de croissance, enfin, on voit bien comment une augmentation exogène de la propension à épargner entraînera une accumulation du capital par tête et un revenu par tête plus élevé à chaque moment du temps. Mais il suffit de supposer l'absence de progrès technique pour comprendre, en visualisant ce processus d'approfondissement du capital, pourquoi il ne peut avoir effet sur le taux de croissance d'équilibre de long terme (le *steady state equilibrium rate of growth*) du revenu par tête.

Ce dernier exemple illustre bien une propriété des modèles signalée par plusieurs auteurs, notamment Morgan (2002), et à laquelle nous avons déjà fait allusion dans la section précédente. Les modèles sont faits pour être manipulés. Comme l'écrit Francesco Guala (2005, p. 212), "*vous faites des choses* avec les modèles, vous ne restez pas juste là à les contempler ou à les mettre en correspondance avec la réalité".¹⁰ La façon de procéder signalée par cet auteur consiste à changer certaines des caractéristiques prêtées à un modèle et à voir quelles sont les conséquences de ces changements. Mais, comme nous l'avons vu dans la section précédente, un moyen plus direct de faire fonctionner un modèle consiste simplement à étudier les effets de la variation des valeurs attribuées aux variables exogènes.

A l'opposé de la thèse déjà mentionnée de Mäki, selon laquelle il n'y a pas de mécanismes dans les modèles économiques, on défendra l'idée que certains des mécanismes et processus causaux présents dans les modèles (décrits) en sont l'élément le plus intéressant et utile pour l'explication ou la compréhension de la réalité. C'est surtout entre ces mécanismes et processus des modèles et des mécanismes et processus à l'œuvre dans le monde réel que va être établi le lien justifiant le recours à la modélisation. Il nous est maintenant loisible de dire que les premiers représentent les seconds, et cela dans les deux composantes de la représentation distinguées plus haut. Mais il est essentiel d'observer qu'il n'y a pas en général d'isomorphisme et même, souvent, que la ressemblance porte seulement sur un aspect relativement abstrait, à la limite "désincarné", des mécanismes ou processus du modèle. Il faut observer aussi que les mécanismes ou processus actifs dans la réalité, et en un sens représentés dans le modèle, agissent dans le monde réel en interaction avec beaucoup d'autres. Ce qui est représenté est donc un mécanisme ou système isolé, par abstraction des autres forces à l'œuvre dans son environnement. En empruntant cette expression à Guala (2005), on désignera (à l'occasion) ce système ou ce mécanisme isolé sous le nom de "système-cible". On est donc en présence de quatre entités différentes (Salmon 2000):

- le monde réel dans toute sa complexité;
- le système isolé, système-cible ou mécanisme-cible, c'est-à-dire l'aspect du monde réel, détaché de son contexte, sur lequel porte l'effort d'explication et de compréhension;
- le modèle décrit;
- le modèle descripteur.

Cette taxinomie met en évidence trois distinctions.

Premièrement, nous avons insisté dans la section précédente sur la distinction entre modèle décrit et modèle descripteur. Une fois comprise dans son principe, la distinction est relativement facile à mettre en œuvre lorsque le modèle descripteur est un modèle mathématique. Elle est plus délicate lorsque le modèle descripteur est un modèle matériel. Un exemple de modèle descripteur matériel est la fameuse maquette de la molécule d'ADN. Cette maquette n'est pas à proprement parler une

¹⁰ Les italiques sont de Guala.

représentation de la molécule mais seulement du modèle de cette molécule, lequel, selon Giere (1985, p. 91), est un "acide nucléique idéalisé composé de sous-ensembles également idéalisés d'atomes individuels disposés d'une façon très particulière".

Dans le cas du modèle de ségrégation spatiale de Schelling (1978, trad. fr. pp. 147-55), le modèle matériel descripteur est lui-même imaginaire. En s'écartant un peu de la façon dont Schelling lui-même présente son raisonnement, et en s'inspirant également librement de l'analyse méthodologique détaillée qu'en fait Sugden (2000), on peut présenter les choses de la façon suivante. Le modèle descripteur consiste d'abord en un damier dessiné sur une feuille de papier et sur lequel on place des pièces de monnaie de 10 et de 20 centimes (sans occuper toutes les cases). Ce dispositif n'est pas construit réellement mais décrit par Schelling comme facilement réalisable par le lecteur. Le modèle descripteur inclut également des règles du jeu, c'est-à-dire en l'espèce des règles de déplacement des pièces de monnaie. Ces règles peuvent varier. Les plus simples s'appuient sur la condition que, sur les huit cases contiguës d'une pièce de monnaie d'une dénomination donnée (par exemple 10 centimes), la proportion des pièces de l'autre dénomination (donc 20 centimes) ne doit pas dépasser une valeur p . Si cette condition n'est pas remplie, et seulement dans ce cas, la pièce doit être déplacée. L'ordre dans lequel ces déplacements ont lieu n'est pas précisé. L'application de cette règle ou de règles du même type, même avec une valeur de p élevée, conduit à une ségrégation forte entre les deux catégories de pièces.

Ce modèle est, dans notre vocabulaire, un modèle descripteur (il est l'équivalent d'un modèle mathématique). Comme l'explique Sugden (2000, p. 24), le vrai modèle - c'est-à-dire, dans notre vocabulaire, le modèle décrit - est une cité idéalisée peuplée de deux catégories homogènes d'individus (ou de ménages). Ces individus vivent sur des emplacements répartis dans un espace en forme de damier. Certains de ces emplacements sont inoccupés. Les membres de chacune des deux catégories ont des préférences en termes de voisinage avec des membres de l'autre catégorie telles qu'ils décident de partir s'installer sur un autre emplacement si, et uniquement si, parmi leurs voisins immédiats (c'est-à-dire parmi les occupants des huit espaces contigus), la proportion des membres de cette autre catégorie dépasse une certaine valeur p . Tous les individus d'une même catégorie ont la même valeur p mais elle n'est pas nécessairement la même pour les deux catégories. Le résultat le plus frappant de ce modèle est que, même avec une valeur de p élevée (mais inférieure à 1), c'est-à-dire même avec un degré élevé d'acceptation d'avoir pour voisins des individus appartenant à l'autre catégorie, on aura une ségrégation forte entre les deux catégories.

La deuxième et la troisième distinctions sur lesquelles repose la taxinomie ci-dessus sont celles entre modèle (décrit) et système réel isolé d'une part, et entre système réel isolé et réalité dans toute sa complexité d'autre part. Les considérer ensemble permet d'éclairer une opposition souvent notée dans la littérature philosophique entre idéalisation, d'une part, et isolation ou abstraction, d'autre part. C'est en général par un processus d'idéalisation, de "stylisation" ou d'invention que l'on construit ou imagine un modèle (décrit). Comme il a été remarqué par divers auteurs, le modèle lui-même n'a

pas besoin de clause *ceteris paribus*. Tout ce qu'il n'inclut pas est supposé exclu par construction. L'utilisation de ladite clause dans la caractérisation d'un modèle n'est pas seulement inutile. On la jugera en général abusive. Par exemple, on trouvera anormal de l'invoquer, même implicitement, pour justifier des caractéristiques du modèle (décrit) telles que l'homogénéité de degré un des fonctions de production ou les anticipations rationnelles.

En revanche, c'est par un processus mental d'isolation, d'abstraction, de séparation, de segmentation ou de détachement qu'on délimite le système-cible, l'aspect de la réalité sur lequel l'analyse essaie d'apporter des lumières. Le rôle des clauses *ceteris paribus* (voire, comme on dit parfois, des clauses *ceteris absentibus*), implicites ou explicites, devient alors essentiel. Certes, il arrive que le système-cible soit isolé naturellement. Si le système-cible est la molécule d'ADN, comme le suppose Giere (1985), et non plutôt tel mécanisme dans lequel celle-ci intervient, on peut estimer que dans son cas l'isolation est effectivement naturelle. En économie et dans les autres sciences sociales, de tels cas sont sans doute assez rares, hors laboratoire ou expérimentation. La règle est plutôt la complexité au niveau des phénomènes et l'interaction des processus et mécanismes au niveau sous-jacent de leurs causes. Dans un tel univers, il faut supposer l'inexistence de certaines des forces dont on sait qu'elles sont pourtant actives (Suppe 1989) et/ou le caractère indépendant de leur influence. Un lien est alors établi entre le mécanisme identifié dans le modèle et un mécanisme-cible qui n'est que l'un des mécanismes dont les effets constituent, au niveau des phénomènes, la réalité complexe. Ainsi, le mécanisme de ségrégation identifié grâce à son modèle par Schelling ne peut à lui seul rendre compte de la répartition de la population selon un critère racial ou similaire dans les villes. Des facteurs autres que les préférences raciales ou ethniques agissent aussi sur cette répartition. Même en ne retenant que l'influence de ce type de préférences, d'autres mécanismes de ségrégation interviennent. Certains sont assez proches de celui analysé plus haut, et sont exposés dans le même chapitre par Schelling lui-même, mais d'autres, proposés par d'autres auteurs, sont sensiblement différents.

Avant de nous interroger sur le statut et l'évaluation de l'assertion ou de la proposition qui relie quelque chose dans le modèle et quelque chose dans la réalité, revenons sur la question, seulement signalée jusqu'à présent, de l'isomorphisme ou de son absence entre le mécanisme-cible et le mécanisme du modèle. Le premier n'a aucune raison d'être spécifié dans le langage théorique du modèle descripteur. Le mécanisme réel, même s'il est un peu compliqué, peut être expliqué dans des termes très simples, même imprécis. Le caractère vague du langage ordinaire est utile en l'occurrence parce que les mécanismes se rencontrent rarement dans la réalité sous la forme nécessairement idéale qu'ils revêtent dans les modèles. En fait, cette différence dans la formulation reflète une différence plus profonde, portant sur les caractéristiques mêmes du mécanisme dans les deux contextes.

Un exemple développé ailleurs est celui du *free riding* (traduit en français en général par "passager clandestin"), interprété comme mécanisme - ce qui d'ailleurs a été contesté par certains (voir Salmon 1998, discussion). Il y a plusieurs façons de caractériser ce mécanisme. En partant de

l'analyse d'Olson (1965),¹¹ et en raisonnant dans le cadre d'un modèle, on considérera le but d'une action collective comme étant un bien collectif pur, avec ses deux propriétés de non-rivalité dans la consommation et de non-excluabilité. En l'espèce, c'est cette seconde propriété qui est importante. Par exemple, il s'agit pour un groupe d'obtenir de l'Etat une modification réglementaire qui favorise les membres du groupe, l'action collective consistant en une grève. Si le gouvernement cède et la réglementation est modifiée, on ne peut empêcher (non-excluabilité) un membre du groupe de profiter de cet avantage même s'il n'a pas participé à l'action collective. Il y a là une incitation au *free riding*, ce qui constitue un obstacle sérieux à la mobilisation du groupe. Dans le cadre du modèle (décrit), on suppose une rationalité optimisatrice et instrumentale étroite, conduisant sauf cas particulier chaque membre à adopter un comportement de *free riding*. Cette caractéristique permet une description du modèle très formalisée, et elle l'a effectivement été postérieurement au livre d'Olson. Mais le *free riding* est un mécanisme (ou un processus). Il est donc de nature non-linguistique et peut être décrit de différentes façons. Même dans les conditions idéalisées du modèle (celles concernant la rationalité notamment) il peut en particulier être décrit de façon complètement informelle.

Si on s'intéresse maintenant au *free riding* dans le système-cible ou comme mécanisme-cible, on observera qu'il n'est nullement nécessaire que les gens soient parfaitement ou étroitement rationnels pour qu'il opère et que ses effets se fassent sentir. Comme le montre l'expérimentation (abordée plus loin), il importe seulement que suffisamment d'individus soient un peu égoïstes, voire aient simplement un peu tendance à "craindre d'être dupes" (eux contribuant alors même que d'autres *free ride*, "se défilent"). C'est grâce à la modélisation que le mécanisme du *free riding* a été identifié mais sa réalité ne dépend pas de la modélisation. Une définition suffisamment souple pour être applicable au mécanisme dans le monde réel, et non seulement au mécanisme dans le modèle, pourrait être la suivante: "au sein d'un groupe d'individus, le mécanisme du free riding est un ensemble de processus et d'interactions qui, s'ils agissent librement et seuls, conduiront beaucoup de ces individus à décider à cause de la caractéristique de non-excluabilité d'un bien de ne pas contribuer à le fournir, en tout cas au niveau de la valeur marginale qu'ils lui attribuent, même si la conséquence de leurs décisions est que le bien ne sera pas fourni du tout."¹²

De nombreux autres exemples viennent à l'esprit. Considérons-en encore un. La théorie formalisée des jeux séquentiels a mis en lumière de façon précise un mécanisme en partie mental rendant problématique la crédibilité des menaces ou des promesses. Mais, définis de façon plus large que dans les modèles, le processus et le problème qu'il crée sont bien réels - du moins y a-t-il de bonnes raisons, non théoriques, de le penser. Découverts grâce à la déduction au sein de modèles, leur existence ne dépend pas du caractère acceptable ou non de cette déduction. D'ailleurs, après leur

¹¹ Le terme "free riding" n'est pas utilisé par Olson (1965) mais le mécanisme que le terme désigne joue un rôle central dans son livre.

¹² Traduction de la définition suggérée dans Salmon (1998, p. 68). Dans la modélisation, on peut aussi raisonner en termes de théorie des jeux. Là encore, cependant, le mécanisme réel différera sensiblement du mécanisme idéalisé, modélisé en général sous la forme d'un dilemme du prisonnier; voir Salmon (1998, pp. 71-72).

découverte, à la fois le processus et le problème qu'il fait naître, supposés tous les deux réels, ont été utilisés dans de nombreux travaux non ou peu formalisés pour expliquer des institutions (l'indépendance des banques centrales, par exemple), des pratiques (le coût exorbitant des campagnes de publicité, la surcapacité des entreprises en concurrence oligopolistique) et des faits historiques (le surcoût financier payé par la monarchie française du fait de son caractère absolu). Le caractère convaincant ou non de ces explications est discuté au sein de domaines disciplinaires différents de façon largement indépendante de la caractérisation du processus ou du mécanisme en théorie des jeux.

C. Statut et évaluation des assertions sur le lien

Supposons qu'un lien entre quelque chose dans le modèle et quelque chose dans la réalité est affirmé au moyen d'un énoncé. Supposons aussi que, dans les deux contextes, ce quelque chose est un mécanisme. Admettons aussi que, pour les raisons développées précédemment, toute idée d'isomorphisme est évitée et que la ressemblance si elle intervient est affirmée uniquement à un certain degré et sous certains aspects (comme le précisait Giere mais à propos d'un lien entre des entités différentes). Trois questions restent à considérer. Elles sont associées à des problèmes très vastes et largement en suspens dans la philosophie des sciences actuelle et en méthodologie économique. Elles seront abordées ici de façon succincte. La première question est de déterminer en quoi consiste ledit énoncé: s'agit-il d'une véritable assertion du lien ou seulement d'une assertion de sa possibilité? Lorsqu'il s'agit d'une assertion du premier type, se pose alors la question du processus logique ou intellectuel qui l'autorise: déduction, induction, plausibilité, conjecture théorique? En supposant que le cas le plus intéressant en économie est le dernier, comment évaluer cette conjecture théorique? Après un examen rapide de ces trois questions, nous défendrons l'idée que le statut des énoncés affirmant le lien est, en général et assez légitimement, peu explicite, incertain et instable.

1) L'affirmation et l'explication de quelque chose, d'une part, et l'affirmation et l'explication de la possibilité de quelque chose, d'autre part, sont logiquement différentes. Les premières affirment telle chose ou répondent à la question "comment s'explique telle chose"? Les secondes affirment la *possibilité* de telle chose ou répondent à la question "comment telle chose est-elle possible"? Toutefois, il n'est pas toujours aisé de distinguer les unes des autres, surtout lorsqu'il est concédé en même temps que les premières (comme d'ailleurs les secondes) sont susceptibles de se révéler fausses et sont donc, en un sens, incertaines. Nous avons insisté ailleurs (Mingat *et al.* 1985, ch. 1) sur la pertinence de l'affirmation et de l'explication de la simple possibilité de quelque chose. Ici, il s'agit de la possibilité qu'un mécanisme de la même nature qu'un mécanisme analysé dans le modèle intervienne dans la réalité. Dans le cas du modèle de Schelling résumé plus haut, ce qui est donc affirmé sur la base du modèle est que la forte ségrégation constatée dans les villes peut être le résultat d'une faible réticence de la part des membres d'un groupe à avoir pour voisins des membres d'un autre groupe (racial, social, etc.). Rendre compte de la possibilité de quelque chose n'a un intérêt véritable que si c'est un argument critique de la croyance que cette chose n'est pas possible, ou une réponse à

l'étonnement de constater qu'elle l'est. Schelling lui-même défend son modèle comme fournissant au minimum cet apport. Son modèle montre que, contrairement à ce qu'on pense souvent, il n'est pas nécessaire que l'intolérance soit forte au niveau individuel pour que la ségrégation soit forte au niveau collectif.¹³ En économie, ce schéma argumentatif ou critique est extrêmement important, tant au niveau des travaux individuels qu'à celui de la discipline dans son ensemble dans sa relation avec la société. Nous y reviendrons dans la conclusion mais ne le détaillerons pas davantage dans cette section, où il sera donc supposé que la proposition se référant au mécanisme dans le modèle et dans la réalité est une véritable assertion ou explication.

2) Qu'est-ce qui autorise cette assertion? Excluons d'emblée le cas de la déduction logique. Le mécanisme dans la réalité ne peut pas être déduit du mécanisme dans le modèle. Que le déductivisme et l'apriorisme prônés aujourd'hui ou dans le passé par certaines écoles d'économistes soient défendables ou non, ces systèmes philosophiques sont fondés sur l'idée que le raisonnement déductif part directement de certaines propriétés de la réalité et non qu'il s'effectue au sein de modèles.

La solution proposée par Sugden (2000) repose sur une combinaison d'induction et de crédibilité ou plausibilité. Le mécanisme dans le modèle est crédible. Il a des conséquences que nous retrouvons dans la réalité. Nous avons de bonnes raisons (de nature inductive) de penser qu'un mécanisme semblable intervient aussi dans la réalité. L'hypothèse qu'il le fait est donc plausible. C'est néanmoins, Sugden le reconnaît, une hypothèse. Libre à nous d'aller un peu plus loin dans cette reconnaissance et, conformément aux conceptions poppériennes, de renoncer à la quête, en amont, d'un fondement ou d'une justification à cette hypothèse, en faisant au contraire reposer sa justification (au sens large) éventuelle, en aval, au vu des résultats de sa confrontation avec l'observation. La conjecture, pour reprendre le vocabulaire poppérien, peut alors être inspirée par le modèle mais son évaluation ne dépend pas de cette filiation.

3) Comment évaluer, par confrontation avec l'observation, la conjecture théorique?

Au moins trois types de confrontation avec la réalité peuvent être distingués. Il y a d'abord l'économétrie classique. De nombreux problèmes méthodologiques se posent. Ils ne peuvent être abordés ici. Il faut admettre l'existence d'un écart souvent important entre, d'une part, le savoir empirique ou historique considérable que nous procure l'utilisation des techniques économétriques et, d'autre part, le monde des modèles théoriques auxquels l'économétrie pourtant se réfère. Sur chaque sujet, on observera plus souvent une sorte de convergence de ces deux ordres de pensée vers des explications ou propositions communes plutôt qu'un passage ordonné et quasi-hiérarchique de l'un à l'autre tel que tendrait à le suggérer une méthodologie un peu naïve. En tout cas, le recours généralisé à

¹³ Schelling (1978, trad. fr. p. 152) écrit: "Que pouvons-nous attendre de ce genre d'exercice? Il se peut que nous soyons *au moins* en mesure de réfuter quelques notions... Il est parfois possible de mettre en doute des propositions qui commencent par: "Il va de soi que...", en démontrant de façon extrêmement simple que, bien qu'elles soient peut-être vraies, elles ne vont pas exactement de soi". C'est nous qui avons mis en italiques le "au moins". Il signale la possibilité d'une interprétation plus ambitieuse, et celle-ci est effectivement proposée non par Schelling lui-même mais par Sugden (2000, p. 24). Voir aussi Guala (2005, p. 206).

l'économétrie reste une caractéristique essentielle de la science économique contemporaine et le pessimisme affiché à son sujet par certains économistes et philosophes est certainement excessif (Hoover 2002).

Il est parfois reproché aux économistes d'emprunter une voie plus facile en se contentant du fait qu'une conjecture inspirée par un modèle rend compte de faits "saillants", eux-même considérés comme établis. Le lien entre ces deux voies est que lesdits faits saillants sont souvent le produit (ou le sous-produit), sous la forme de régularités statistiques, d'un travail économétrique lui-même inspiré par des modèles théoriques. Dans une conception de la recherche en économie selon laquelle les analyses se répondent ou se complètent de façon dynamique, la limitation de l'ambition à simplement rendre compte de faits "saillants" ne s'oppose pas vraiment à l'idéal de testabilité ou de réfutabilité. Si, à un moment donné, il peut être facile pour une conjecture théorique de rendre compte de certains faits, la discussion en identifiera ou en mettra en avant de nouveaux, également pertinents et avec lesquels il lui sera souvent difficile d'être compatible. La réfutation révélera alors *ex post* l'existence, non discernée *ex ante*, de la testabilité ou de la réfutabilité.

La troisième voie est peut-être la mieux adaptée à une démarche fondée sur l'utilisation de modèles associée à la segmentation de la réalité (complexe) en systèmes isolés (plus simples). Il s'agit de l'expérimentation, qui fait actuellement une percée remarquable en économie et dans certaines autres sciences sociales. Le va-et-vient entre l'expérimentation et la modélisation, avec un effet sur les conjectures théoriques, nous fournit une compréhension beaucoup plus profonde de mécanismes comme le *free riding* et la coopération, l'anti-sélection et le risque moral, l'altruisme et l'envie, la confiance en soi et la dépréciation du futur, la règle de majorité et le rôle du statu quo. Certes, le monde de l'expérimentation n'est pas le monde naturel et cela pose des problèmes de nature philosophique et pratique difficiles à résoudre. L'univers fermé constituant le contexte d'une expérience se rapproche du système isolé qui est la cible du modèle, mais les mécanismes dont l'existence est confirmée ou affirmée dans l'un et l'autre sont-ils également présents dans le monde un peu chaotique (parce que soumis à toutes sortes d'influences) des phénomènes réels? La réponse de certains philosophes tels Bhaskar (1975) est qu'on ne peut faire autrement que de le supposer. On touche là à un problème, lié à la prise en compte de l'expérimentation, que la philosophie des sciences n'aborde franchement que depuis peu. Observons seulement qu'il concerne l'interprétation de la science expérimentale en général et non pas seulement l'expérimentation en économie. Ce qui ne signifie pas que d'autres questions relatives à l'interprétation des découvertes faites dans les expériences ne se posent pas de façon particulière dans le cas de l'économie (Guala 2005).

4) Le statut donné par les économistes à leurs contributions et à celles des autres est largement implicite, incertain et variable (Mingat *et al.* 1985, ch. 2). Dans son analyse des modèles d'Akerlof et de Schelling, Sugden (2000) note les hésitations de ces deux économistes sur l'interprétation de leur propre contribution (une manifestation de cette attitude chez le second auteur a déjà été signalée). Les économistes ne sont pas des philosophes ou des méthodologues. Il ne ressentent pas la nécessité de

situer méthodologiquement les propositions qu'ils énoncent, et dont le sort ultérieur de toute façon leur échappe. Mais ils ne sont pas non plus des philanthropes, acceptant de travailler gratuitement (en termes d'attention, d'estime ou de réputation). Il est donc naturel qu'ils n'excluent pas que leur contribution puisse atteindre immédiatement ou acquérir plus tard le statut le plus gratifiant, à savoir celui d'une hypothèse scientifique bien confirmée ou corroborée. Une prétention ouverte à un tel statut risquerait d'être contredite de façon tout aussi explicite. Nous avons noté la caractère ambigu de la distinction entre explication de quelque chose et explication de sa seule possibilité. Observons, dans les articles publiés dans les meilleures revues internationales l'usage massif fait par les économistes qui en sont les auteurs des modes conditionnels (au sens large) du verbe "pouvoir" - ce qui s'exprime en anglais par la fréquence des *may*, *might* et autres *could*. Chaque auteur laisse ainsi en suspens le statut dont peut bénéficier sa contribution: possible explication ou explication du possible, comme nous venons de le voir, mais aussi, le cas échéant, aperçu stimulant, exploration conceptuelle, argument critique, étape heuristique, ou encore hypothèse réfutée, fausse piste, etc. A la condition (difficile à satisfaire) que l'oubli ou l'inattention collective ne laissent pas définitivement le statut dans son état d'incertitude initial, ou ne rendent pas la question sans objet, c'est la discussion et le travail collectif postérieurs qui décideront, mais cela de façon toujours révisable.

IV. Conclusion

Les modèles sont importants dans toutes les disciplines scientifiques mais sans doute pas au même degré. Leur importance exceptionnelle en économie se justifie par la conjonction de deux facteurs, de caractère pragmatique pour l'un et ontologique pour l'autre. En commençant par le premier, notons que tout le monde développe et exprime des idées sur les questions économiques. Cela a permis à la discipline que l'on a d'abord appelée économie politique puis, plus ambitieusement (en français), science économique de trouver une base solide de son utilité sociale dans la démonstration du caractère insuffisant ou erroné de beaucoup d'idées exprimées à un moment donné dans le public. En d'autres termes, une caractéristique essentielle de la science économique est d'être, depuis ses origines, une discipline argumentative et même *critique*. Cela est particulièrement vrai de la science économique *orthodoxe (mainstream)*.

Intervient alors le second facteur. La seule connaissance spécialisée des faits économiques pouvait légitimer un rôle critique de la profession. Mais la connaissance des faits par les économistes n'est pas clairement supérieure à celle acquise grâce à l'expérience par les praticiens. C'est l'ontologie des phénomènes économiques, ou plus généralement sociaux, qui fournit alors un supplément de justification précieux du rôle critique de la science économique et plus généralement de son utilité sociale. Le pari ontologique sur lequel s'appuie cette discipline depuis le 18ème siècle est que les phénomènes observables sont causés par des *mécanismes* sous-jacents assez complexes. Certes, des idées un peu semblables agitent depuis quelque temps la philosophie des sciences dans son ensemble, y compris la philosophie de la physique et des autres sciences de la nature. Comme nous l'avons déjà

noté, même dans ces disciplines, l'idée d'expliquer les phénomènes empiriques ou observables par des mécanismes plus ou moins cachés, plutôt que par des lois elles-mêmes empiriques, connaît un regain de faveur notable (W. Salmon, 1984, 1989). Dans le cas de la science économique, cette problématique a été adoptée d'emblée et est restée centrale. Comme le public et les praticiens peuvent difficilement prendre en compte les mécanismes complexes sous-jacents aux phénomènes, la science économique a pu trouver sa vocation principale dans leur révélation et explication.

L'ontologie importe aussi d'une deuxième manière. La société étant compliquée, les mécanismes économiques et sociaux sous-jacents se combinent pour former toutes sortes de configurations ou constellations, dont beaucoup sont éphémères. La modélisation de mécanismes dont l'intervention au niveau des phénomènes se fait à un degré variable ou est sporadique est la seule façon en pratique d'aborder un tel univers - ce que même Popper (1994) reconnaît assez largement.

Compte tenu de ces considérations à la fois pragmatiques et ontologiques, l'utilisation de modèles en économie a une justification se situant en amont de toute considération méthodologique ou épistémologique précise. A la limite, pour expliquer le caractère inéluctablement central de la modélisation, le raisonnement suivant, en quatre points, suffit:

- a) négliger les interactions ou mécanismes cachés est une source d'erreurs graves du point de vue de la connaissance comme de celui de l'action;
- b) donc il faut que quelqu'un pense à ces interactions (il y a là une fonction sociale à remplir);
- c) en pratique, la seule méthode trouvée jusqu'à présent pour penser à des interactions complexes est la construction de modèles;
- d) les économistes remplissent la fonction de penser aux interactions et ils le font par la modélisation.

Bien sûr, il est souhaitable que cette activité ne soit pas sans relation avec la réalité. Dans la section précédente, nous avons vu les conditions dans lesquelles pouvait s'établir cette relation. La deuxième considération ontologique que nous venons d'introduire confirme que la relation ne peut être aussi harmonieuse qu'il serait souhaitable. Mais, pour l'apprécier de façon équitable et la replacer dans un contexte social plus vaste, il faut tenir compte du fait que la science économique est aussi une science critique: les raisonnements fondés sur la modélisation se greffent souvent, pour les critiquer, sur des ensembles déjà existants d'interprétations ou de prédictions. Dans cette perspective, la démonstration que tel mécanisme est possible et susceptible d'avoir des conséquences surprenantes peut être éclairante et précieuse quand bien même aucune estimation empirique ne viendrait l'étayer, ce qui n'est heureusement sans doute pas le cas le plus fréquent.

Références bibliographiques

- Achinstein, Peter (1968). *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Bhaskar, Roy (1975). *A Realist Theory of Science*; 2ème éd.: Brighton, Harvester Press, 1978.
- Cartwright, Nancy (1983). *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Oxford University Press.

- Friedman, Milton (1953). "The methodology of positive economics" in M. Friedman, *Essays in positive economics*, Chicago, University of Chicago Press, 1953, 3-43; trad. fr.: "La méthodologie de l'économie positive", in M. Friedman, *Essais d'économie positive*, Paris, Litec, 1995, 3-32 & 257-261.
- Gibbard, Allan et Hal R. Varian (1978), "Economic models", *The Journal of Philosophy* 75(11), 664-677.
- Giere, Ronald N. (1985). "Constructive realism", in *Images of Science*, sous la direction de P.M. Churchland et C.A. Hooker, Chicago, University of Chicago Press, 75-98.
- Giere, Ronald N. (1988). *Explaining Science : A Cognitive Approach*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Giere, Ronald N. (1999). "Using models to represent reality", in *Model-based Reasoning in Scientific Discovery*, sous la direction de L. Magnani, N.J. Nersessian et P. Thagard, New York, Kluwer/Plenum, 41-57.
- Gombrich, Ernest H. (1951). "Meditations on a hobby horse, or the roots of artistic form", repris in: E.H. Gombrich, *Meditations on a Hobby Horse and Other Essays on the Theory of Art*, Londres, Phaidon, 1985, 1-11.
- Guala, Francesco (2005). *The Methodology of Experimental Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hoover, Kevin D. (2002). "Econometrics and reality", in *Fact and Fiction in Economics : Models, Realism, and Social Construction*, sous la direction de Uskali Mäki, Cambridge, Cambridge University Press, 152-177.
- Hughes, R.I.G. (1997). "Models and representation", *Philosophy of Science* 64 (Proceedings), S325-S336.
- Keynes, John Maynard (1938), Lettre du 4 juillet 1938 à R.F. Harrod, reproduite dans J.M. Keynes, *Collected Writings*, Volume 14, Londres, Macmillan, 1973, 295-297.
- Mäki, Uskali (2005). "Models are experiments, experiments are models", *Journal of Economic Methodology* 12(2), 303-15.
- Mingat, Alain, Pierre Salmon et Alain Wolfelsperger (1985). *Méthodologie économique*, Paris, Presses Universitaires de France
- Morgan, Mary S. (2002). "Models, stories, and the economic world", in *Fact and Fiction in Economics : Models, Realism, and Social Construction*, sous la direction de Uskali Mäki, Cambridge, Cambridge University Press, 178-201.
- Morgan, Mary S. et Margaret Morrison (1999), ch. 1, "Introduction", et ch. 2, "Models as mediating instruments", in *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*, sous la direction de M. S. Morgan et M. Morrison, Cambridge, Cambridge University Press, 1-37.
- Olson, Mancur (1965). *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press; trad. fr.: *Logique de l'action collective*, Paris, Presses Universitaires de France, 1978; 2ème édition, 1987.
- Popper, Karl R. (1994). "Models, instruments, and truth: the status of the rationality principle in the social sciences", in K. R. Popper, *The Myth of the Framework : In Defence of Science and Rationality*, sous la direction de M. A. Notturmo, Londres, Routledge, 154-184.
- Radder, Hans (2003), "Toward a more developed philosophy of scientific experimentation", in *The Philosophy of Scientific Experimentation*, sous la direction de H. Radder, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1-18.
- Salmon, Pierre (1990), "La conception sémantique des théories et le contenu empirique de la théorie économique", in *La méthodologie de l'économie théorique et appliquée aujourd'hui* (colloque AFSE), Paris, Nathan, 102-110.
- Salmon, Pierre (1998), "Free riding as mechanism", in *Economics and Methodology : Crossing Boundaries*, sous la direction de R. Backhouse, D. Hausman, U. Mäki et A. Salanti, Londres, Macmillan (IEA Conference Volume N° 126), 62-87 (62-119 discussion incl.).
- Salmon, Pierre (2000), "Modèles et mécanismes en économie: essai de clarification de leurs relations", *Revue de Philosophie Economique* 1, 105-125.
- Salmon, Wesley C. (1984). *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press.

- Salmon, Wesley C. (1989). "Four decades of scientific explanation", in *Scientific Explanation*, sous la direction de P. Kitcher et W.C. Salmon, Minneapolis, University of Minnesota Press, 3-219.
- Schelling, Thomas C. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*, New York, Norton; trad. fr.: *La tyrannie des petites décisions*, Paris, Presses Universitaires de France, 1980.
- Sugden, Robert (2000), "Credible worlds: the status of theoretical models in economics", *Journal of Economic Methodology* 7(1), 1-31.
- Suppe, Frederick (1999). *The Semantic Conception of Theories and Realism*, Urbana, University of Illinois Press.
- Van Fraassen, Bas (1980). *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Press.
- Woodward, James (2000). "Explanation and invariance in the special sciences", *The British Journal for the Philosophy of Science* 51(2), 197-254.