



HAL
open science

Quelle méthodologie pour une étude des modèles DSGE ? Suggestions à partir d'un état des lieux des recherches sur la modélisation

Francesco Sergi

► To cite this version:

Francesco Sergi. Quelle méthodologie pour une étude des modèles DSGE ? Suggestions à partir d'un état des lieux des recherches sur la modélisation. 2014. halshs-01109676

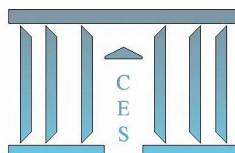
HAL Id: halshs-01109676

<https://shs.hal.science/halshs-01109676>

Submitted on 26 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Quelle méthodologie pour une étude des modèles DSGE ?
Suggestions à partir d'un état des lieux des recherches
sur la modélisation**

Francesco SERGI

2014.67



Quelle méthodologie pour une étude des modèles DSGE ?

Suggestions à partir d'un état des lieux des recherches sur la modélisation

Francesco Sergi

L'objectif du papier est de définir un cadre méthodologique pour une analyse critique d'une classe particulière de modèles macroéconomiques, les modèles d'équilibre général dynamique et stochastique (*dynamic stochastic general equilibrium*, DSGE). Il s'agit de mettre en évidence des pistes de réflexion épistémologique qui permettent de sonder la méthodologie et l'histoire sous-jacentes aux modèles DSGE. Pour atteindre cet objectif nous nous appuyons sur une revue de littérature sur les modèles et la modélisation en philosophie, histoire et sociologie des sciences. Cette démarche qui essaie de déterminer, de façon interdisciplinaire, une méthodologie apte à traiter un objet particulier.

Le panorama du vaste corpus existant a été organisé autour de deux définitions complémentaires de l'objet (le « modèle » en tant que concept pour la philosophie et l'histoire des sciences, et la « modélisation » en tant que pratique scientifique pour la sociologie des sciences) et de trois problématiques structurantes (qu'est-ce qu'un modèle ? comment construit-on un modèle ? quelle est la fonction d'un modèle ?). A partir de cet état des lieux, nous discutons ensuite les axes de recherche pertinents pour une étude des DSGE, en se focalisant notamment sur l'interaction inter- et intradisciplinaire, sur les mécanismes de l'expertise et la logique de médiation entre théorie et données.

Mots-clés : modèles macroéconomiques, DSGE, épistémologie économique, modélisation, nouvelle synthèse néoclassique

Classification JEL : B41, B22

The purpose of the paper is to provide a methodological framework for a critical analysis of a specific class of macroeconomic models, namely the dynamic stochastic general equilibrium models (DSGE). We suggest some epistemological reflections to explore the underlying methodology and history of the DSGE models. To do this, we decided to rely on a literature review on the contributions about the notion of model and modelling in philosophy, history and sociology of sciences. Our approach tries to define, in an interdisciplinary way, a consistent methodology for dealing with a specific object.

The review of this large literature has been organized around two complementary definitions of the object (“model” as concept, for the philosophy and history of sciences, and “modelling” as a scientific practice, for the sociology of science) and around three fundamental questions (what is a model? how to build a model? what is the purpose of a model?). Starting from this review, we discuss the main elements which are consistent with an analysis of DSGE models, focusing in particular on intra- and interdisciplinary interactions, on the mechanisms of policy expertise and on the mediation between theories and data.

Keywords: macroeconomic models, DSGE, modelling, new neoclassical synthesis, epistemology of economics

JEL Classification: B41, B22

Quelle méthodologie pour une étude des modèles DSGE ?

Suggestions à partir d'un état des lieux des recherches sur la modélisation

*Francesco Sergi**

La modélisation constitue la « méthodologie de travail dominante des économistes du XX^{ème} siècle » (Morgan, 2008, p.1) et l'économie une « science fondée sur les modèles »¹. A partir des années 1960 une littérature spécifique a cherché à analyser la modélisation en tant que démarche scientifique.² Cette réflexion prête au départ une attention particulière aux sciences de la nature, là où la diffusion des modèles a occupé très tôt une place dominante. Plus récemment, les recherches sur la modélisation se sont tournées vers l'économie.

Trois problématiques, qu'on appellera par la suite les trois « questions canoniques » sur la modélisation, structurent l'ensemble de cette littérature :

1. Qu'est ce qu'un modèle ?
2. Comment construit-on un modèle ?
3. Quelle est la fonction d'un modèle ?

Nous proposons ici de distinguer trois approches à ces questions. Premièrement, les philosophes des sciences répondent à une interrogation générale sur le statut de la modélisation en tant que démarche scientifique, interrogation qui s'insère dans les débats traditionnels autour des questions épistémologiques (vérité, rapport épistémologie-ontologie, règles de correspondance, ...). Une deuxième approche a été produite par les économistes eux-mêmes, en s'interrogeant de façon critique sur leurs propres pratiques, dans une visée positive (de compréhension méthodologique), mais surtout dans une volonté normative, de sélection des normes des « bonnes » pratiques de modélisation en économie.³ Enfin, les historiens et sociologues des sciences se sont emparés des trois questions canoniques en bouleversant l'objet, passant de l'étude d'un concept, le modèle, à l'étude d'une pratique, la modélisation, pourvue donc d'une dimension historique et sociale (Armatte, 2005).

L'objectif de ce papier est de définir un cadre méthodologique pour analyser une classe particulière de modèles macroéconomiques, les modèles d'équilibre général dynamique et stochastique (*dynamic stochastic general equilibrium*, DSGE). Ce papier propose, pour ces

* Université Paris 1 – Centre d'Economie de la Sorbonne (CES) ; Francesco.Sergi@univ-paris1.fr .

¹ Hédoïn (2012, p. 2, inspiré de Godfrey-Smith, 2006). Walliser (2011) choisit à ce propos un titre emblématique pour son dernier ouvrage : « Comment raisonnent les économistes : les fonctions des modèles ».

² Badiou (1968), Freudenthal (1961), Delattre et Thellier (1979).

³ Voir par exemple Gibbard et Varian (1978) ou, plus récemment, Gilboa *et al.* (2012).

catégories spécifiques de modélisation, des perspectives de recherche, des suggestions, des pistes de réponse aux trois questions canoniques.

Pour atteindre cet objectif nous passerons en revue la littérature sur les modèles en identifiant les problématiques essentielles, les principaux résultats et les débats encore ouverts. Cet état des lieux doit permettre de dégager les éléments utiles pour une analyse critique des modèles DSGE. Notre démarche n'est donc pas celle d'un philosophe ou d'un historien des sciences qui se propose de donner un résumé averti et complet de la littérature sur la modélisation : c'est à l'inverse une démarche d'économiste, qui essaie de déterminer, de façon interdisciplinaire, une méthodologie apte à traiter un objet particulier.

L'enjeu est de dépasser l'histoire « naïve » des DSGE (une histoire linéaire, idéalisée et univoque), proposée systématiquement par les macroéconomistes.⁴ Dans cette vision « naïve », les modèles DSGE s'imposent comme pratique dominante en macroéconomie en raison de leur « supériorité » théorique et empirique par rapport aux modèles précédents et aux modèles concurrents : en un mot, on utilise des DSGE car ce sont les « meilleurs » modèles. Construire une histoire alternative des modèles DSGE permet également d'interroger l'étonnante résilience académique et institutionnelle de ces pratiques de modélisation dans la période de crise actuelle. En effet, malgré leur échec dans la conception et la prévision de la crise⁵, ces pratiques restent la référence incontournable en macroéconomie. Citons, en guise d'illustration de l'assurance et de la force avec lesquelles s'expriment les défenseurs de cette pratique de modélisation, cette déclaration de V. V. Chari devant le Sénat américain. Le 20 juillet 2010, ce macroéconomiste de l'université du Minnesota, consultant de la Reserve fédérale de Minneapolis, témoigne devant une sous-commission du Comité pour la science, l'espace et la technologie (*Committee on Science, Space and Technology*). Les modèles macroéconomiques et leur évolution face à la crise sont l'objet de l'audition. Au sujet des DSGE, Chari affirme :

« Criticizing the model just because it leaves out some detail is not just silly, it is a sure fire indicator of a critic who has never actually written down a model.

DSGE models in macro do share common features. All of them make sure that they are consistent with the National Income and Product Accounts. (...) All of them lay out clearly how people make decisions. All of them are explicit about the constraints imposed by nature, the structure of markets and available information on choices to households, firms and the government. From this perspective DSGE land is a very big tent. Also from this perspective, there is no other game in town. A useful

⁴ Entre autres Woodford (2003), Blanchard (2000), Chari et Kehoe (2006), Fève *et al.* (2007), Tovar (2008).

⁵ Voir par exemple Châtelain (2010) et Wieland (2010), Kenny et Morgan (2011).

aphorism in macroeconomics is: "If you have an interesting and coherent story to tell, you can tell it in a DSGE model. If you cannot, your story is incoherent". ⁶

Dans sa conclusion, tout en reconnaissant l'échec des DSGE face à la crise (« *Clearly DSGE models failed to predict the recent financial crisis* »⁷), Chari plaide avec véhémence pour une poursuite de la recherche autour de cette pratique de modélisation :

« The recent crisis has raised, correctly, the question of how best to improve modern macroeconomic theory. I have argued we need more of it. After all, when the AIDS crisis hit, we did not turn over medical research to acupuncturists. In the wake of the oil spill in the Gulf of Mexico, should we stop using mathematical models of oil pressure?

The best way of using the power in the modeling style of modern macroeconomics is to devote more resources to it, not to pursue elusive chimera dreamt up in remote corners of the profession. » ⁸

Les modèles DSGE décrivent une économie structurée essentiellement autour de trois éléments⁹ : des agents représentatifs, un équilibre intertemporel et des chocs paramétriques. Les agents représentatifs (une ou plusieurs catégories de ménages et d'entreprises) sont caractérisés par des objectifs de maximisation intertemporelle d'utilité ou de profit et des anticipations rationnelles. A ces agents s'ajoute une autorité monétaire, un secteur public et parfois des éléments d'économie ouverte. La maximisation des agents donne lieu à un équilibre intertemporel, simultané et interdépendant sur l'ensemble des marchés. Les chocs paramétriques produisent la dynamique du modèle. L'éclatement d'un choc est représenté par un changement dans les valeurs des paramètres, qui perturbe la situation d'équilibre : s'amorce alors une dynamique de transition vers un nouvel équilibre, guidée par la révision, de la part des agents, de leurs comportements. La rapidité de l'ajustement dépend du degré de rigidités défini en amont, notamment en matière de salaires et de prix. Un volet empirique d'opérationnalisation du DSGE complète cette structure théorique. Ce volet empirique s'organise autour de la calibration des paramètres à partir de données microéconomiques empiriques, d'une procédure d'estimation par les méthodes de l'économétrie bayésienne et enfin d'un codage informatique.

L'objectif du papier est de mettre en évidence, à l'appui du vaste corpus de littérature sur les modèles, des pistes de réflexion méthodologiques qui permettent de problématiser

⁶ <http://science.house.gov/hearing/subcommittee-investigations-and-oversight-hearing-science-economics>

⁷ *ibid.*

⁸ *ibid.*

⁹ On s'en tiendra dans cet article à une caractérisation très minimale et non formalisée. Pour une présentation formalisée simple voir par exemple Duarte (2011) ; pour une vision plus précise, voir Woodford (2003).

cette définition essentielle des DSGE, en particulier d'en sonder la méthodologie et l'histoire sous-jacentes. Il s'agit d'interroger les DSGE en tant que démarche scientifique particulière, d'éclairer de façon critique leur statut, leur construction et leur fonction et d'en mettre à jour la dimension sociale et historique.

Notre hypothèse est que la littérature actuelle sur les modèles s'organise autour de deux approches complémentaires à l'objet de recherche : la première étudie les modèles et la modélisation en tant que concepts (ou alors comme « styles de pensée », Morgan, 2012) et la deuxième caractérise la modélisation en tant que pratique sociale. Les deux premières parties de cet article vont proposer un état de la littérature à partir de cette hypothèse : la partie 1 rendra compte de la première approche, la partie 2 de la deuxième.

L'approche à la modélisation économique en tant que concept est le fait des économistes et des philosophes des sciences s'intéressant à l'économie. Le modèle est analysé et caractérisé par sa définition, son statut épistémologique, ses fonctions, son rapport à la théorie et au monde réel. Ce dernier point est certainement le plus polémique, celui qui attise une grande partie du débat entre économistes et philosophes des sciences. Précisons donc d'emblée les termes de cette discussion, c'est-à-dire les notions de « théorie » et de « monde réel », auxquels nous ferons référence tout le long de l'article. On ne compte pas évidemment poser ici une définition originale de ces deux termes, mais juste une définition suffisamment précise et en même temps suffisamment souple pour pouvoir situer les débats qui seront présentés par la suite. Avec l'expression « monde réel » ou « monde empirique » nous ferons simplement référence à l'ensemble des phénomènes (des « faits ») observés et mesurés par les scientifiques. Par « théorie », nous entendons un système intellectuel (composé de façon hétérogène de concepts, relations, lois, ...) mobilisés par les scientifiques pour *concevoir* le monde réel. Bien entendu, cette définition minimaliste laisse notamment ouverte la question de l'interdépendance entre théorie et monde réel ; nous ne pouvons pas la résoudre ici. C'est pour cela que nous faisons appel, dans cette définition préalable, à la polysémie du mot « concevoir », qui peut être entendu comme « comprendre » (si on considère le monde réel comme préexistant à la théorie) mais également comme « créer » ou « exprimer » (si on considère que les « faits » du monde réel sont entièrement conventionnels, produits par la théorie). Dans un sens comme dans l'autre, théorie et monde réel constituent deux objets, deux moments, deux plans distincts de la pratique scientifique.

La deuxième approche à la modélisation qui sera traitée dans cet article élargit la réflexion sur les modèles économiques aux modélisateurs et aux usagers. Cette démarche, propre à l'histoire et à la sociologie des sciences, explore systématiquement des dimensions

complémentaires au statut conceptuel du modèle. Le résultat est une vision de la modélisation où la dimension conceptuelle (définition, statut épistémologique, rapport au monde réel et à la théorie) est complétée par trois autres dimensions : une géographie disciplinaire, rendant compte des continuités (et des discontinuités) inter- et intradisciplinaire dans les pratiques de modélisation ; une sociologie, attentive aux logiques qu'animent les communautés de modélisateurs ; enfin, une dimension historique, se focalisant sur les conditions matérielles (techniques, institutionnelles) qui impulsent l'évolution des pratiques de modélisation.

Dans la partie 3 de l'article, nous montrerons d'abord l'apport des deux littératures pour une analyse des modélisations DSGE : nous esquisserons les contours d'une méthodologie pour traiter cet objet spécifique. Cependant, nous essayerons également de mettre en avant quelques éléments de réflexion sur les apports potentiels de l'étude des DSGE pour la littérature sur la modélisation. Jusqu'ici, peu d'auteurs se sont penchés de façon critique sur cette classe de modèles, mais l'originalité de cet objet ne se résume justement pas à cette nouveauté. L'originalité réside plutôt en la capacité de cette pratique de modélisation à ouvrir des voies nouvelles pour la littérature sur la modélisation. Par leurs caractéristiques spécifiques (une forme particulière d'interdisciplinarité, des techniques économétriques nouvelles, les usages de la simulation, un rapport étroit avec l'expertise, ...) les modèles DSGE s'insèrent dans les problématiques ouvertes dans la littérature sur la modélisation ; autrement dit, ils fournissent des réponses originales aux trois questions canoniques.

1. La modélisation vue par les économistes et les philosophes des sciences

L'objectif de cette première partie est de présenter un état de la littérature sur les modèles proposée par les économistes et les philosophes des sciences. Elle sera structurée autour de trois points majeurs de consensus et trois points de controverse. Les points de consensus définissent la modélisation en tant que démarche scientifique autonome, particulière, distincte à la fois de l'activité théorique et de l'observation empirique ; les points de débats explorent en revanche la problématique de la cohérence et de la pertinence de la modélisation en tant que démarche scientifique autonome.

Dans la première section de cette partie, nous allons traiter les éléments faisant aujourd'hui consensus. Ceux-ci portent essentiellement :

1. sur l'hétérogénéité des définitions de modèle, à la fois inter- et intradisciplinaire ;

2. sur la construction des modèles comme une « recette de cuisine » (Boumans, 1999), combinant donc éléments théoriques, empiriques, formels, littéraires. La principale conséquence de cette nature composite des modèles est leur statut autonome et leur rôle de médiateurs entre théorie et monde réel ;
3. sur le pouvoir épistémique des modèles, autrement dit sur leur capacité à produire de la connaissance, que ce soit sur le plan théorique et/ou empirique.

Quant aux points de désaccords, ils se rapportent également à trois questions, qui seront traitées dans la deuxième section de cette partie. Le « paradoxe de l'explication » proposé par Reiss (2012) fournira un fil conducteur, actuel et polémique, pour aborder :

1. le rapport du modèle au monde réel et la possibilité d'appréhender ce rapport par un critère de vérité (au sens logique de caractérisation d'une proposition comme vraie ou fausse);
2. la nature des connaissances livrées par le modèle, en particulier la possibilité de les définir comme des explications et, plus particulièrement, des explications causales ;
3. la coexistence, nécessaire pour Reiss (2012) comme pour d'autres auteurs, des catégories de vérité et d'explication pour que le modèle constitue une démarche scientifique épistémologiquement cohérente.

1.1 Hétérogénéité, recette et pouvoir épistémique des modèles

Qu'est ce qu'un modèle ? Il faut prendre acte de l'hétérogénéité des pratiques existantes et d'une multitude de définitions possibles. Comment construit-on un modèle ? Par un assemblage, une « recette » selon la célèbre métaphore culinaire de Boumans (1999), assemblage qui confère au modèle un statut autonome et un rôle de médiateur entre la théorie et le monde réel. Quelle est la fonction d'un modèle ? Le modèle possède un pouvoir épistémique, autrement dit il produit des connaissances. Voilà trois réponses largement partagées aux trois questions canoniques sur la modélisation.

1.1.1 Hétérogénéité inter- et intradisciplinaire des modèles

Les premiers ouvrages de philosophies des sciences sur la modélisation constituent, le plus souvent, des recueils de contributions hétéroclites, faisant référence à différents domaines disciplinaires.¹⁰ Cette forme de contribution est emblématique d'une prise de conscience de l'hétérogénéité interdisciplinaire des modèles et d'un constat d'« impuissance » face à la question « qu'est-ce qu'un modèle ? ». Les monographies rassemblées dans ces

¹⁰ Freudenthal (1961), Delattre et Thellier (1978), Morgan et Morrison (1999) ; plus récemment Nouvel (2002a).

ouvrages traitent tour à tour de la modélisation en physique, en biologie, en économie, en chimie, en météorologie et climatologie... mais les introductions peinent à présenter des dénominateurs communs (qui se limitent à l'idée d'une démarche scientifique autonome et distincte de la théorie et de l'observation empirique). Les éléments de différenciation pour les définitions des modèles peuvent être multiples : le dispositif matériel du modèle (une maquette physique, un système mathématico-logique, ...), la présence d'éléments quantitatifs, la généralité des conclusions, la capacité de produire des prévisions... Tous ces éléments sont en conflit avec une vision interdisciplinaire unifiée de la modélisation.¹¹ Cette hétérogénéité est conçue, le plus souvent, de façon anhistorique : les diverses formes de modélisation coexistent dans un même espace temporel.

Les mêmes conclusions sont valables pour l'hétérogénéité *intradisciplinaire* des modélisations, en l'occurrence en économie. Gibbard et Varian (1978) sont représentatifs de cette démarche. Dans leur article, ils se livrent à une « statique comparative » de différentes formes de modèle en économie, à partir d'une véritable taxonomie de la modélisation. Leur classification est construite à partir d'un critère simple : le rapport du modèle au monde réel, entendu ici comme monde « empirique » issu de la quantification.¹² Ainsi, ils proposent une distinction entre « modèles pratiques » (autrement dit empiriques, reposant sur une estimation économétrique ou une calibration) et « modèles théoriques », à leur tour partagés entre « modèles idéaux » (faisant appel à un « cas de figure idéal ») et « modèles descriptifs » (essayant de « décrire un aspect du monde réel »). Ceux-ci se divisent ultérieurement entre modèles descriptifs « par approximation » (la description se rapprochant le plus possible de l'objet) et « par caricature » (la description se détachant volontairement de l'objet).

L'irréductibilité du concept de modèle à un ensemble de caractéristiques communes, tant interdisciplinaire qu'intradisciplinaire, amène à un choix de recherche sur la définition pertinente de l'objet « modèle ». Autrement dit, les réflexions ont tendance à produire des taxonomies plus ou moins complexes dans l'objectif de se focaliser¹³ par la suite sur *une* forme de modélisation, pour laquelle il devient possible de produire une conception *localement* homogène. Ainsi, philosophes des sciences et économistes se sont essentiellement

¹¹ L'absence d'une vision générale unifiée est souvent considéré comme une limite importante pour cette littérature : voir par exemple Walliser (2004), Armatte et Dahan (2004b). La vision structuraliste-syntaxique et la vision sémantique des modèles se revendiquent comme une tentative de dépasser cette hétérogénéité et de constituer une « théorie générale de la modélisation » (Morgan, 1998 ; Da Costa et Newton, 2000).

¹² Gibbard et Varian (1978) et la plupart de la littérature sur les modèles économiques font tous référence au modèle *principalement* comme système logico-mathématique. Il n'est pas donc possible de distinguer les différents modèles en termes de « support », comme pour les classifications interdisciplinaires.

¹³ A partir de différents critères : soit par la « primauté » d'une démarche de modélisation particulière soit par les problématiques méthodologiques qu'elle soulève.

concentrés, dans leurs analyses, sur les modèles de la microéconomie et sur trois modélisations en particulier: Akerlof (1970)¹⁴, Hotelling (1929)¹⁵ et Schelling (1978)¹⁶.

1.1.2 Métaphore de la recette, autonomie et médiation

Comment construit-on un modèle ? Boumans (1999) propose une métaphore simple à ce sujet. La construction du modèle peut s'assimiler à une recette de cuisine, mêlant en proportions variables (propres au savoir-faire de chaque « cuisinier ») des « ingrédients » issus de la théorie, de l'observation empirique, des techniques mathématiques ou de l'ingénieur, du langage. La recette d'un modèle peut comprendre des concepts théoriques, des faits stylisés, des données quantitatives, des notions mathématiques, des dispositifs matériels, des éléments linguistiques (l'analogie, le compte), des recommandations politiques, Cette métaphore se construit à partir de la généralisation de nombreuses études de cas¹⁷ : lorsqu'on se penche sur les « étapes intellectuelles » de construction d'un modèle, cette dimension composite apparaît clairement.

La métaphore « culinaire » de Boumans impliquent deux conséquences : l'*autonomie* du modèle et son rôle de *médiateur* par rapport à l'activité théorique et à l'observation empirique. Ces deux concepts fondent notamment la pertinence de la modélisation comme démarche scientifique et objet à part entière pour la philosophie des sciences (Morgan et Morrison, 1999).

Le modèle se configure comme une entité autonome car dotée *par construction* d'un statut épistémologique et ontologique propre, distinct de celui de la théorie et du monde réel. Nous avons présenté dans l'introduction la frontière entre théorie et monde réel. Le modèle se glisse dans cette frontière, pour l'occuper et l'élargir. Il est en effet distinct de la théorie, dans la mesure où il fait appel explicitement à des éléments du « monde réel » ; de même, il est distinct du monde réel, dans la mesure où il se construit avec des objets, des structures et une matérialité « abstraits », propres à la démarche théorique (Morgan, 2003).

Le statut autonome du modèle lui confère un rôle de *médiateur* entre théorie et monde réel. Comme le souligne Morgan (1998) l'idée de *médiation* doit être distinguée, justement à partir du critère d'autonomie, de l'idée d'*intermédiation*. Par intermédiation il faut comprendre une simple mise en relation du théorique et de l'empirique, qui laisse inchangés les énoncés des deux niveaux. Le modèle agit en médiateur dans la mesure où il fournit aux

¹⁴ Gilboaet al. (2012), Sugden (2000, 2009)

¹⁵ Gilboaet al. (2012), Reiss (2012)

¹⁶ Sugden (2000, 2009)

¹⁷ Voir par exemple Knuuttila et Boon (2011) sur Carnot, ou Morgan (2004a et 2012) sur la boîte d'Edgeworth.

modélisateurs un moyen pour créer des problématiques et des résultats nouveaux, qui débordent à la fois ceux de la théorie et ceux de la démarche empirique.

1.1.3 La fonction du modèle : le pouvoir épistémique

Le modèle a pour fonction de livrer des connaissances¹⁸. Le consensus autour du pouvoir épistémique de la modélisation rejette notamment l'idée d'une fonction *exclusivement* rhétorique ou pédagogique de la modélisation.¹⁹ Le modèle n'est pas simplement une forme de langage ou d'illustration, qui serait utilisée dans l'affirmation et la diffusion des connaissances élaborées en amont. En cohérence avec l'idée d'autonomie du modèle, la modélisation est conçue comme une activité de production de connaissances (une démarche scientifique à part entière donc) et cela sur trois dimensions. Chaque dimension répond à la question « comment le modèle nous livre-t-il une connaissance ? ».²⁰

La première forme du pouvoir épistémique des modèles est la production théorique. Dans ce cas de figure, le modèle se caractérise comme un moyen de dépasser la « rationalité limitée du théoricien » (Walliser, 2011) : c'est un outil pour la formulation et la vérification de la rigueur interne d'une théorie ou pour sa complexification en termes d'énoncés (Gibbard et Varian, 1978). En mot, la modélisation sert « d'exploration conceptuelle »²¹ pour le théoricien. Cette conception correspond, en économie, à la définition de « modélisation comme activité théorique » (*modelling as theorizing* ; Morgan, 2008 en référence à la démarche énoncée par Koopmans, 1957).

La deuxième forme du pouvoir épistémique du modèle est la production empirique. Dans ce cas, l'activité de modélisation devient une manière de « voir le monde ». Elle intervient également sur la « rationalité limitée » du scientifique, mais cette fois plutôt dans un sens de simplification, de « domestication » : le monde réel, trop complexe, est rendu intelligible pour le scientifique, tant du point de vue de la perception que de la compréhension intellectuelle (Bailer-Jones, 2003). Le modèle livre une connaissance sous forme d'énonciation des relations ou des « structures » de son objet (Hughes, 1997), de production d'une image ou d'une narration sur le monde (Morgan, 2012), de quantification des

¹⁸ Nous nous en tiendrons, dans cette sous-section, à un sens très général de la « connaissance », associé avec une pluralité de définitions possibles, comme le fait par exemple Walliser (2011), pour qui « connaître » c'est à la fois « représenter, calculer, tester, créer, intervenir, communiquer ».

¹⁹ Voir notamment, sur ce point, la position de Morgan par rapport à McCloskey (Morgan, 1998 ; 2001 ; 2012)

²⁰ Ce triple « champ de discussion » autour du pouvoir épistémique des modèles fait accord, et recoupe d'ailleurs notre définition « ouverte » de la connaissance. Dans une démarche plus historique, Morgan (2008) reprend également l'idée de ce triple champ d'action pour les modèles en économie.

²¹ Hausman (1992), Hughes (1997), Frigg (2002), Morgan (2012)

phénomènes (Boumans, 2007). En somme, le modèle est un « outil d'enquête sur le monde » (Morgan, 2008 ; en référence à la démarche d'Irving Fisher (1991 [1892]).

Enfin, le modèle est une façon de connecter la théorie et le monde réel. Le modèle sert d'outil de test, de validation : une partie du modèle (ses hypothèses, ses mécanismes, ses conclusions, ses prévisions, ...) fournit une connaissance qui va être confrontée à la connaissance produite par la théorie et le monde réel. Cette confrontation, qui peut s'organiser selon divers critères épistémologiques (vérification, falsification, similarité), cherche à déterminer la pertinence du modèle par rapport à la théorie et au monde réel. En économie, cette approche consiste à utiliser le modèle pour « faire coller les théories au monde » (*fitting theories to the world* : Morgan, 2008, cette fois en référence à Tinbergen, 1937).

1.2 Débats en cours : autour du « paradoxe de l'explication »

L'objectif de cette section est de résumer les débats qui traversent la littérature sur la modélisation produite par les économistes et les philosophes de sciences. Ces désaccords se sont récemment exprimés dans un numéro spécial du *Journal of Economic Methodology*, qui présente une série de commentaires d'un d'article de Reiss (2012). Reiss (2012) propose un « paradoxe de l'explication », un outil pour aborder, de façon pédagogique et systématique (Reiss, 2013), les problèmes posés par la modélisation en économie. Le paradoxe est formalisé par trois propositions :

1. les modèles économiques sont faux ;
2. les modèles économiques sont néanmoins explicatifs;
3. seule une relation vraie peut être explicative.

Ces trois propositions de Reiss (2012), et surtout les réactions qu'elles ont suscitées, fournissent une occasion d'éclairer trois débats essentiels sur la modélisation en économie, débats qui divisent les économistes et les philosophes des sciences. Nous allons donc structurer cette section autour de trois problématiques. La première aborde la question de la « vérité » des modèles économiques, autrement dit de la nature « vraie » ou « fausse » de la relation qui s'établit entre le modèle et le monde réel. La deuxième problématique interroge la nature de la connaissance qui nous est délivrée par le modèle : est-ce une connaissance en termes d'explication, plus précisément d'explication causale ? La troisième question présente l'existence d'un paradoxe et son enjeu, c'est-à-dire la cohérence (ou l'incohérence) de la modélisation en tant que démarche scientifique.

1.2.1 Vérité

Peut-on affirmer que « les modèles économiques sont faux » ? Parmi les commentateurs de Reiss (2012), une grande majorité s'attaque principalement à cette question. Deux approches radicalement différentes s'opposent. Cependant, la ligne de partage n'est pas tellement la *réponse* à cette question, mais la *pertinence même de la question*. D'une part, nous avons donc un courant de pensée en philosophie des sciences qui considère la possibilité d'appréhender les modèles à travers un critère de vérité, défini comme une caractérisation, par « vrai/faux » des propositions logiques constitutives du modèle. D'autre part, nous avons un courant de recherche, rassemblant des philosophes des sciences et une majorité d'économistes, qui refuse tout simplement la possibilité d'utiliser les catégories de la logique (vrai/faux) pour caractériser les modèles.

Le courant « structuraliste/syntaxique » et le courant « sémantique » proposent une vision de la modélisation comme une *représentation* du monde réel.²² Cela veut dire que, même si le modèle « n'est pas le monde réel », il existe une correspondance, une connexion entre les deux. Dans cette conception, le pouvoir représentationnel du modèle est régi par un critère de vérité s'appliquant aux *structures* (l'ensemble des relations qualitatives et quantitatives entre phénomènes) des deux niveaux : la correspondance entre la structure du modèle et celle de son objet (le monde réel) doit être déterminable selon une caractérisation logique du type « vrai/faux ». Cette forme de réalisme épistémologique a recours à des critères plus ou moins souples : pour certains auteurs, la règle de correspondance prend la forme d'un isomorphisme mathématique entre la structure de l'objet représenté et la structure de sa représentation par le modèle ; d'autres font appel à des critères moins rigides comme la « similarité », l'« homologie » ou encore l'« analogie ». La vision globale reste néanmoins toujours articulée par une vision de la représentation en termes de relations entre structures logiquement déterminables comme vraies ou fausses (Frigg, 2002).

Le rejet de la catégorie logique de la vérité pour l'analyse de la modélisation se construit autour de deux points : premièrement, la mise en évidence des contradictions internes à la vision structuraliste et sémantique, sur lesquelles on ne se penchera pas ici²³ ; deuxièmement, une analyse qui se focalise sur l'objectif et l'action des modélisateurs. Cette dernière critique est avancée par le courant pragmatiste en philosophie des sciences et par les économistes.

²² Citons parmi les principaux auteurs ayant travaillé dans ces courants de recherche : Da Costa et French (2000), Hughes (1997) Suppe (1977, 1989), Suppes (1962, 1988), Suarez (2004), Van Fraassen (2004).

²³ Notamment l'impasse de la notion d'isomorphisme et le problème ontologique posé par la définition du monde réel en termes de structure (Morgan, 1998 ; Frigg, 2002 ; Knuuttila, 2005 ; Morgan et Knuuttila, 2012).

L'attention portée sur les modélisateurs éclaire les processus créatifs intervenants dans la construction et la manipulation des modèles. Le terme « créatif » nous semble pouvoir bien regrouper une série assez diverse d'opérations de modélisation : isolement et idéalisation²⁴, approximation²⁵, caricature et analogie²⁶, métaphore²⁷, recours à des dispositifs narratifs²⁸, ... Le point commun est justement la « création », par l'imagination du modélisateur, d'éléments originaux qui n'ont pas d'existence propre dans le monde réel.²⁹ Cette vision de la modélisation implique que les modèles ne constituent jamais des représentations régies par une règle de correspondance évaluable en tant que vérité logique. Il y aurait un « monde dans le modèle » et un monde extérieur au modèle, chacun répondant à des formes distinctes : on ne peut donc pas s'exprimer sur la relation entre les deux en termes de vrai/faux.

Ce rejet de la pertinence même de l'affirmation « les modèles économiques sont faux » se fonde d'abord sur une exigence de rigueur : le constat d'une composition hétérogène des modélisations (non seulement énoncés formels, mais aussi analogies, récits, ...) implique l'impossibilité d'avoir recours à la logique.³⁰ Un autre argument consiste à introduire un « degré » dans la vérité des modélisations : *certain*s énoncés contenus dans les modèles seraient *vrais*. Cette posture de « vérité partielle » du modèle, ou de vérité *par rapport* à certains aspects de l'objet décrit par le modèle,³¹ fait écho aux thèses instrumentalistes énoncées par Friedman (1953) et largement reprises (plus ou moins fidèlement) en économie : les hypothèses fausses nécessitent seulement d'être vraies « dans un certain domaine »³² pour assurer la pertinence des conclusions. Finalement, c'est la pertinence des conclusions (c'est-à-dire la capacité du modèle à prédire ce qui se passe dans le monde réel) qui permet de trancher ; le modèle en lui-même n'est justement qu'un instrument, subordonné à l'objectif du modélisateur.

1.2.2 Explication et explication causale

Le problème de l'explication et de l'explication causale est compréhensible comme une interrogation sur la forme prise par le pouvoir épistémique des modèles : quels types de

²⁴ Mäki (2005, 2013), Weisberg (2007)

²⁵ Gibbard et Varian (1978)

²⁶ Gibbard et Varian (1978), Sugden (2000), Morgan (2012)

²⁷ Utaker (2002), Nouvel (2002b)

²⁸ Morgan (2001 ; 2004a ; 2012), Rubinstein (2006)

²⁹ Les auteurs du courant structuraliste et sémantique conçoivent parfois, eux aussi, une intervention du modélisateur, mais cette intervention n'est pas « créative » : elle reste soumise aux impératifs de vérité et elle ne constitue qu'un acte d'intermédiation. Voir par exemple la position « déflationniste » de Suarez (2004).

³⁰ Mäki (2013), Hausman (2013).

³¹ Grüne-Yanoff (2013), Sugden (2000 ; 2009 ; 2013).

³² C'est l'interprétation « d'instrumentalisme raffiné de Friedman » proposée par Mongin (1987 ; 1988).

connaissances les modèles nous livrent-ils sur la théorie et sur le monde réel ? Trois types de réponse se dégagent dans ce débat : les modèles sont explicatifs et ils le sont au sens *causal* du terme ; les modèles n'expliquent pas les causalités ; les modèles n'expliquent pas *exclusivement* des causalités.

La première approche fonde les propriétés explicatives des modèles sur l'idée d'équivalence stricte avec l'expérimentation (Mäki, 2005, 2013). La possibilité de concevoir cette identité repose sur la notion d'« isolement » (*isolation*) des facteurs causaux³³. L'objectif du modélisateur est d'« isoler » des facteurs causaux d'intérêt parmi l'ensemble des facteurs causaux en action dans le monde réel. Les modèles et les expériences de laboratoire sont le résultat de cet isolement : ils constituent des « mondes artificiels » (des « mondes de laboratoire ») où les interactions sont contrôlées, de façon à rendre intelligible l'action de certaines causes d'un phénomène.

La deuxième position rejette l'équivalence entre modélisation et expérimentation et, par conséquent, rejette la possibilité pour les modèles de livrer une connaissance en termes d'explication causale. L'impossibilité de l'isolement constitue l'argument central pour étayer cette thèse. Ce postulat d'impossibilité se fonde cependant sur une certaine multiplicité d'explications. L'impossibilité est soit due à une difficulté épistémologique propre à l'économie (Cartwright, 2009), soit à un éloignement « matériel » des modèles par rapport au monde, ce qui les distingue des expériences.³⁴

La troisième position, plus attentive aux pratiques concrètes de la modélisation, s'appuie sur le principe d'hétérogénéité pour définir une pluralité des formes de connaissance délivrées par le modèle. Plus spécifiquement, elle considère que les auteurs niant la capacité de la modélisation à fournir des explications causales s'appuient sur des « mauvais exemples » (des exemples où les modèles sont investis d'une autre fonction que l'explication causale) pour démontrer, de façon générale, que les modèles ne fournissent pas d'explication causale (Grüne-Yanoff, 2013). Il s'agit finalement d'un positionnement très pragmatique, qui reconnaît la compatibilité et la validité des deux arguments précédents. Cela passe encore une fois par une analyse des conditions de possibilité du processus d'isolement : parfois ces conditions (épistémologiques, matérielles) sont remplies, parfois elles ne le sont pas.

Les deux positions de rejet (systématique ou ponctuel) de la capacité des modélisations à fournir une explication causale laissent quand même ouverte la question de

³³ Ou des « capacités » selon la conception de Cartwright (1998), dont la littérature sur l'isolation s'inspire majoritairement, bien que Cartwright elle-même ait finalement rejeté la validité de la notion d'isolation dans le cas des modèles économiques (Cartwright, 2009).

³⁴ Morgan (2005), Hédoin (2012), Alexandrova et Northcott (2013).

savoir en quoi réside alors le pouvoir épistémique des modèles en termes d'explication. On peut considérer que l'élément commun aux réponses alternatives consiste en l'idée d'un apport du modèle en tant qu'outil heuristique pour le modélisateur. Autrement dit, si la modélisation ne fournit pas de véritables explications causales, elle en donne du moins l'intuition ou une série d'intuitions pour construire des explications.³⁵

1.2.3 Vérité et explication : y a-t-il vraiment un paradoxe ?

Le paradoxe formulé par Reiss (2012) est-il pertinent ? Si l'on en juge par les contributions présentes dans le numéro spécial du *Journal of Economic Methodology*, la réponse sera sans hésitation négative. Si un débat subsiste sur la caractérisation, causale ou non causale, de la capacité explicative des modèles, on a vu en revanche que la pertinence même du premier énoncé du paradoxe (« les modèles économiques sont faux ») est fortement remise en question par un nombre important d'auteurs.

Qu'en est-il du troisième énoncé (« seulement une relation vraie peut être explicative ») ? Cette proposition de Reiss (2012) incarne un positionnement très tranché de l'auteur dans certains débats traditionnels en épistémologie. C'est d'ailleurs sur ce point incontournable que Reiss exprime, en se réclamant explicitement d'une tradition « positiviste » et du « modèle déductif-nomologique », ce qui constitue d'après lui une démarche scientifique solidement fondée méthodologiquement. Ce point fait également débat, en l'occurrence entre Reiss (2012 ; 2013) et Sugden (2000 ; 2009 ; 2013). Sugden propose en effet la « crédibilité » et la « légitimité » des explications comme critère méthodologique suffisant, position dédaigneusement rejetée par Reiss³⁶.

L'existence d'un paradoxe réside donc pour Reiss (2012) dans la confrontation des deux premiers énoncés. L'essentiel de la démonstration de Reiss (2012) s'appuie sur l'étude du modèle de différenciation de produit d'Hotelling (1929), considéré comme parfaitement emblématique des pratiques de modélisation en économie. En mobilisant cet exemple, Reiss vise à prouver l'existence en économie de « modèles explicatifs faux ». Ainsi, la correspondance entre le modèle d'Hotelling et le monde réel est caractérisée comme « manifestement fausse » (au sens structuraliste/sémantique du terme) ; cependant, le modèle se revendique comme explicatif. Sur ce point Reiss (2012) conçoit le modèle comme équivalent du cadre expérimental : c'est, d'après lui, toujours *par isolement* que les économistes construisent leurs modèles. L'isolement et l'explication causale fournie par les

³⁵ Hausman (1992, 2013), Gilboa *et al.* (2012).

³⁶ « Les préférences des économistes [à ce sujet] ne constituent pas une justification suffisante » (Reiss, 2012).

modèles se trouvent alors « pris au piège » par la contradiction avec les deux autres énoncés du paradoxe.

Nous ne discuterons pas davantage le « paradoxe de l'explication » ; participer à cette controverse n'est pas l'objectif de cet article. Nous nous sommes simplement appropriés ce débat pour éclairer les désaccords qui traversent, encore à l'heure actuelle, la littérature sur la modélisation produite par les philosophes des sciences et les économistes. Par la suite, nous essayerons de mettre en évidence comment notre objet particulier (les modèles DSGE) peut s'insérer dans ces catégories litigieuses de la vérité et de l'explication, et comment notre étude peut contribuer à nourrir la réflexion autour de la cohérence de la modélisation en tant que démarche scientifique.

2. La modélisation vue par l'histoire et la sociologie des sciences

L'histoire et la sociologie des sciences proposent d'analyser la modélisation en attribuant un rôle central aux modélisateurs et aux usagers du modèle. Cette irruption des acteurs de la modélisation appelle la construction d'une vision plus complète que celle proposée par la philosophie des sciences, une vision qui rend compte à la fois des aspects *conceptuels* et de la dimension sociale et historique de la modélisation en tant qu'*activité*. A cela nous ajouterons une dimension de « géographie disciplinaire » (inspirée par Armatte, 2005), autrement dit la localisation d'une modélisation donnée *par rapport* à la modélisation dans d'autres domaines disciplinaires. Cette approche géographique doit se concevoir comme l'analyse d'un rapport d'interaction dynamique entre les disciplines et au sein des disciplines, et elle se distingue de la logique de « statique comparative » propre à la philosophie des sciences.

Dans la première section de cette partie, nous développerons le contenu de ces trois axes d'analyse (géographie disciplinaire, sociologie et histoire des modèles).³⁷ Nous mettrons en évidence comment ce consensus permet de compléter l'approche présentée dans la première partie. On montrera que l'analyse des logiques géographiques, sociales et historiques de la modélisation permet de fournir une réponse plus complète aux trois questions canoniques.

Dans la deuxième section de cette partie, nous dresserons un état des perspectives de recherche encore ouvertes dans cette littérature. En effet, l'histoire et la sociologie des

³⁷ Les trois axes sont fortement imbriqués, ils se complètent et se nourrissent mutuellement. Cependant, nous ferons ici, dans un souci de structuration de notre exposé, le choix de les traiter séparément.

sciences se sont penchées de façon approfondie sur les pratiques de modélisation qui ont émergé en économie dans les années 1920-1930 et qui se sont imposées dans l'après-guerre. Cependant, un ensemble de nouvelles pratiques se sont développées à partir des années 1980. Elles sont nouvelles au sens où elles sont « encastrées » dans un nouvel environnement historique et elles sont investies de nouvelles logiques sociales et d'une nouvelle géographie disciplinaire.

2.1 Géographie disciplinaire, sociologie et histoire de la modélisation

L'image de la modélisation proposée par l'histoire et la sociologie des sciences apporte essentiellement trois éléments de compréhension nouveaux par rapport à ce que propose la philosophie des sciences traditionnelle.

En premier lieu, la « géographie disciplinaire » des modèles économiques permet de les situer dans une continuité par rapport aux pratiques d'autres sciences physiques et sociales. Cette continuité se fonde sur un processus, historiquement situé, d'emprunt et d'appropriation, par les premiers économètres, du concept de modèle élaboré par les logiciens et les physiciens.

Deuxièmement, la dimension sociale met en lumière la position particulière des modèles économiques ; position particulière car elle se situe dans un processus « d'ingénierie sociale ». La fonction des modèles économiques en ressort comme le résultat d'une tension entre deux logiques sociales agissant au sein de la communauté des modélisateurs : une finalité de compréhension et une finalité d'intervention. Cela permet de situer les modèles par rapport à leur finalité concrète d'expertise et d'aide à la décision.

Enfin, le cadre historique nous livre une compréhension plus large des « conditions matérielles » de production de la modélisation. Cela renvoie non seulement à l'analyse des cadres institutionnels dans lesquels évoluent les modélisateurs, mais également des interactions avec les transformations historiques ou techniques.

2.1.1 Géographie disciplinaire de la modélisation

La géographie disciplinaire de la modélisation prend directement le contrepied du concept d'hétérogénéité des modèles en philosophie des sciences. Nous avons caractérisé cette hétérogénéité comme indépassable et comme étant à la fois inter- et intradisciplinaire. En philosophie des sciences la notion d'hétérogénéité comportait une sorte de constat d'impuissance à parvenir à une conception unifiée de la modélisation, d'où le choix de se limiter à des conceptions localement homogènes.

L'histoire et la sociologie des sciences, pour leur part, fournissent une réponse plus complète à celle qu'on a défini comme étant la première question canonique : qu'est-ce qu'un modèle ? La réponse alternative fournit notamment une vision *unifiée* ou de *continuité* de la modélisation à travers une *hétérogénéité* des domaines d'application. Cette réponse alternative propose d'abord de situer les différentes notions de modèle non pas dans l'ahistoricité, dans un espace temporel commun, mais dans une séquence historique. A partir de là peut se déployer une géographie disciplinaire (qui est donc aussi historique) de la modélisation, un itinéraire de « voyage » du concept de modèle d'une discipline à une autre ou, au sein d'une même discipline, d'un domaine à un autre. Dans chaque étape du voyage, le modèle est approprié par chacun selon ses propres logiques et exigences : il est emprunté, exporté, saisi en tant qu'outil de coordination de différents savoirs.³⁸

Cette notion de géographie disciplinaire s'applique aux modèles économiques à travers une étude des continuités et des discontinuités qui existent avec d'autres domaines disciplinaires. Il est notamment possible de lire l'essor général de la notion de modèle en économie à la lumière de l'essor de la notion de modèle en économétrie et de lire celle-ci, à son tour, à lumière l'évolution générale des sciences naturelles, plus en particulier de l'évolution de la notion de modèle en physique, en mathématiques et en logique.

Israel (1996), Bouleau (1999), Le Gall (2002), Armatte (2005, 2010) permettent, parmi d'autres travaux, de discerner une continuité dans les formes hétérogènes de la modélisation au début du XX^{ème} siècle. Cette continuité peut être mise en évidence par le concept « d'analogie mathématique » (Israel, 1996) : le formalisme mathématique incarné par un modèle est défini comme « construction partielle et *ad hoc* », pertinente car elle permet de *reproduire* certains phénomènes.³⁹ Cette conception se fraie un chemin d'abord en physique, suivant une transformation profonde, au début du XX^{ème} siècle, de la conception du monde proposée par cette discipline. Les logiciens actifs autour du Cercle de Vienne s'emparent ensuite de la question de la modélisation mathématique pour résoudre un certain nombre de questions formelles. La refonte « sur le fond » (par les physiciens) et « sur la forme » (par les logiciens) de la notion de modèle se stabilise dans les années 1930. A ce moment devient possible d'« importer » la définition de modèle en économie, en passant d'abord par l'économétrie.

³⁸ L'idée d'appropriation permet de distinguer cette approche de celle de « concept nomade » (Armatte, 2010).

³⁹ Ce concept est opposé à celui d'« analogie mécanique » (Israel, 1996), fondé sur l'idée d'unité de la nature (unité saisissable et réductible par le langage mathématique) et sur une justification ontologique des formes de la modélisation.

L'idée de continuité interdisciplinaire et intradisciplinaire autour d'une conception de la modélisation comme « analogie mathématique » constitue un aspect central de la délimitation des formes et du sens de la modélisation en économie. Les frontières de la modélisation sont ainsi posées dès les années 1930 : si d'autres formes de formalisation mathématiques ont existé précédemment, elles sont en ce sens incommensurables (au sens kuhnien) avec les formes actuelles.⁴⁰

2.1.2 Sociologie de la modélisation

La deuxième question canonique s'interroge sur la construction des modèles. L'histoire et la sociologie des sciences apportent une réponse doublement pertinente. Elle est, tout d'abord, cohérente avec la « métaphore de la recette » apportée par la philosophie des sciences. Deuxièmement, elle est clarificatrice par rapport aux débats autour du « paradoxe de l'explication », sur les notions de vérité et d'explication.

Cette réponse repose sur une conception sociologique qui démultiplie les intervenants autour de la conception du modèle. Le sens d'une conception sociologique est double. Premièrement, elle conçoit la pratique de la modélisation comme l'action d'une « communauté », qui inclut les modélisateurs mais aussi les usagers. Le deuxième aspect de cette conception sociologique relève des logiques hétéroclites et antagonistes qui animent cette communauté. Le modèle se forge à travers des interactions entre les différents acteurs, que ce soit des collaborations, des négociations ou des affrontements. La modélisation est donc l'enjeu de ces interactions interdisciplinaires, intradisciplinaires, idéologiques ou politiques : ce sont elles qui *construisent* le modèle.⁴¹

Cette vision de la modélisation en tant qu'outil de coordination et enjeu de négociation entre modélisateurs et usagers acquiert un sens nouveau dans le cas de la construction et de la diffusion des modèles économétriques et macroéconométriques pendant les années 1930. Ces deux catégories polaires d'acteurs construisent une tension fondamentale entre deux conceptions de la fonction du modèle : d'une part, une finalité d'*intervention*, d'action sur la réalité sociale ; d'autre part, une finalité, traditionnelle pour les chercheurs, de compréhension (théorique *et* empirique) du monde réel. Concrètement, cette tension entre savoir et pouvoir s'incarne dans les exigences d'efficacité du modèle en termes d'expertise: précision dans les prévisions, « praticité » dans la manipulation, adéquation aux données... L'essor d'une

⁴⁰ Une autre distinction essentielle pour l'économie est celle entre modélisation d'une part et raisonnement axiomatique e l'autre. Sur cette bifurcation, voir Mongin (2003, 2004) et Armatte (2004a).

⁴¹ Cette vision de la modélisation est cohérente avec le rôle prédominant attribué aux controverses scientifiques par la sociologie des sciences.

logique sociale orientée par l'intervention se relie plus largement à la réflexion sur l'évolution du rôle joué par les économistes en tant qu'« ingénieurs sociaux ».⁴²

2.1.3 Histoire et modélisation

Nous avons décrit dans les deux sous-sections précédentes deux formes d'interactions qui ont la modélisation comme centre et comme enjeu : les processus d'échange et d'appropriation inter- et intradisciplinaire, c'est-à-dire la dimension géographique du modèle ; les logiques de négociations et de coordinations entre savoirs et pouvoirs, c'est-à-dire la dimension sociologique. Ces deux formes d'interaction nécessitent, pour une compréhension plus complète, d'être mises en relation avec les évolutions historiques. La littérature en histoire et en sociologie des sciences a mis en évidence deux dynamiques historiques qu'ont exercé une profonde influence sur les modèles : le contexte géopolitique qui va de la deuxième guerre mondiale jusqu'à la guerre froide et l'évolution de la régulation économique qui va de la crise de 1929 jusqu'aux chocs pétroliers.⁴³

Le contexte géopolitique pour la période 1939-1989 peut être considéré comme la principale « condition de possibilité » pour les interactions interdisciplinaires qui ont lieu aux Etats-Unis, comme la *Cowles Commission* et la *RAND corporation*. C'est dans ce contexte de mobilisation générale de la société américaine, d'abord dans le cadre du deuxième conflit mondial, ensuite dans la confrontation avec l'URSS, qu'apparaissent des cadres de travail communs de scientifiques venus d'horizon disciplinaires différents.⁴⁴ Ces structures fournissent non seulement des cadres intellectuels et matériels pour le développement de la modélisation économique : ils permettent également des développements techniques et technologiques indispensables, notamment par le développement des premiers ordinateurs (Mirowski, 2002), de nouveaux dispositifs de quantification (Desrosières, 2008).

L'émergence d'une nouvelle régulation économique, centrée sur la planification, est le deuxième mouvement historique majeur pour rendre compte de l'évolution des pratiques de modélisation.⁴⁵ Les formes et les objectifs de la planification émergent d'abord du cadre de l'intervention étatique pendant la Grande Dépression, puis ils se renforcent dans le contexte de l'économie de guerre et, enfin, s'affirment dans le mode de régulation propre au régime de croissance des Trente Glorieuses. La régulation étatique ou internationale⁴⁶ représente à la

⁴² Entre autres : Bouleau (1999, 2002), Armatte (2010), Desrosières (2003, 2008).

⁴³ Ces deux mouvements historiques sont évidemment imbriqués, mais on se permettra ici de les distinguer.

⁴⁴ Desrosières (1999), Salomon (2001), Pestre (2006), Armatte (2004b).

⁴⁵ Voir entre autres Desrosières (1999 ; 2003), Armatte et Dahan (2004a).

⁴⁶ Par exemple dans le cadre de la planification des efforts de reconstruction dans l'après-guerre (plan Marshall et création de l'OCDE), ou encore dans la gestion du nouveau régime de changes fixes.

fois un moteur pour la création de nouveaux objets pour la modélisation (prévision conjoncturelle, analyse sectorielle, ...) et de nouvelles structures institutionnelles « gourmandes » de modèles (Commissions de planification nationales, nouvelles institutions internationales).

2.2 Evolutions récentes : complexité, intervention, prospective

Les mutations récentes des pratiques de modélisation constituent une source importante de réflexion pour l'histoire et la sociologie des sciences (Dahan-Dalmenico, 2007) : l'objectif de cette section est de fournir un aperçu de ces problématiques nouvelles.

Bien qu'une certaine continuité existe avec les dynamiques de la modélisation des années 1930-1970, ces mutations ne sont pas juste des évolutions linéaires des pratiques de modélisation. Elles constituent souvent des véritables innovations, des bouleversements des logiques cognitives et sociales dans la communauté des modélisateurs. C'est en raison de leur caractère novateur qu'elles suscitent des débats parmi les historiens et les sociologues des sciences. Dans ce domaine, les études autour des modèles de changement climatique ont constitué un terrain de recherche fécond et, en l'état actuel, le plus abouti.⁴⁷

Les innovations dans les pratiques de modélisation contemporaines combinent essentiellement trois éléments. Sur plan de la géographie disciplinaire, des nouvelles interactions intra- et interdisciplinaires voient le jour, donnant vie à des « modèles complexes ». Sur plan sociologique, les nouvelles pratiques de modélisation en économie vont dans le sens d'une résolution de la tension entre compréhension et intervention « en faveur » de cette dernière. Les logiques « d'ingénierie sociale » deviennent dominantes au sein de la communauté des modélisateurs, en autonomisant davantage le modèle dans son rapport à la théorie. Ce changement est lié, sur plan historique, à l'émergence de nouveaux objets et problèmes, dans le cadre d'une « société du risque » (Beck, 2001 [1986]) où les scientifiques sont appelés à co-construire avec la sphère politique une compréhension commune des « risques ». Ces nouveautés transforment fondamentalement l'usage de la modélisation, notamment par l'essor d'une démarche « prospective » qui a un recours systématique à l'usage de la simulation et du scénario.⁴⁸

2.2.1 Complexité

Les historiens et sociologues des sciences font l'hypothèse d'une montée, à partir de la deuxième moitié des années 1970, d'une modélisation « complexe ». Ce terme générique de

⁴⁷ Armatte et Dahan (2004a), Armatte (2007), Dahan-Dalmenico (2007)

⁴⁸ Armatte (2007), Laurent et Monnier (2013), Varenne (2012), Morgan (2004b)

modèle ou de « système » complexe doit être compris à partir de l'analyse de la géographie disciplinaire des modèles. Dans la section précédente, nous avons mis en évidence la continuité de la notion de modèle, à chaque fois appropriée et transformée d'une discipline à l'autre. La tendance récente peut être conçue comme un renforcement et une intensification de cette logique d'emprunt. Autrement dit, les modèles ont tendance à devenir « complexes » dans le sens où emprunts, analogies et appropriations se multiplient. Une des conséquences est le brouillage des frontières disciplinaires opéré par la modélisation : le caractère composite des modèles complexes en ferait finalement des objets qu'appartiennent, théoriquement et méthodologiquement, à toutes les disciplines et à aucune en particulier.

L'émergence de modélisations complexes s'ancre dans un changement substantiel de facteurs techniques et institutionnels (Salomon, 2001). Ce sont ces évolutions à impulser des formes plus poussées, quantitativement et qualitativement, d'interaction interdisciplinaire.

La diffusion et le développement des ordinateurs et de l'informatique fournissent les conditions de possibilité techniques pour la construction de modélisation de taille grandissante et l'intégration de toujours plus d'éléments théoriques et empiriques. La manipulation simple et peu coûteuse permise par l'informatique impulse donc des modèles plus interdisciplinaires.

La deuxième transformation est institutionnelle. Il s'agit de l'essor de nouveaux cadres de travail interdisciplinaires, à partir des années 1970, liés à l'émergence de nouveaux enjeux géopolitiques et économiques, notamment la question du changement climatique et celle d'une nouvelle gestion des relations internationales dans l'après Bretton Woods et dans l'après guerre froide. Ces transformations impulsent la création de nouvelles structures interdisciplinaires à l'échelle internationale, comme le Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC) ou les cadres européens (Commission européenne, BCE, ...), mais surtout avec le renforcement des institutions internationales existantes (FMI, Banque mondiale, OCDE, ONU, ...). N'oublions pas enfin que l'essor des marchés financiers et de nouveaux intervenants privés de grande taille construisent des structures originales pour l'interaction interdisciplinaire, autour de la modélisation, d'économistes, mathématiciens, ingénieurs et financiers.⁴⁹

2.2.2 Intervention

Nous avons montré, dans l'analyse de la dimension sociologique du modèle, la tension existante lorsqu'on s'intéresse aux logiques sociales qu'animent les différents acteurs de la

⁴⁹ MacKenzie (2006), MacKenzie *et al.* (2007), Armatte (2009).

modélisation. Cette tension constitue essentiellement une confrontation entre savoir et pouvoir, entre la finalité de compréhension (propre aux modélisateurs) et la finalité d'intervention (portée par les usagers). Nous avons souligné que la construction des modèles peut être comprise comme le résultat de cette interaction conflictuelle. Les nouvelles formes de modélisation qui ont émergé à partir des années 1970 se caractérisent par une « victoire » de la finalité d'intervention. La fonction du modèle est d'intervenir sur le monde réel : telle est la réponse, dans les pratiques sociales, à la troisième des questions canoniques.

Cette vision d'histoire et de sociologie des sciences découle de l'observation des pratiques de modélisation, transformées par des exigences d'« efficacité » en termes d'expertise et d'aide à la décision: produire des prédictions, des prévisions précises, démontrer une plus grande adéquation aux données, être « pratiques » à manipuler...En résulte une « sélection » des modélisations par ces critères d'efficacité et de manipulabilité s'opère. C'est par exemple le cas pour les modèles macroéconométriques ; ceux-ci ont été supplantés, dans leur tâche de prévision conjoncturelle, par les modèles à vecteurs autorégressif (VAR).⁵⁰

Parmi les explications de cette tendance, on peut faire appel à deux phénomènes. Un, plus général, d'une nouvelle place des sciences dans la société, telle qu'elle est évoquée par Beck (2001 [1986]) : les scientifiques sont appelés de façon systématique à co-construire avec la sphère politique un certain nombre de problématiques propres à la « société du risque ». Plus particulièrement, en ce qui concerne l'économie, cette évolution constitue une continuité dans l'essor du rôle d'« ingénierie sociale ».

La principale conséquence de cette orientation « interventionniste » des nouveaux modèles est l'autonomisation par rapport à leur support théorique. Le cas des modèles VAR est encore une fois emblématique : ces modélisations n'entretiennent qu'un lien faible avec la théorie économique, elles se structurent essentiellement à travers leur rapport aux données. Cette tendance à une relation privilégiée de la modélisation avec le monde réel (défini ici, bien entendu, comme étant *construit* et exprimé par les données statistiques) renforcent la tendance à l'autonomisation des modèles par rapport aux théories, rejoignant le phénomène de « complexification » et de brouillage des frontières disciplinaires.

2.2.3 Prospective

La période historique qui s'ouvre au milieu des années 1970 peut être caractérisée, entre autres, par une grande instabilité économique, sociale et politique. Les chocs pétroliers

⁵⁰ Ce critère de sélection des modèles fait évidemment écho à l'idée de Friedman (1953) de sélection des théories par leur capacité à prévoir.

d'abord, les crises monétaires, financières, la construction européenne et l'effondrement du bloc soviétique... Ce contexte de changements et d'instabilité historique se retrouve dans l'évolution de la modélisation, au moins dans deux aspects.

Le premier a déjà été traité dans la sous-section précédente, et c'est la question de l'efficacité des modèles en termes d'intervention. Face à des grands enjeux d'action publique, plus particulièrement dans une situation de crise, d'« urgence » plus ou moins dramatisée, on comprend plus facilement la force nouvelle, décisive, prise par les logiques sociales portées par les usagers des modèles.

Le deuxième aspect est un changement plus profond, une démarche nouvelle dans la conception méthodologique de la construction du modèle et notamment de son rapport à l'avenir et à l'incertitude. Une démarche qualifiée de démarche « prospective ». Le fondement théorique sur lequel repose cette démarche est le rejet de l'idée d'invariance des structures, une idée qui fait écho aux bouleversements historiques rappelés plus haut.

Il ne s'agit pas seulement de rejeter toute forme de déterminisme, mais d'aller plus loin et de théoriser une multiplicité d'avenirs *possibles*⁵¹, une multiplicité de trajectoires futures au départ d'une situation donnée. « Prospector » revient donc à saisir le modèle en tant qu'outil de simulation de ces multiples futurs, incarnés dans des scénarios. La construction du modèle et son fonctionnement résultent ainsi d'une hybridation cohérente entre deux éléments. D'une part, les composantes formelles de la modélisation et les données sur le présent (et sur le passé éventuellement). D'autre part, un dispositif de type narratif, un récit sur les évolutions possibles du système décrit par le modèle. Un scénario se construit à partir de la formulation d'un jeu d'hypothèses, externes aux mécanismes du modèle, souvent formulées de façon littéraire et correspondant à une « histoire » sur l'évolution possible du monde réel. Le support narratif interroge la modélisation sous la forme de la question « qu'advierait-il si... ? ». La réponse est fournie à travers des simulations, autrement dit par la mise en œuvre des mécanismes internes à la modélisation. Le résultat final produit par l'interaction entre la narration et le modèle constitue le scénario proprement dit et illustre et quantifie le futur possible proposé par la narration. Les différents scénarios sont enfin interprétés et comparés par l'introduction des nouveaux récits, autrement dit des descriptions narratives des dynamiques à l'œuvre dans la simulation du modèle. Les modèles de changement climatique et notamment les scénarios produits par le GIEC représentent encore une fois le cas le plus étudié dans la littérature d'histoire et sociologie des sciences.

⁵¹ L'idée de « possible » implique notamment l'absence d'une probabilisation des différentes issues futures.

3. Perspectives de recherche pour l'analyse des modèles DSGE

Comment les pratiques de modélisation DSGE peuvent être appréhendées d'un point de vue méthodologique ? Esquisser la réponse à cette question constitue l'objectif de cet article. Pour le remplir, dans cette troisième partie nous mobiliserons les deux courants de recherche sur la modélisation présentés précédemment. Nous ferons appel à la fois à leurs résultats « consensuels » et aux controverses ou thématiques ouvertes : nous montrerons notamment sur ces deux points qu'une étude méthodologique critique des DSGE peut apporter des éléments originaux dans les débats en cours.

Nous allons structurer cette partie autour d'une déclinaison spécifique des trois questions canoniques ; nous poserons donc des pistes de réflexion autour des trois questions suivantes :

1. Qu'est-ce qu'un modèle DSGE ?⁵²
2. Comment construit-on un modèle DSGE ?
3. Quelle est la fonction d'un modèle DSGE ?

Notre exposition veut également attirer l'attention du lecteur sur la pertinence du choix de l'objet par rapport à une thématique de recherche plus large, à savoir une histoire méthodologique de la macroéconomie contemporaine et de sa manière de concevoir et pratiquer l'expertise et l'aide à la décision pour la politique économique.

La macroéconomie connaît en effet à partir des années 1970 un bouleversement fondamental de son paradigme disciplinaire, une véritable révolution scientifique en termes d'objet, de résultats et de méthodes.⁵³ Ces changements amènent l'essor de nouvelles pratiques de modélisation : dans les années 1980, les modèles de *real business cycle* (RBC) et les modèles néokeynésiens ; à partir de la fin des années 1990, les modèles DSGE⁵⁴. Nous allons proposer quelques éléments qui permettent de situer les DSGE au sein de cette histoire, plus précisément comme synthèse, comme aboutissement, comme cristallisation de l'évolution de la discipline.

Les modélisations du type DSGE représentent aujourd'hui la pratique de modélisation dominante en macroéconomie, tant au niveau académique qu'au sein des institutions chargées

⁵² Cette question est évidemment à entendre au sens critique du terme ; nous avons déjà défini dans l'introduction ce qu'est un modèle DSGE, il s'agit maintenant de creuser derrière les éléments formels de la définition.

⁵³ Voir par exemple Boyer (1997), Snowdone et Vane (2005), De Vroey et Malgrange (2007), De Vroey (2009).

⁵⁴ Ces modèles sont associés à l'essor d'une « nouvelle synthèse néoclassique » en macroéconomie, autrement dit une synthèse disciplinaire entre macroéconomie néoclassique, théorie du cycle réel et macroéconomie néokeynésienne (Goodfriend et King, 1997 ; De Vroey, 2009 ; Duarte, 2011).

de la politique économique ou de l'expertise (banques centrales, institutions internationales notamment). L'analyse des modèles DSGE se situe donc également au sein d'une histoire de la place de la macroéconomie dans la conception et de la pratique de l'expertise.

3.1 Qu'est-ce qu'un modèle DSGE ? Vision géographique et débat sur la vérité

Dans cette section, nous allons transposer la première question canonique à l'étude des DSGE. Autrement dit, on esquissera les éléments méthodologiques qui nous paraissent pertinents pour appréhender la question « qu'est-ce qu'un modèle DSGE ? ».

Dans la première sous-section, nous reviendrons sur la pertinence de la géographie disciplinaire de la modélisation, notamment de la notion de modèle « complexe ». Nous montrerons que cette forme de modélisation constitue un lieu privilégié d'interactions, d'analogies et de transports inter- et intradisciplinaires, dans le contexte particulier de l'évolution récente de la macroéconomie. Dans la deuxième sous-section, nous nous pencherons plus spécifiquement sur une question ouverte en philosophie des sciences, à savoir le débat autour de la « vérité du modèle ». Nous montrerons que la modélisation DSGE se situe clairement dans le sillage des positions majoritaires chez les économistes, caractérisées par le rejet pur et simple de la catégorie de « vérité ».

3.1.1 Les DSGE comme modèles complexes

Les DSGE peuvent se concevoir comme aboutissement d'une appropriation, par leurs modélisateurs, d'une série de pratiques de modélisation assez vaste. Autrement dit, les DSGE représentent un « assemblage de modèles » hétéroclite et mouvant, qui s'inscrit dans l'essor d'une « modélisation complexe », mis en exergue par l'histoire et la sociologie des sciences. La conséquence majeure de ce phénomène est l'autonomie croissante de la modélisation, brouillant les frontières intra- et interdisciplinaires par l'intensité des emprunts.⁵⁵

Il paraît donc du moins difficile de se contenter d'une analyse en termes de « statique comparative » entre notions de modèle, tout comme il paraît insatisfaisant de construire une définition épistémologique en faisant appel à des classifications du type de celles proposées par Gibbard et Varian (1978) : les modèles DSGE appartiennent en effet à la fois à toutes ces catégories et à aucune en particulier.

L'histoire et la sociologie des sciences permettent en revanche de démêler le statut des DSGE, en retraçant une géographie claire des transferts intra- et interdisciplinaires. Nous

⁵⁵ Voir Azariadis et Kaas (2007), au titre emblématique *Is dynamic general equilibrium a theory of everything?*

pouvons identifier trois pôles de cette géographie : les modèles d'équilibre général walrassien, les modèles néokeynésiens et la théorie du cycle réel (RBC).

Les modèles d'équilibre général walrassien constituent une référence explicite au niveau méthodologique et au niveau des postulats théoriques. En termes de méthodologie, les DSGE adoptent : le raisonnement axiomatique et la rigueur mathématique de la tradition de l'équilibre général (telle qu'elle a été élaborée notamment sous l'impulsion de la *Cowles Commission*)⁵⁶ ; la dimension dynamique et monétaire de l'équilibre général⁵⁷ ; une démarche déductive, de construction préalable d'un « monde artificiel » dont seulement les conclusions sont testables et testées (Lucas, 1977). En termes de postulats théoriques, les DSGE revendiquent : l'existence d'un équilibre unique, stable et efficient⁵⁸ ; une caractérisation fondamentale des agents fondée sur l'utilité, la maximisation et la coordination par les prix.

Les modèles néokeynésiens sont largement présents dans la modélisation DSGE : on retrouve assez souvent dans la littérature l'expression « DSGE néokeynésien ». Par « modèles néokeynésiens », on entend une gamme hétérogène de modélisations élaborées dans les années 1980-1990, ayant essentiellement deux points communs : l'adhésion aux principes méthodologiques de l'équilibre général walrassien (Boyer, 1997) ; l'intérêt pour des formes de rigidité et d'imperfection des marchés et des comportements des agents (Blanchard, 2000). Les DSGE intègrent cette tradition en adoptant notamment deux hypothèses théoriques : les rigidités des prix et des salaires ; les imperfections sur les marchés en termes de concurrence monopolistique. Remarquons que les modélisations néokeynésiennes revendiquent une démarche de « reconnexion » entre le modèle et monde réel, qui passerait par l'introduction d'hypothèses plus « réalistes », plus proches de l'observation.

Les modèles RBC constituent enfin le troisième ingrédient de la « recette » pour la modélisation DSGE. Elaborée par Kydland et Prescott (1982)⁵⁹, cette tradition inspire les DSGE sur le terrain de l'analogie mathématique choisie pour représenter le monde. L'élément principal de cette représentation est la dynamique de « cheval à bascule » (Frisch, 1933) : les DSGE forment des systèmes initialement à l'équilibre, perturbé par des chocs exogènes sur leurs paramètres ; l'impulsion fournie par les chocs se propage ensuite à travers les mécanismes internes des modèles ; par ces mécanismes, on obtient après un certain temps un retour du système à une forme de stabilité. Un deuxième élément hérité des RBC est la

⁵⁶ Voir par exemple Goutsmedt (2013).

⁵⁷ En faisant référence notamment à l'école de Stockholm et aux travaux de Wicksell (Woodford, 2003).

⁵⁸ Une position cohérente avec l'intuition de Walras et le programme de recherche traditionnel de ce courant, mais néanmoins à situer par rapport aux résultats (et aux impasses) plus récents (théorème de Sonnenschein-Mantel-Debreu).

⁵⁹ Qui s'inspirent à leur tour de Lucas (1972).

méthode de quantification empirique, fondée sur un recours initial à la calibration des paramètres.

3.1.2 Le débat sur la vérité

Dans les débats qui animent la philosophie des sciences nous avons choisi précédemment de reprendre le « paradoxe de l'explication » proposé par Reiss (2012) comme « fil rouge » pour illustrer les trois principaux éléments de controverse. Nous reviendrons ici sur le premier énoncé (« les modèles économiques sont faux »), qui recoupe plus précisément la problématique sur la définition du modèle (les deux autres questions vont être traitées par la suite).

Est-ce que les modèles DSGE sont appréhendés comme une « représentation vraie » du monde réel ? Les modélisateurs s'inscrivant dans cette approche se classe très nettement du côté de ceux qui rejettent la pertinence même de cette interrogation et, par conséquent, rejette en bloc le débat sur la vérité et l'idée d'un paradoxe méthodologique de la modélisation.

D'une part, les DSGE se construisent explicitement comme « mondes artificiels », suivant la démarche formulée par Lucas (1977) : un ensemble d'hypothèses cohérent au sens logique et un ensemble de résultats déduit logiquement de ces hypothèses, dont seulement les conclusions sont testables. Il existe certes une tension entre cette tradition et les apports du courant néokeynésien, animé par un « souci de réalisme » dans la formulation des hypothèses. Cependant, on ne peut pas considérer que ces hybridations remettent en cause la démarche d'ensemble : les DSGE restent des modèles dont la pertinence méthodologique se fonde sur le réalisme des conclusions et sur leur capacité à prévoir, dans une ligné instrumentaliste.

L'usage concret des modélisations de type DSGE nous renvoie, en deuxième lieu, au caractère extra-logique de certains éléments du modèle. En effet, les DSGE fonctionnent principalement comme des outils de simulations. Cette démarche attribue un rôle fort aux dispositifs narratifs implantés dans le modèle. Cela vaut pour la dynamique globale (fondée sur le récit de « cheval à bascule ») tout comme pour les dynamiques « ponctuelles », par exemple sur l'allure du comportement des consommateurs. Cette association systématique entre récit et structure formelle du modèle construit un objet méthodologiquement mixte. Il ne peut donc pas être analysé en termes de « vérité des énoncés » au sens structuraliste ou au sens positiviste de Reiss (2012), car il ne se compose pas exclusivement d'énoncés logiquement déterminables en termes de vrai/faux. Le récit répond plutôt à une justification de l'ordre de ce qui est « vraisemblable » ou « crédible » (Sugden, 2000). L'importance du

dispositif narratif dans la modélisation DSGE renvoie donc à ce qu'on a défini précédemment comme un « rôle créatif » du modélisateur.

3.2 Comment un DSGE est-il construit ? Validité de la métaphore de la recette et sa dimension sociale

Dans cette section, nous reformulons la deuxième question canonique sur la modélisation par rapport à notre objet spécifique : comment construit-on un modèle DSGE ? Nous allons montrer qu'on peut tirer parti des deux courants de recherche présentés précédemment pour structurer une réponse complète. D'une part, nous montrerons la pertinence de la « métaphore de la recette » et des catégories d'autonomie et de médiation. D'autre part nous ferons appel à la dimension sociale proposée par l'histoire et la sociologie des sciences pour mettre en lumière le rôle central des négociations entre différents acteurs dans la construction des DSGE.

3.2.1 Recette, autonomie et médiation dans les modèles DSGE

On peut très aisément montrer la pertinence de la « métaphore de la recette » dans le cas des modèles DSGE. Ces modélisations se construisent toujours autour d'un volet théorique et d'un volet empirique. Ces deux principales catégories d'« ingrédients » se déclinent en une multitude d'éléments qui recourent toute la typologie proposée par Boumans (1999) dans sa métaphore : des énoncés théoriques, par exemple la caractérisation des agents ; des éléments issus de l'observation empirique et des « faits stylisés », notamment les valeurs attribuées aux paramètres par la calibration ; des notions et des techniques mathématiques, comme la log-linéarisation ; des techniques d'ingénieur, à savoir le codage sur logiciel ou le filtrage des données ; des métaphores ou d'autres éléments linguistiques, comme la dynamique de « cheval à bascule » ; des données empiriques, notamment les paramètres estimés par la méthode bayésienne ; des perspectives ou des recommandations d'intervention politique, par exemple la caractérisation des banques centrales par un objectif-règle d'inflation.

La pertinence de la métaphore de la recette permet de considérer comme valides les deux principales conséquences mises en valeur par la philosophie des sciences, à savoir le statut autonome du modèle et sa nature de médiateur entre théorie et monde réel. Pour renforcer cette fameuse thèse, popularisée par Morgan et Morrison (1999), il paraît intéressant de se tourner vers un argument souvent avancé par les macroéconomistes de la « nouvelle synthèse néoclassique ». On peut en effet considérer que ceux-ci présentent

systématiquement les modèles DSGE dans une optique de médiation entre théorie et monde réel, et qu'ils font de cette fonction la principale *qualité* des DSGE, par exemple dans la controverse avec les modèles VAR.⁶⁰

Il est néanmoins nécessaire d'apporter une nuance, qui découle du caractère particulier des modèles DSGE en tant que modèle complexe. Leur rôle de médiateur par rapport à la théorie se configure de façon ambiguë lorsqu'on considère le brouillage des frontières intra- et interdisciplinaires qui résulte de cette nature « complexe ». De même, pour ce qui est du rapport au monde réel, les modèles DSGE intègrent et combinent, à travers l'estimation bayésienne, deux dimensions quantitatives du « monde réel ». D'une part, le monde empirique des études microéconomiques, qui définit la calibration des paramètres. D'autre part, le monde réel de la macroéconomie, autrement dit le monde empirique des « grands agrégats » issus de la comptabilité nationale. Si ces derniers priment, tranchant sur la valeur estimée finale des paramètres, la présence des premiers est un élément de construction significatif. On peut donc considérer que les DSGE sont des médiateurs entre théorie et monde réel : *cependant* il paraît important de souligner que reste à savoir quelle théorie ? Et quel monde réel ?

3.2.2 Une sociologie des DSGE/1 : conflits entre savoirs, conflits entre pouvoirs

Dans cette sous-section, nous voulons nous tourner vers la dimension sociologique de la modélisation DSGE et la manière dont se déterminent les proportions entre les différents « ingrédients ». Nous voulons en somme analyser le processus de confrontation entre savoir et pouvoir qu'animent cette « communauté de modélisateurs ».

La modélisation DSGE représente avant tout un outil de coordination entre différents savoirs : sa construction a été l'enjeu d'une confrontation entre les « théoriciens ». Dans leur forme actuelle, les modèles DSGE représentent l'aboutissement d'une longue dynamique (des années 1970 jusqu'à la fin des années 1990) de négociation et d'affrontement, au sein de la macroéconomie, entre programme de recherche néoclassique, néokeynésienne et du cycle réel. Nous avons présentés jusqu'ici ces trois approches exclusivement dans leur dimension intellectuelle, alors qu'ils s'incarnent bien évidemment dans trois courants de recherche, institutionnellement structurés. Comprendre la construction des DSGE nécessite donc d'avoir

⁶⁰ Dans le débat « VAR vs. DSGE », les défenseurs de ces derniers considèrent que les DSGE sont préférables dans la mesure où ils garantissent à la fois un lien étroit avec la théorie et une performance empirique : voir par exemple Collard et Fève (2008).

une analyse détaillée, en termes de sociologie des sciences, des controverses scientifiques qui ont animé la macroéconomie à partir des années 1970.

La littérature d'histoire et sociologie des sciences nous permet donc d'interroger le rôle des confrontations entre différents savoirs dans la construction des DSGE. Dans le même esprit, cette approche nous permet de reconstituer les interactions entre différents pouvoirs. On entend par là l'existence de différentes « logiques d'intervention », autrement dit d'une hétérogénéité dans la conception des critères d'efficacité et de manipulabilité du modèle. Il s'agit d'une donnée historique, propre à une démultiplication récente des autorités pertinentes pour l'intervention économique (Lordon, 1997). Les acteurs nationaux en charge de la politique budgétaire et fiscale, ainsi que de la planification économique ont été « maîtres du jeu » pendant les Trente Glorieuses. Aujourd'hui deux nouveaux intervenants recouvrent une nouvelle influence et autonomie. Il s'agit, d'une part, des banques centrales, dont le pouvoir a été accru par la transformation de la norme monétaire à partir des années 1980 (Aglietta et Orléan, 1998). Deuxièmement, des instances inter- et supranationales (FMI, Banque mondiale, Commission Européenne, ...), dont le poids grandissant est à relier à une mondialisation à la fois financière, monétaire et commerciale. La BCE représente un cas exemplaire de ces nouveaux usagers de la modélisation, dans la mesure où elle appartient à ces deux catégories. Les logiques sociales de ces différents acteurs, autrement dit leurs objectifs, leurs outils et leurs pratiques, sont distinctes et parfois contradictoires. Interroger le rôle qu'occupe la confrontation entre différents pouvoirs dans la construction des DSGE est donc un autre aspect important dans l'analyse de la dimension sociale de cette modélisation.

3.3 La fonction des DSGE : la primauté d'une logique d'intervention

Dans cette section, nous allons appliquer à notre objet la troisième « question canonique » de la littérature de la modélisation : « quelle est la fonction un DSGE ? »

La première sous-section abordera la problématique de la fonction d'intervention des modèles. Les DSGE représentent une solution originale de la tension entre la logique des « usagers » et des « modélisateurs » : bien qu'orientés par l'intervention et leur rôle d'« ingénierie sociale », ces modèles revendiquent une cohérence théorique et une capacité explicative forte. On démontrera comment cet aspect peut être compris à la lumière du débat en philosophie des sciences autour de la capacité du modèle à fournir des explications causales à travers une construction par isolement. La deuxième sous-section proposera une caractérisation de la fonction d'intervention des DSGE. Nous montrerons comment celle-ci

peut s'insérer, par l'usage systématique de la simulation et des scénarios, dans l'essor de la démarche prospective.

3.3.1 Une sociologie des DSGE/2 : une résolution originale de la tension entre compréhension et intervention

La modélisation DSGE est omniprésente au sein des institutions chargées de la politique économique, notamment dans les banques centrales et les institutions internationales (Tovar, 2008). Plus que ça : ce sont les « praticiens » au sein de ces institutions qui ont fortement impulsé le développement de ces modèles.⁶¹ Le développement des modélisations en termes de domaines d'expertise témoigne également du rôle moteur des institutions et expliquent la force avec laquelle s'expriment leurs exigences. De même, la création et la diffusion d'outils qui vont dans le sens d'une plus grande « manipulabilité » (logiciels, modèles de base en libre partage), renforcent une évolution des DSGE allant dans le sens d'une modélisation plus orientée par des tâches d'expertise et d'aide à la décision. L'origine et l'implantation des DSGE confortent donc l'importance de la dynamique récente mise évidence par l'histoire et la sociologie des sciences, à savoir une dynamique de renforcement du rôle d'« ingénierie sociale » des modèles.

Néanmoins, une nuance doit être apportée à cette évolution, nuance qui constitue une originalité propre aux DSGE. En effet, ces modèles sont présentés par leurs défenseurs comme un compromis réussi entre cohérence théorique et performance empirique (au sens de capacité à fournir des préconisations et des prévisions précises et utiles, de manipulabilité).⁶² Cet argument récurrent en faveur des DSGE peut être compris à travers l'adhésion à la conception du modèle comme « expérience », capable de fournir une explication causale. Même si le mot « cause » est rarement présent dans la littérature sur les DSGE, le terme « mécanismes » est lui très fréquent, de même que le mot « expérience » : on peut donc facilement faire un lien avec l'idée de « capacités » et de « machine nomologique ». En effet, les modèles DSGE sont considérés utiles à l'intervention dans la mesure où ils « décrivent les mécanismes économiques à l'œuvre » : le modèle est censé livrer une vision

⁶¹ L'essor de la modélisation DSGE correspond avec le travail conjoint entre économistes académiques et des institutions chargées de la politique économique, notamment dans le cadre de la BCE (Smets et Wouters, 2003), de la Fed (Erceg *et al.*, 2004) et du FMI (Bayoumi, 2004).

⁶² Certes, il existe aussi une gamme assez vaste de critiques de ce point. Ainsi, les théoriciens critiquent certains raccourcis pris par la modélisation au nom de l'efficacité (par exemple la log-linéarisation des solutions), alors que les « praticiens » critiquent certaines failles de la modélisation, imputables à leur ancrage théorique (par exemple l'usage d'un agent représentatif). Voir par exemple : Fève *et al.* (2007) et Azariadis et Kaas (2007).

complète des « leviers » de la politique économique.⁶³ Cette catégorie de l'explication causale se révèle particulièrement pertinente pour rendre compte de comment s'effectue, par construction, cette combinaison entre logique d'intervention et logique de compréhension. Elle s'articule d'ailleurs très étroitement avec les arguments instrumentalistes traditionnels pour évincer le débat sur la « vérité » dans le modèle (Marques, 2013).

3.3.2 Simulation et scénario : les DSGE comme démarche prospective

Les modèles DSGE sont utilisés systématiquement pour la production de scénarios à travers la simulation. Comme nous l'avons déjà expliqué, ce fonctionnement repose sur l'« implantation » d'un dispositif narratif dans le modèle. Le récit associé au modèle devient alors capable de produire une dynamique externe et interne à la modélisation : une dynamique menée, impulsée par une question interrogeant les futurs possibles (« qu'advierait-il si... ? ») et prolongée par une interprétation narrative de l'enchaînement produit par les mécanismes internes à la modélisation. Cette démarche est qualifiée de « prospective » par l'histoire et la sociologie des sciences et correspond aux développements récents de la modélisation en tant qu'ingénierie sociale, dans le contexte d'une « société du risque ».

Le dispositif narratif spécifique aux modèles DSGE consiste en l'occurrence en une « histoire de fond » fondée sur l'idée de « cheval à bascule » : l'économie à l'équilibre est « frappée » par des chocs paramétriques aléatoires, qui font basculer le système vers un cheminement vers un nouvel équilibre. Les chocs paramétriques constituent la traduction formelle du récit, ou la dynamique « interne » à la modélisation. Ce qui se cache derrière chaque choc paramétrique, généré par le modélisateur, c'est justement une question de politique économique posée au modèle, par exemple : que se passerait-il si on augmentait le niveau de concurrence sur le marché du travail ?⁶⁴ La dynamique enclenchée par ces chocs est également interprétable en termes narratifs, notamment à travers l'analyse des graphiques des fonctions dites d'« impulsion/réponse ». L'évolution des variables y est décrite par le prisme du récit fait sur le comportement des acteurs du modèle. Enfin, les résultats obtenus (les scénarios proprement dits) sont discutés en tant que « futurs possibles », à l'appui d'outils quantitatifs comme le niveau de bien-être.

Une nuance importante doit être apportée : elle constitue, encore une fois, une spécificité des modèles DSGE par rapport à d'autres modélisations contemporaines étudiées par l'histoire et la sociologie des sciences. Les DSGE jouent également un rôle important

⁶³ Cette vision complète fournie par le modèle se veut notamment en opposition à d'autres types de modélisation (modèles macroéconométriques, modèles VAR) qui fonctionneraient comme des « boîtes noires ».

⁶⁴ Pour cet exemple voir Bayoumi *et al.* (2004).

dans la prévision conjoncturelle. Cette fonction du modèle est en contre-tendance par rapport à la vision des « futurs possibles », non probabilisables, propre à la « société du risque ». Le fonctionnement du modèle n'est pas non plus le même : la composante aléatoire perd de son rôle central et laisse le devant de la scène à l'évolution des composantes déterministes.

Conclusion

Dans ce papier, nous avons proposé tout d'abord un état de la littérature sur la modélisation. Nous avons montré les résultats et les divergences des différents courants de recherche et cela nous a permis d'esquisser assez précisément les contours d'une méthodologie pour l'analyse des DSGE.

Cette méthodologie, dont la définition était l'objectif principal du papier, fait appel notamment aux concepts plus récents proposés par l'histoire et la sociologie des sciences : l'idée de géographie disciplinaire complexe, la dimension sociale des modèles orientée par les conflits entre savoirs et pouvoirs, le poids de la démarche prospective. Notre objet semble également pouvoir s'insérer dans certaines catégories traditionnelles de la littérature sur la modélisation en philosophie des sciences (métaphore de la recette, autonomie et médiation, pouvoir épistémique). Cependant, des perspectives de recherche restent ouvertes notamment autour des débats sur la question de la « vérité » et de l'explication causale. En ce sens, notre objet peut apporter des perspectives nouvelles dans les débats en philosophie des sciences, tout en contribuant également à élargir encore les horizons de l'histoire et de la sociologie des sciences. Nous essayerons de détailler, dans cette conclusion, comment cette méthodologie peut concrètement s'appliquer.

La géographie disciplinaire des DSGE suggère la nécessité de « déconstruire » cette pratique de modélisation complexe pour mettre en lumière l'imbrication des échanges et des appropriations inter- et intradisciplinaire (*cf.* 3.1.1). Cela implique donc la nécessité d'un regard rétrospectif sur les pratiques de modélisation ayant précédé les DSGE ou sur celles qui les ont concurrencés. Pour répondre à la première question canonique, il faut alors se tourner vers l'histoire de la macroéconomie. On pourrait certes se contenter d'une approche d'histoire de la pensée assez classique. Cependant, la force des conflits entre savoirs (*cf.* 3.2.2) qui détermine la dynamique de cette histoire appelle une approche en termes de sociologie des

sciences, et notamment une étude des controverses en macroéconomie et de la place qu'y prennent les pratiques de modélisation.⁶⁵

L'enjeu représenté par la question de la « vérité » du modèle occupe une place importante dans la définition des DSGE (*cf.* 3.1.2). Les modélisateurs DSGE rejettent cette catégorie. Cet aspect renvoie à la nécessité de décortiquer la littérature DSGE et, plus largement, la littérature macroéconomique récente, et cela dans une optique méthodologique. En particulier, il est important d'analyser, avec les outils de l'épistémologie, l'apport de Lucas et de son principe du modèle en tant que « monde artificiel ».

La pertinence de la métaphore de la recette et de ses implications (autonomie et médiation) dans le cas des modèles DSGE (*cf.* 3.2.1) trace une perspective de recherche autour de la définition pertinente de la « théorie » et du « monde réel ». Les DSGE réclament un rôle de médiateurs entre ces deux niveaux, il reste à comprendre comment cette médiation est construite et comment elle fonctionne. Il est donc important d'interroger notamment la place des techniques économétriques (maximum de vraisemblance, calibration, économétrie bayésienne).

La sociologie des DSGE que nous avons esquissée met en avant non seulement les conflits entre savoirs (*cf.* 3.2.2) mais surtout les conflits entre savoirs et pouvoirs et les conflits entre pouvoirs. Pour comprendre la manière dont les DSGE se construisent et fonctionnent, et surtout comment ils s'opérationnalisent au sein des institutions chargées de la politique économique, il sera donc nécessaire de se tourner vers l'analyse de la demande politique et de son influence sur les modélisateurs. Les réflexions sur l'expertise économique et sur l'évolution des politiques économiques constitueront alors un référent essentiel. De façon complémentaire, il paraît à nouveau indispensable de se tourner vers un programme de sociologie des sciences pour observer « sur le terrain » les interactions qu'ont lieu, au sein des institutions, entre modélisateurs et usagers, tant dans leur aspect rhétorique que sur le fond. Cette voie de recherche permet également d'interroger la fonction prospective des DSGE (*cf.* 3.3.2), ainsi que la caractérisation des DSGE comme « machines nomologiques » (*cf.* 3.3.1).

Cette méthodologie pour une étude des modèles DSGE, dans ses différents volets, ne reste cependant qu'une intuition, une hypothèse de travail. Nous en avons montré la pertinence mais seulement par rapport à une caractérisation minimale de l'objet à laquelle elle a vocation à s'appliquer. Elle nécessite donc d'être mise à plus rude épreuve, d'être enrichie,

⁶⁵ Notamment des controverses entre théorie du cycle réel et néokeynésiens. La controverse entre Summers (1986a, 1986b) et Prescott (1986) est exemplaire des ces débats et de l'importance accordée à la modélisation (Sergi, 2013).

nuancée et complétée au travers une confrontation avec toutes les complexités, les ruptures, les contradictions, l'histoire particulière des modèles DSGE. Dans ce papier, nous n'avons fait que des allusions à beaucoup de caractéristiques de cette pratique de modélisation. Allusions peut-être satisfaisantes pour des macroéconomistes, mais qui nécessitent en réalité d'être explicitées et clarifiées.

Bibliographie

AGLIETTA Michel et Orléan André (dir.) 1998 *La monnaie souveraine*, Paris, Odile Jacob

AKERLOF George A. 1970 « The Market for ‘Lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism », *Quarterly Journal of Economics*, 84(3), pp. 488—500

ALEXANDROVA Anna et Robert Northcott 2013 « It’s just a feeling: why economic models do not explain », *Journal of Economic Methodology*, 20(3), pp. 262-267

ARMATTE Michel 2004a « L’axiomatisation et les théories économiques : un commentaire », *Revue économique*, 55(1), pp. 130-142

ARMATTE Michel 2004b « Les sciences économiques reconfigurées par la *pax americana* », dans Dahan-Dalmenico Amy et Pestre Dominique (dir.), *Les Sciences pour la guerre, 1940-1960*, Paris, Presses de l’EHESS, pp. 129-174.

ARMATTE Michel 2005 « La notion de modèle en sciences sociales », *Mathématiques et sciences humaines*, 43(17), pp. 91-123

ARMATTE Michel 2007 « Les économistes face au long terme : l’ascension de la notion de scénario », dans Dahan-Dalmenico Amy (dir.), *Les modèles du futur*, Paris, La Découverte, pp.63-90.

ARMATTE Michel 2009 « Crise financière : modèles du risque et risque de modèle », *Mouvements*, 2009/2 n° 58, p. 160-176

ARMATTE Michel 2010 *La science économique comme ingénierie. Quantification et modélisation*, Paris, Presse des Mines

ARMATTE Michel et Amy Dahan Dalmenico 2004a « Modèles et modélisations, 1950-2000. Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux », *Revue d’histoire des sciences*, 57(2), p. 243-303

ARMATTE Michel et Amy Dahan Dalmenico 2004b « Revue bibliographique : Modèles, un panorama réflexif », *Revue d’histoire des sciences*, 57(2), pp. 441-447

AZARIADIS Costas et Leo Kaas 2007, « Is dynamic general equilibrium a theory of everything? », *Economic Theory*, vol. 32, pp. 147-197

BADIOU Alain 1968 *Le concept de modèle. Introduction à une épistémologie matérialiste des mathématiques*, Paris, Fayard

BAILER-JONES Daniela 2003 « When scientific models represent », *International Studies in the Philosophy of Science*, 17(1), pp. 59-74

BAYOUMI Tamim (dir.) 2004 *GEM. A New International Macroeconomic Model*, IMF Occasional Paper, n. 239, novembre 2004

BAYOUMI Tamin, Douglas Laxton et Paolo Pesenti 2004 *Benefits and Spillovers of Greater Competition in Europe: A Macroeconomic Assessment*, *ECB Working Paper Series*, nr. 341, avril 2004

BECK Ulrich 2001 [1986], *La société du risqué*, Aubier, Paris

BLANCHARD Olivier 2000 « What Do We Know About Macroeconomics That Fisher and Wicksell Did Not ? », *Quarterly Journal of Economics*, 65(4), pp. 1375-1409

BOULEAU Nicolas 1999 *Philosophie des mathématiques et de la modélisation. Du chercheur à l'ingénieur*, Paris, l'Harmattan

BOULEAU Nicolas 2002 « La modélisation et les sciences de l'ingénieur », dans Nouvel Pascal (dir.) 2002 *Enquête sur le concept de modèle*, Paris, PUF, pp. 101-119

BOUMANS Marcel J. 1999 « Built-in justification », dans Morgan Mary et Morrison Margaret, *Models as Mediators: perspectives on Natural and Social Science*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 66-96

BOUMANS Marcel J. 2007 *How Economists Model the World into Numbers*, Oxon, Routledge

BOYER Robert 1997 « En quoi et pourquoi les théories macro-économiques contemporaines sont-elles nouvelles ? », *CEPREMAP Working Paper*, nr. 9713, novembre 1997

CARTWRIGHT Nancy 1998. « Capacities », dans Davis John, Wide Hands et Uskali Mäki (dir.) *The Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham, Elgar, pp. 45-48

CARTWRIGHT Nancy 2009 « If No Capacities Then No Credible Worlds. But Can Models Reveal Capacities? », *Erkenntnis*, 70(1), pp. 45 – 58

CHARI Varadarajan V. et Kehoe Patrick J. 2006 « Modern Macroeconomics in Practice: How Theory Is Shaping Policy », *Journal of Economic Perspectives*, 20(4), p. 3-28

CHATELAIN Jean-Bernard 2010 « Yet Another Effort, Macroeconomists, If You Would Become Revolutionaries », communication pour conférence *Les bienfaits de la macroéconomie*, Centre Cournot pour la Recherche Economique, 2-3 décembre 2010

COLLARD Fabrice et Fève Patrick 2008 « Modèles VAR ou DSGE : que choisir ? », *Economie & prévision*, n. 183-184, pp. 153-174

DA COSTA Newton et Steven French 2000 « Models, Theories, and Structures: Thirty Years on », *Philosophy of Science*, vol. 67, *Supplement. Proceedings of the 1998 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers*, pp. S116 -S127

DAHAN-DALMEDICO Amy 2007, *Les modèles du futur*, Paris, La Découverte

DELATTRE Pierre et Michel Thellier (dir.) 1979 *Actes du colloque Elaboration et justifications des modèles*, Paris, Maloine-Douin

DESROSIERES Alain 1999 « La commission et l'équation: une comparaison des Plans français et néerlandais entre 1945 et 1980 », *Genèses*, nr. 34, pp. 28-52.

DESROSIERES Alain 2003 « Historiciser l'action publique : l'Etat, le marché et les statistiques », dans Laborier P. et Trom D. (dir.), *Historicités de l'action publique*, PUF, Paris, 2003, pp. 207-221

DESROSIERES Alain 2008 *L'argument statistique I. Pour une sociologie historique de la quantification*, Paris, Presse de l'Ecole des Mines

DE VROEY Michel 2009 *Keynes, Lucas. D'une macroéconomie à l'autre*, Paris, Dalloz

DE VROEY Michel et Pierre Malgrange 2007 « Théorie et modélisation macro-économiques, d'hier à aujourd'hui », *Revue française d'économie*, vol. 21(3), pp. 3-38

DUARTE Pedro Garcia 2011 « Recent Developments in Macroeconomics: The DSGE Approach to Business Cycle in Perspective », <http://ssrn.com/abstract=1748616>

ERCEG Christopher J., Luca Guerrieri et Christopher Gust 2005, « SIGMA : A New Open Economy Model for Policy Analysis », *International Finance Discussion Papers*, n.835, juillet 2005

FEVE Patrick, Sanvi Avouyi-Dovi et Julien Matheron 2007 « Les modèles DSGE. Leur intérêt pour les banques centrales », *Bulletin de la Banque de France*, nr. 161, p. 41-54

FISHER Irving 1991 [1892] *Mathematical Investigations in the Theory of Value and Prices*, New York, Augustus M. Kelley Publisher

FREUDENTHAL Hans (dir.) 1961 *The Concept and the Role of Models in Mathematics and Natural and Social Sciences*, D. Reidel, Dordrecht

FRIEDMAN Milton 1953 « The Methodology of Positive Economics » dans *Essays In Positive Economics*, Chicago, University of Chicago Press, 1966, pp. 3-43

FRIGG Romain 2002 « Models and Representation: Why Structures Are Not Enough », *Measurement in Physics and Economics Discussion Paper Series*, London School of Economics

FRISCH Ragnar 1933 « Propagation problems and impulse problems in dynamic economics », Oslo, Universitete Oekonomiske Institut

GIBBARD Alan et Hal R. Varian 1978 « Economic Models », *The Journal of Philosophy*, 75, pp. 664-77

GILBOA Itzhak, Andrew Postlewaite, Larry Samuelson et David Schmeidler 2012 « Economic Models as Analogies », *PIER Working Paper*, Penn Institute for Economic Research, University of Pennsylvania, n. 12-030, 31/07/2012

GODFREY-SMITH Peter 2006 « The strategy of model-based science », *Biology & Philosophy*, 21(5), pp. 725 – 740

GOODFRIEND Marvin et King Robert G. 1997 « The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy », dans B. Bernanke and J. Rotemberg (dir.), *NBER Macroeconomics Annual 1997*, Cambridge, MIT Press, pp. 231-283

- GOUTSMEDT Aurélien 2013 *L'axiomatique dans les preuves d'existence d'un équilibre général, chez Arrow et Debreu*, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Mémoire de Master 2, sous la direction de Lallement Jérôme, 06-2013
- GRÜNE-YANOFF Till 2013 « Genuineness resolved: a reply to Reiss' purported paradox », *Journal of Economic Methodology*, 20(3), pp. 255-261
- HAUSMAN Daniel M. 1992 *The Inexact and Separate Science of Economics*, Cambridge University Press, Cambridge
- HAUSMAN Daniel M. 2013 « Paradox postponed », *Journal of Economic Methodology*, 20(3), pp. 250-253
- HÉDOIN Cyril 2012 « Models in Economics Are Not (Always) Nomological Machines : A Pragmatic Approach to Economists' Modelling Practices », *Philosophy of Social Sciences*, 20(10), pp. 1-36
- HOTELLING Harold 1929 « Stability in Competition », *Economic Journal*, 39(153), pp. 41–57
- HUGHES R.I.G. 1997 « Models and representation », *Philosophy of Science*, 64, pp. 325–36
- ISRAEL Giorgio 1996 *La mathématisation du réel : essai sur la modélisation mathématique*, Paris, Ed. du Seui
- KENNY Geoffrey et Julian Morgan 2011 « Some lessons from the financial crisis for the economic analysis », *BCE Occasional Paper Series*, n. 130, octobre 2011
- KOOPMANS Tjalling 1957 *Three Essays on the State of Economic Science*, New York, McGraw Hill
- KNUUTTILA Tarija 2005 « Models, Representation, and Mediation », *Philosophy of Science*, 72, pp. 1260-1271
- KNUUTTILA Tarija et Mieke Boon 2011 « How Do Models Give Us Knowledge? The Case of Carnot's Ideal Heat Engine », *European Journal for Philosophy of Science*, 1(3), pp. 309-334
- KYDLAND Finn E. et Edward C. Prescott 1982 « Time to build and aggregate fluctuations », *Econometrica*, 50(6), p. 1345-1370

LE GALL Philippe 2002 « Les représentations du monde et les pensées analogiques des économètres : un siècle de modélisation en perspective », *Revue d'Histoire des Sciences Humaines*, 1(6), pp. 39-64

LAURENT Jean-Pierre et Eric Monnet 2013 « Manières de dire l'avenir sans nier l'incertitude : de l'économie aux sciences du climat. Entretien avec Michel Armatte », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, nr. 24, en ligne <http://traces.revues.org/5671>

LORDON Frédéric 1997 *Les quadratures de la politique économique. Les infortunes de la vertu*, Paris, éditions Albin Michel

LUCAS Robert E. 1972 « Expectations and the Neutrality of Money », *Journal of Economic Theory*, 4, 103–124

LUCAS Robert E. 1977 « Understanding Business Cycles », *Journal of Monetary Economics*, 5(7), p. 29

MACKENZIE Donald 2006 *An Engine, Not a Camera. How Financial Models Shape Markets*, Cambridge (US), MIT Press

MACKENZIE Donald, Fabien Muniesa et Lucia Siu 2007 *Do economists make markets? On the performativity of Economics*, Princeton, Princeton University Press

MÄKI Uskali 2005 « Models are experiments, experiments are models », *Journal of Economic Methodology*, 12(2), pp. 303-315

MÄKI Uskali 2013 « On a paradox of truth, or how not to obscure the issue of whether explanatory models can be true », *Journal of Economic Methodology*, 20(3), pp. 268-279

MARQUÉS Gustavo 2013 « A plea for reorienting philosophical attention from models to applied economics », *Real-world economics review*, 65, pp. 30-43

MIROWSKI Philip 2002 *Machine Dreams. Economics Becomes a Cyborg Science*, Cambridge (UK), Cambridge University Press

MONGIN Philippe 1987 « L'instrumentalisme dans l'essai de Friedman », *Economie et société, Série Oeconomica*, n.8, pp.73-106

- MONGIN Philippe 1988 « Le réalisme des hypothèses et la *Partial Interpretation View* », *Philosophy of the Social Sciences*, n. 18, pp. 281-325
- MONGIN Philippe 2003 « L'axiomatisation et les théories économiques », *Revue économique*, 54(1), pp. 99-138
- MONGIN Philippe 2004 « « L'axiomatisation et les théories économiques ». Réponses aux critiques », *Revue économique*, 55(1), pp. 143-147
- MORGAN Mary S. 1998 « Models », dans Davis John B., Wade D. Hands et Uskali Mäki (dir.) *The handbook of economic methodology*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 316-321
- MORGAN Mary S. 2001 « Models, stories and the economic world », *Journal of economic methodology*, 8 (3), pp. 361-384
- MORGAN Mary S. 2004a « Imagination and imaging in economic model building », *Philosophy of science*, 71 (5); pp. 753-766
- MORGAN Mary S. 2004b « Simulation: the birth of a technology to create 'evidence' in economics », *Revue d'Histoire des Sciences*, 57, pp. 341-77
- MORGAN Mary S. 2005 « Experiments versus models: new phenomena, inference and surprise », *Journal of economic methodology*, 12 (2), pp. 317-329
- MORGAN Mary S. 2008 « Models » dans Durlauf Steven N. et Lawrence L. Blume (dir.) *The new Palgrave dictionary of economics*, Macmillan Palgrave, London
- MORGAN Mary S. 2012 *The World in the Model. How Economists Work and Think*, Cambridge (UK), Cambridge University Press
- MORGAN Mary et Morrison Margaret (dir.) 1999 *Models as mediators: perspectives on natural and social science*, Ideas in context (52), Cambridge University Press, Cambridge
- MORGAN Mary et Knuuttila Tarja 2012 « Models and Modelling in Economics », dans Mäki Uskali (dir.) *Philosophy of economics. Handbook of the philosophy of science*, Elsevier, pp. 49-87
- NOUVEL Pascal (dir.) 2002a *Enquête sur le concept de modèle*, Paris, PUF

NOUVEL Pascal 2002b « Modèles et métaphores », dans Nouvel Pascal (dir.) 2002 *Enquête sur le concept de modèle*, Paris, PUF, pp. 189-202

PESTRE Dominique 2006 « 11. La création de la DMA et de la DRME en 1961 : projet politique stratégique ou construction conjoncturelle ? », dans Chatriot Alain et Duclert Vincent *Le gouvernement de la recherche*, Paris, La Découverte, pp. 163-173.

PRESCOTT Edward C. 1986a « Theory Ahead of Business Cycle Measurement » *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10(2), pp. 9-22

PRESCOTT Edward C. 1986b « Response to a Skeptic » *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10(2), pp. 28-33

REISS Julian 2012 « The explanation paradox », *Journal of Economic Methodology*, 19(1), pp.43-62

REISS Julian 2013 «The explanation paradox redux », *Journal of Economic Methodology*, 20(3), pp. 280-292

RUBINSTEIN Ariel 2006 « Dilemmas of an Economic Theorist », *Econometrica*, 74(4), pp. 865-883

SALOMON Jean-Jacques 2001 « Le nouveau décor des politiques de la science », *Revue internationale des sciences sociales*, n. 168, pp. 355-367

SHELLING Thomas 1978, *Micromotives and macrobehavior*, New York, Norton

SERGI Francesco 2013 *Pratiques de modélisation en macroéconomie contemporaine et politiques économiques : ruptures, réconciliations et crise*, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Mémoire de Master 2, sous la direction de Michel Armatte, 06-2013

SMETS Frank et Raf Wouters 2002 « An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area », *ECB Working Paper*, n. 171

SNOWDON Brian et Howard R. Vane 2005 *Modern Macroeconomics. Its Origins, Development and Current State*, Celtenham, Edward Elgar Publishing

SOLOW Robert 2008 « The State of Macroeconomics », *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), pp. 243-246

SUAREZ Mauricio 2004 « An Inferential Conception of Scientific Representation », *Philosophy of Science*, 71(5), pp. 767–779

SUGDEN Robert 2000 « Credible worlds: the status of theoretical models in economics », *Journal of Economic Methodology*, 7, pp. 1–31

SUGDEN Robert 2009 « Credible Worlds, Capacities and Mechanisms », *Erkenntnis* 70(1), pp. 3-27

SUGDEN Robert 2013 « How fictional accounts can explain », *Journal of Economic Methodology*, 20(3), pp. 237-243

SUMMERS, Lawrence H. 1986 « Some skeptical observations on real business cycle theory », *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10(2), pp. 23-27

SUPPE Friederich (dir.) 1977 *The Structure of Scientific Theories*, Urbana: University of Illinois Press.

SUPPE Friederich 1989 *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Urbana, University of Illinois Press

SUPPES Patrick 1962 « Models of data », dans Nagel Ernst, Patrick Suppes et Alfred Tarski (dir.) *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Stanford, Stanford University Press, pp. 252-261

SUPPES Patrick 1988 « Representation Theory and the Analysis of Structure », *Philosophia Naturalis*, n. 25, pp. 254-268

TINBERGEN Jan 1937 *An Econometric Approach to Business Cycle Problems*, Paris Hermann

TOVAR Camilo E. 2008 « DSGE Models and Central Bank », *Economics Discussion Papers*, n. 30/08, octobre 2008

UTAKER Arild 2002 « Analogies, métaphores et concepts » dans Nouvel Pascal (dir.) 2002 *Enquête sur le concept de modèle*, Paris, PUF, pp. 203-222

VAN FRAASSEN Bas C. 2004 « Representation: Flouting the Criteria », *Philosophy of Science*, 71(5), *Proceedings of the 2002 Biennial Meeting of The Philosophy of Science Association; Part II: Symposia Papers*, pp. 794-804

VARENNE Franck 2012 « Epistémologie des modèles et des simulations : tour d'horizon et tendances », conférence *Les modèles, possibilités et limites*

WALLISER Bernard 2011 *Comment raisonnent les économistes. Les fonctions des modèles*, Paris, Odile Jacob

WIELAND Volker, 2010 « Model Comparison and Robustness : A Proposal for Policy Analysis after the Financial Crisis », communication pour conférence *Les bienfaits de la macroéconomie*, Centre Cournot pour la Recherche Economique, 2-3 décembre 2010

WEISBERG Michael 2007 « Who is a Modeler », *British Journal for the Philosophy of Science*, 58, pp. 207-233

WOODFORD Michael 2003 *Interest and Prices. Foundations of a Theory of Monetary Policy*, Princeton University Press