

MODÈLES, PRÉVISION ET PROSPECTIVE *

Fabrice Hatem

Cet ouvrage publié sous la direction de Fabrice Hatem avait pour objectif de familiariser les décideurs politiques et économiques avec les méthodes de la prospective, tout en leur fournissant une information synthétique sur l'histoire de cette démarche, sur les organismes qui l'utilisent et sur les principaux travaux auxquels ils se sont livrés. Dans le chapitre repris ci-dessous, l'auteur aborde la question – classique mais fondamentale – des rapports entre prospective et prévision. Pour commencer, il rappelle les arguments habituellement utilisés pour distinguer ces deux approches puis souligne combien elles ont convergé à partir des années quatre-vingt. Une première source de convergence réside dans le fait que les modèles existants ont été utilisés de façon différente par les modélisateurs eux-mêmes. Une deuxième source de convergence est liée aux améliorations apportées lors de la construction de nouveaux modèles : raffinement des variables, élargissement des problématiques, intégration de la dimension environnementale, etc. La troisième preuve de convergence est que de nouvelles pratiques sont apparues à la charnière de la prévision et de la prospective : constitution d'équipes pluridisciplinaires, utilisation de modèles dans le cadre de réflexions prospectives, création d'outils de simulation adaptés aux besoins de la prospective et, inversement, développement progressif d'une vraie prospective quantitative. À l'issue de son analyse, l'auteur considère que l'opposition entre modèles, prévision et prospective « s'est progressivement résorbée pour laisser la place à une complémentarité croissante, à mesure que les possibilités offertes par les modèles étaient mieux explorées ». L'intérêt de ces pages réside moins dans les faits et les exemples cités (lesquels sont parfois datés), que dans la démonstration de l'évidente complémentarité des méthodes quantitatives et des méthodes qualitatives.

ALEPH

La modélisation économique de moyen-long terme a été marquée au cours des vingt dernières années par une série de remises en cause, qui se sont traduites par une triple évolution. D'une part, la nature même des instruments a changé, ceux-ci intégrant progressivement des problématiques plus larges, comme le rôle de l'investissement immatériel ou les contraintes environnementales ; en deuxième lieu, le mode d'utilisation des outils a évolué, les prévisions quantifiées uniques laissant la place à l'élaboration de scénarios contrastés ou de variantes ; enfin, les modélisateurs mathématiciens et les prospectivistes ont commencé à travailler ensemble dans le cadre de projets communs, comme le rapport *Interfuturs* ou d'autres travaux plus récents. L'opposition entre prévision et prospective a ainsi progressivement cédé la place à une complémentarité croissante, qui reste néanmoins encore imparfaite.

(*) Extrait de : Fabrice HATEM avec la participation de Bernard CAZES et Fabrice ROUBELAT, *La prospective, pratiques et méthodes*, Paris : Economica, Collection Gestion, Série Politique générale, finance et marketing, 1993, 385 pages. Nous reprenons ici le chapitre 11 (p. 297-321).

1. MODÈLES ET PROSPECTIVE : DE L'OPPOSITION À LA COMPLÉMENTARITÉ

L'opposition entre modèles, prévision et prospective, pour autant est qu'elle ait jamais été clairement avérée, s'est considérablement réduite au cours des quinze dernières années.

1.1. Une opposition traditionnelle qui est peut-être contestable...

L'opposition traditionnelle entre modèles et prévision, d'une part, prospective de l'autre, repose sur les thèmes suivants :

- la focalisation des modèles sur les variables quantitatives de nature économique ne leur permet pas de prendre en compte des éléments de nature extra-économique et qualitatifs ;
- la structure figée des modèles, leur focalisation sur le court-moyen terme, rendent difficile la prise en compte des ruptures, institutionnelles ou autres, que l'on peut envisager dans une optique de long terme ;
- les prévisions issues des modèles ne peuvent de ce fait intégrer, dans toute leur diversité, l'ensemble des facteurs d'incertitude qui affectent l'évolution à long terme des variables quantitatives.

Notre point de vue est que ces oppositions ne sont pas dans la réalité aussi tranchées. Et ce pour trois raisons.

Modélisation et prospective, loin d'être des approches opposées, sont au contraire complémentaires, voire, dans une certaine mesure, similaires. La complémentarité provient de ce que l'approche prospective est nécessaire pour chiffrer convenablement les « exogènes » d'une simulation donnée, tandis que les résultats de ces simulations permettent de chiffrer les différents scénarios d'une étude prospective.

La similitude est une affaire de définition. Que fait le prospectiviste quand il construit la « base » de ses scénarios, sinon expliciter une représentation simplifiée du système étudié, c'est-à-dire en construire un modèle ? Et que fait le modélisateur mathématicien sinon traduire en formules algébriques sa représentation du système, c'est-à-dire construire une base de règles logiques quantitatives qui lui permettront ensuite d'élaborer ses scénarios ? Entre la modélisation « douce » des prospectivistes et la modélisation « dure » des économètres, la différence n'est peut-être que de dosage : un peu plus de logique floue, de qualitatif et de jeux d'acteurs dans un cas, un peu plus de statistiques, d'économétrie, de mathématiques dans l'autre.

Modèles et prévisions sont deux choses très différentes. D'une part, on peut très bien envisager l'élaboration de prévisions, c'est-à-dire de pronostics sur la valeur future d'une variable quantifiée, sans modèles. C'est ce qui fut fait, par exemple, lors des travaux du groupe *Réflexions pour 1985* du Commissariat général du Plan. Et c'est ce qui, dans une certaine mesure, est fait chaque année au moment de l'élaboration du budget de l'État français, le choix des hypothèses d'encadrement économiques résultant autant d'arbitrages politiques que du fonctionnement brutal des modèles. D'autre part, l'utilisation des modèles ne se limite pas, loin de là, à l'élaboration de prévisions. Ils peuvent également, et c'est même aujourd'hui leur principale fonction, être utilisés pour la quantification de scénarios contrastés ou de variantes, notamment dans le cadre d'études prospectives plus larges comme ce fut par exemple le cas à l'occasion d'*Interfuturs*.

Enfin, les prévisions peuvent jouer un rôle utile à certaines étapes d'une démarche prospective. C'est notamment le cas lorsque cette prévision concernera un domaine très éloigné du champ de préoccupation de l'étude prospective ou une variable très largement prédéterminée. Par exemple, une équipe chargée d'une étude prospective pour une région française pourra utiliser sans trop d'état

d'âme les projections démographiques mondiales à long terme de l'ONU ou les prévisions macro-économiques existantes pour l'Europe comme données d'entrée de ses scénarios.

1.2. ...Et qui s'est progressivement réduite au cours des années récentes

D'ailleurs, depuis une vingtaine d'années, les pratiques et les réflexions des modélisateurs se sont de plus en plus pénétrées des besoins et de l'apport de la prospective, la réciproque étant également vraie. À partir de l'opposition très marquée décrite dans certains ouvrages des années 1970, on a en effet assisté à un mouvement marqué de convergence entre les deux disciplines, qui s'est notamment manifesté dans trois domaines.

- Les modèles existants ont été utilisés de manière différente, les modélisateurs renonçant pratiquement à l'élaboration de prévisions « uniques », au moins à long terme, pour développer l'approche par scénarios contrastés et par variantes.
- De nouvelles formalisations ont été mises au point par les modélisateurs afin de mieux adapter leurs instruments à la prise en compte des questions de long terme et de variables étrangères aux préoccupations traditionnelles des macro-économistes : politique énergétique, environnement, rôle de l'innovation, etc. Cette évolution s'est faite, selon les cas, par modification à la marge de modèles existants ou par création d'instruments entièrement nouveaux.
- De nouvelles pratiques sont nées à la charnière de la modélisation et de la prospective, caractérisées par la recherche d'interactions croissantes entre les deux disciplines, notamment dans trois domaines : construction d'outils de simulation simplifiés et conviviaux, utilisables par de petites équipes de prospectivistes ; mise en place de « clubs de prospective quantifiée » associant constructeurs de modèles et experts du domaine étudié ; projets de recherche associant prospectivistes et modélisateurs dans une approche interdisciplinaire.

Si chacune des approches précédentes a ses limites, si les motifs de déception ou d'insatisfaction existent, le chemin parcouru en vue d'une meilleure intégration entre les deux disciplines est d'ores et déjà gigantesque, rendant quelque peu caduques les oppositions trop tranchées.

2. NOUVELLES MÉTHODES D'UTILISATION DES MODÈLES EXISTANTS

2.1. Les modélisateurs ont-ils jamais prétendu prévoir l'avenir ?

Un des reproches fréquemment faits aux modélisateurs type « années 1960 » est d'avoir prétendu jouer le rôle de « voyantes extralucides » capables de prévoir l'avenir sous la forme d'un scénario quantifié unique. Le prospectiviste a alors beau jeu d'opposer à cette vision figée et fataliste de l'avenir la nécessité de prendre en compte la diversité des futurs possibles, le poids important des incertitudes et le rôle de la volonté humaine.

En fait, l'examen de la littérature prévisionnelle à long terme des années 1960 et 1970 montre que la plupart des auteurs ont assez rapidement renoncé à prévoir un avenir unique, et ont très tôt mis en œuvre, de manière certes schématique et incomplète, des approches que ne renieraient pas les praticiens actuels de la prospective. Même avant le premier choc pétrolier, en effet, les modèles ont commencé d'être utilisés pour l'examen de variantes et de scénarios contrastés. Quant aux prévisions reposant sur un scénario isolé, la plupart n'ont pas prétendu représenter « l'avenir tel qu'il sera » mais plutôt un scénario tendanciel (jouant d'ailleurs fréquemment un rôle de repoussoir) ou au contraire normatif (ce vers quoi on souhaite tendre).

Certes, les premiers travaux de long terme quantifiés réalisés par le Commissariat général du Plan dans le cadre du groupe *Réflexions pour 1985*, préparatoire au Ve Plan, reposent sur un scénario

unique, d'ailleurs réalisé sans l'aide d'un modèle économétrique (...). Ce scénario avait d'ailleurs relativement bien prévu la croissance et l'inflation française sur la période 1965-1985, mais avait par contre fait preuve d'un optimisme excessif en matière de chômage et surtout n'avait pas anticipé la rupture consécutive au choc pétrolier de 1973.

Par contre, dès que sont mis au point de véritables modèles de simulation, comme par exemple le modèle FIFI, élaboré pour la préparation du VIe Plan, ceux-ci sont immédiatement utilisés, non comme des outils de prévision à moyen ou long terme, mais pour simuler les conséquences de diverses hypothèses de politique économique et de mode de financement de l'accumulation du capital productif. Un scénario macro-économique à moyen terme unique est, il est vrai, associé à chaque Plan, mais ce scénario a davantage le caractère d'un objectif à atteindre que d'une prévision certaine².

À l'étranger, les mêmes tendances prévalent. Ainsi, lorsque le club de Rome publie en 1971 son fameux rapport *Halte à la croissance*, le scénario unique qui y figure n'a pas le statut d'une prévision certaine mais d'une extrapolation des tendances observées sous l'hypothèse d'une continuation des politiques actuelles. L'apocalypse environnementale et humaine qu'il décrit n'apparaît donc pas comme inéluctable si ces politiques se modifient, en l'occurrence dans un sens malthusien. Une des erreurs médiatiques du club de Rome est sans doute de ne pas avoir quantifié ce deuxième scénario de croissance ralentie afin de donner davantage de « visibilité » à cette diversité des futurs envisagés³.

La référence à une période où les auteurs de modèles auraient prétendu avoir un avenir connaissable tient donc, en partie, du mythe. Certes, des facteurs d'incertitude importants (choc pétrolier, concurrence du Japon, etc.) ont été omis dans la plupart des travaux, certes, ceux-ci ont souvent été présentés de manière imprudente, avec une confiance excessive dans les capacités de cet instrument fascinant et mal connu qu'était alors l'ordinateur ; certes encore, une confusion était parfois commise entre le normatif et le tendanciel.

Mais, au-delà de ces erreurs de jeunesse sans doute inévitables, on voit déjà apparaître, dès le début des années 1970, les prémices d'une utilisation « raisonnable » des modèles, reposant sur la construction de scénarios et/ou de variantes clairement définis par leur jeu d'hypothèses.

2.2. Diversification des pratiques : simulations et variantes

Il va sans dire que les événements des années 1970 et 1980 vont définitivement disqualifier, auprès des modélisateurs et prévisionnistes sérieux, toute velléité de prévoir un avenir à long terme unique et excluant *a priori* de fortes ruptures géopolitiques et institutionnelles. Les travaux de simulation quantitative à long terme réalisés au cours des vingt dernières années dans le monde reposent donc presque tous sur l'élaboration de scénarios contrastés.

L'examen de la littérature internationale montre en effet que seul un très petit nombre de pays (essentiellement des pays communistes d'Asie plus la Corée du sud, et, dans certains cas, le Japon) ont récemment réalisé des projections quantifiées de moyen-long terme constituées d'un scénario unique. En Europe et aux États-Unis, seules quelques équipes isolées (CEA, DRI...) se livrent à des exercices de ce type. Encore sont-ils en général destinés à servir de « comptes de référence » pour l'élaboration de variantes plus spécialisées (par exemple en matière de politique énergétique, cf. *infra*).

(2) Cf. QUINET (E.), TOUZERY (E.), *Le plan, mythe ou nécessité*, Economica, 1986.

(3) Les auteurs se livreront d'ailleurs finalement à cet exercice, mais... vingt ans plus tard, à l'occasion de la publication de *Beyond the Limits*.

L'élaboration de batteries de scénarios contrastés est donc désormais la règle⁴. Encore faut-il distinguer selon le contenu de ces travaux : scénarios ou variantes, prévision masquée ou prospective véritable, etc.

2.2.1. Des scénarios contrastés

Dans certains cas, on a simplement affaire à deux variantes « haute » et « basse » du même scénario tendanciel central, ne différant, *grosso modo*, que par l'hypothèse retenue en matière de croissance du PIB, les autres hypothèses restant inchangées. Certains travaux réalisés au Japon ou en France⁵ correspondent à cette approche qui ne constitue, il faut l'avouer, qu'un timide progrès : l'incertitude sur le long terme n'est en effet alors intégrée que sous la forme d'une « fourchette » de prévisions hautes et basses, qui ne dit pas grand-chose, ni sur les ruptures envisageables, ni sur les marges d'action disponibles.

Il faut se garder, cependant, de jeter trop rapidement l'opprobre sur ce type de représentation de l'avenir, qui peut avoir une utilité, par exemple, pour des entreprises désireuses de déterminer leurs investissements sur la base d'un raisonnement rationnel, tenant compte notamment de la marge d'incertitude existant sur la croissance à long terme. Ce serait sans doute faire preuve d'un certain obscurantisme que de contraindre des entreprises telles que l'EDF, dont les investissements ont une durée de vie qui peut s'approcher du demi-siècle, à renoncer à l'utilisation de ce type d'information, même imparfaite et de fiabilité douteuse, pour calibrer son programme d'investissements.

Une étape est franchie lorsque les scénarios envisagés se différencient, non plus seulement par l'hypothèse globale de croissance, mais également par un ensemble de caractéristiques structurelles tenant à la nature de la politique économique mise en œuvre, aux comportements des agents économiques, aux modes de régulation des marchés. Mais, là encore, on peut déterminer des gradations dans la richesse prospective de ces travaux.

À deux reprises, pour la préparation du IXe Plan, puis dans le cadre de l'ouvrage *Faire gagner la France*⁶, le CGP a par exemple réalisé ou fait réaliser des scénarios de long terme qui, quoiqu'intéressants, restent un peu limités sur le plan prospectif. Le BIPE avait ainsi réalisé en 1983, pour le compte du CGP⁷, trois scénarios à long terme pour le système productif français, dont les deux premiers se différenciaient essentiellement par l'hypothèse de croissance du PIB, et le troisième, caractérisé par une relance volontariste de l'investissement, conduisait à des évolutions macro-économiques nettement plus favorables. Cette problématique, qui fut reprise en 1985 dans *Faire gagner la France*, a le mérite de mettre en évidence l'existence de marges de manœuvre significatives pour la politique économique, à environnement extérieur donné. Cependant, les trois scénarios envisagés, malgré un effort d'habillage littéraire (pénétration plus ou moins rapide des techniques nouvelles...), ne se différenciaient que marginalement par leur représentation des structures à long terme de l'économie française.

Une plus grande différenciation « structurelle » sera progressivement introduite entre les scénarios, sans que soient entièrement résolus les problèmes techniques liés à leur construction. Par exemple, *Britain 2010* nous présente trois scénarios de long terme différant à la fois par le mode de régulation économique (libéralisme ou économie mixte), l'environnement international (favorable ou défavorable), les modes de vie et les comportements de consommation (individualiste ou commu-

(4) Du moins en macro-économie. Dans le domaine démographique, au contraire, la pratique de prévisions quantifiées à long terme pose moins de problèmes épistémologiques, pour des raisons évidentes : effets de stocks sur les variables étudiées, effets de génération, évolution lente des comportements démographiques, etc. (cf. ONU, *World Population Projections*, New York, 1991).

(5) CGP, *Énergie 2010*, La Documentation française, Paris, 1991.

(6) CGP, *Faire gagner la France*, Hachette, 1986.

(7) BIPE, *Prospective du système productif français à l'horizon 2000*, Economica, 1984.

nautaire), etc. De même, le BIPE travaille depuis quelques années sur trois représentations du long terme pour la France, différant à la fois par le mode de diffusion du progrès technique, le mode de régulation de l'économie (fordiste ou post-fordiste), le rythme de la croissance économique et du progrès technique, les modes de vie, les configurations urbaines, etc.

La difficulté, surtout dans le deuxième cas, tient à certain manque de transparence qui fait que l'on ne comprend pas très bien le cheminement conduisant des hypothèses à la formulation des scénarios. On peut alors évidemment craindre que ces « hypothèses » ne constituent *in fine* que l'habillage littéraire de travaux quantitatifs ne différant que par un certain nombre de variables conventionnelles (croissance du PIB mondial, etc.).

Certains travaux de projection ont cependant atteint une qualité méthodologique suffisante pour surmonter ces critiques. Les scénarios macro-économiques de moyen terme préparatoires au IXe Plan sont par exemple dans ce cas, malgré le caractère très limité des dimensions d'incertitude prises en compte⁸. Réalisée à l'aide du modèle DMS, cette batterie de scénarios résulte en effet du croisement de seulement deux hypothèses. La première est relative à l'environnement international (croissance mondiale rapide, marginalisation de l'Europe, fragmentation de l'économie mondiale) et la seconde à la politique économique française (dépenses publiques, croissance de la masse salariale, etc.). On obtient alors un ensemble de $3 \times 7 = 21$ scénarios dont la construction s'est faite selon une méthode parfaitement transparente, à défaut de décrire l'ensemble des incertitudes en cause.

Un autre travail de grand intérêt, consacré à la question plus limitée de la politique énergétique, fut également réalisé dans le cadre du groupe « énergie » du IXe Plan (*cf. infra*).

2.2.2. Des variantes

Bien souvent, les projections présentées ne sont pas des scénarios, c'est-à-dire un ensemble complet et cohérent d'hypothèses sur l'avenir, mais des variantes, c'est-à-dire l'analyse des conséquences de la modification d'une seule hypothèse à la marge d'un scénario donné. Paradoxalement, cette approche, en dépit de ses ambitions apparemment plus limitées, a bien souvent un contenu prospectif plus riche et plus rigoureux que l'examen, parfois désordonné, de scénarios dit « contrastés » dont le mode de construction n'est pas toujours très clair (*cf. supra*). On fournira ici deux exemples récents de ce type d'exercice, qui n'épuisent d'ailleurs pas l'immense variété de la littérature.

En France, trois scénarios d'accélération de l'investissement ont été testés par l'INSEE, à la marge d'un scénario macro-économique central à l'horizon 2000 élaboré à l'aide du modèle Amadeus⁹. Ils se différencient par le mode de financement de cet effort supplémentaire d'accumulation : freinage des salaires, augmentation des marges, augmentation de l'endettement des entreprises. Chacune de ces variantes peut être facilement définie par modification de la valeur de référence d'une ou de deux variables du scénario central. Les résultats obtenus, rappelés ici pour mémoire, montraient que la solution « rigueur salariale » serait préférable, les deux autres variantes conduisant soit à une relance de l'inflation, soit à une baisse de la compétitivité des entreprises françaises.

En Hollande, le coût macro-économique du « plan vert » élaboré en 1989 a été testé par le « planbureau » en variante d'un scénario macro-économique de référence¹⁰. Sont comparées à l'horizon 2000 trois politiques environnementales alternatives pour la Hollande (poursuite des tendances actuelles, sévérité accrue des réglementations existantes, changements radicaux dans les techniques et les modes de vie), en distinguant, pour les deux dernières variantes, l'hypothèse d'une action isolée de la Hollande et celle de la mise en œuvre de politiques similaires dans les pays étrangers. Les

(8) CATINAT (M.), MAURICE (J.), « Analyse quantitative de la stratégie macro-économique du IXe Plan », *Revue économique*, vol. 35, n° 6, novembre 1984.

(9) INSEE, « Horizon 2000 », numéro spécial, *Économie et statistique*, n° 243, juillet-août 1991.

(10) Gouvernement néerlandais, *To Choose or to Loose, National Environment Policy Plan*, La Haye, 1989.

résultats obtenus mettent en évidence, à court terme, un effet keynésien (augmentation du PIB, mais aggravation des déficits) lié à la relance de la demande interne, et à plus long terme, un ensemble de conséquences négatives (ralentissement du PIB et aggravation des déficits) dues essentiellement à la dégradation de la compétitivité hollandaise, cet effet étant toutefois atténué dans le cas de politiques internationales concertées.

Ces dernières variantes sont plus complexes que l'ensemble précédent, dans la mesure où elles supposent de modifier un nombre très important de variables du « compte de référence » : dépenses et recettes publiques, investissement des entreprises, contenu en énergie de l'activité économique, etc. Il est à noter que bien qu'elles touchent aux problèmes d'environnement, elles ont pu être testées à l'aide d'un modèle macro-économique ordinaire, le coût direct des différentes mesures de protection, ainsi que les économies qu'elles pouvaient engendrer, ayant été évalués préalablement « hors modèle ».

2.3. Les modèles traditionnels restent néanmoins des outils schématiques

Malgré leur intérêt et le progrès incontestable qu'ils présentent par rapport à l'utilisation plus rigide des modèles dans les années 1960, les travaux qui viennent d'être présentés continuent à souffrir de deux limites. D'une part, ils reposent sur des modèles macro-économiques traditionnels, mal adaptés à la prise en compte des problèmes du très long terme ou de ruptures importantes dans l'environnement institutionnel et social. D'autre part, les travaux concernés ont, pour beaucoup d'entre eux, été réalisés en quelque sorte « en vase clos » par des équipes de modélisateurs peu sensibilisées à la prise en compte effective de dimensions d'incertitudes « hors modèle ». Mais ces deux limites sont progressivement surmontées à la fois par l'évolution des modèles et par le développement d'approches pluridisciplinaires associant modélisateurs et prospectivistes.

3. RAFFINEMENT ET ÉLARGISSEMENT DES MODÈLES

Les conséquences des chocs pétroliers, l'entrée dans une période durable de crise et de croissance ralentie, l'émergence de nouvelles puissances industrielles asiatiques ont fait entrer l'économie mondiale dans une époque de turbulences et de faible lisibilité qui s'est traduite notamment par une profonde remise en cause des modèles de simulation utilisés jusque-là. Cette remise en cause a pris deux formes : l'amélioration à la marge des outils existants et la mise au point d'approches formalisées du long terme totalement nouvelles.

3.1. L'amélioration à la marge des modèles existants

Le domaine de l'énergie est sans doute l'un de ceux où les modèles et leurs utilisateurs ont été le plus mis en difficulté par les chocs successifs des années 1970 et 1980. Les variations fortes des prix énergétiques ont en effet introduit un élément d'incertitude nouveau, jusque-là jugé relativement secondaire. D'où les erreurs de prévision commises au cours des années 1970, lorsque ni les modèles ni leurs utilisateurs n'avaient encore intégré les conséquences potentielles des hausses de prix sur la consommation énergétique, et donc sur son élasticité apparente à la croissance de l'activité.

Mais la réaction des modélisateurs a été rapide. La multiplication des travaux sur l'économie de l'énergie après 1973 a en effet conduit à des progrès significatifs dans la compréhension des mécanismes à l'œuvre dans ces activités et dans leur représentation modélisée.

Concernant tout d'abord les déterminants de la demande énergétique, une double évolution est perceptible :

- l'intégration systématique d'élasticité-prix dans les modèles, soit sous forme simple (Propage, DMS, etc.), soit sous des formes plus complexes intégrant l'énergie comme un facteur de

production à part entière et faisant apparaître des élasticités-prix croisées avec les autres facteurs (ex. : fonctions de production KLEM du modèle Mélodie du CEA) ;

- l'introduction dans les modèles de paramètres exogènes, dont la valeur est fixée à dire d'expert (par exemple pour la répartition entre énergies des dépenses de chauffage des ménages dans le modèle mini-DMS énergie, *cf. infra*). Cette approche, en dépit de son apparente simplicité, constitue en fait une rupture épistémologique importante, puisqu'elle consiste à admettre les limites de l'économétrie en prévision et la nécessité de recourir, pour certains paramètres-clés, à des avis d'experts extérieurs pour le chiffrage des hypothèses. Le rapprochement modèles-prospective, dans le cadre d'équipes pluridisciplinaires, se précise de ce fait.

L'importance prise par la question énergétique au cours des années 1970 et 1980 a cependant conduit les modélisateurs à aller plus loin qu'un simple toilettage de leurs équations, en développant significativement la partie « énergie » des modèles macro-économiques traditionnels afin de pouvoir simuler les conséquences de politiques énergétiques contrastées.

L'expérience française du modèle « mini-DMS-énergie » a constitué à cet égard une avancée intéressante. À partir d'un modèle réduit de DMS, adapté aux projections à long terme (le modèle mini-DMS-long terme), l'INSEE a en effet construit un modèle nouveau, dont la partie économique correspondait à celle de l'ancien modèle, mais dont la partie « énergie » était considérablement développée : distinction entre les différentes énergies primaires et secondaires, modélisation explicite du secteur énergie à toutes ses étapes : fabrication de l'énergie primaire, passage à l'énergie secondaire (essentiellement pour le secteur électrique), représentation détaillée du partage du marché entre énergies finales.

Cet outil a pu être utilisé, notamment, dans le cadre des travaux du IXe Plan¹¹, pour deux types d'exercices différents : d'une part, la simulation de scénarios contrastés dits « synthétiques » (poursuite des tendances passées ; passage au tout-électrique ; nucléaire plus maîtrise de l'énergie et énergies nouvelles) ; d'autre part, des variantes analytiques à la marge du scénario de référence, substitution de deux centrales nucléaires supplémentaires à des centrales au charbon ; comparaison de l'efficacité macro-économique respective d'un milliard d'investissements supplémentaires dans les économies d'énergie et dans l'industrie, etc.).

L'ensemble de ces travaux a été réalisé dans le cadre d'un « club d'experts » associant les macro-économistes de l'INSEE et les représentants des entreprises et administrations concernées. Il constitue donc un exemple relativement réussi d'approche pluridisciplinaire.

3.2. Le développement de nouvelles approches formalisées du long terme

Les modèles des années 1970 et 1980, même corrigés ou complétés pour prendre en compte des dimensions d'incertitude nouvelles, souffraient de plusieurs limites intrinsèques qui réduisaient leur utilité pour la prospective.

D'une part, conçus pour l'essentiel pour l'élaboration de simulations/prévisions à court-moyen terme, ils restaient mal adaptés à la prise en compte des questions de long terme, et notamment du rôle du progrès technique et de l'accumulation du savoir, sous ses différentes formes, dans la croissance.

D'autre part, essentiellement orientés sur la description des flux monétaires dans le cadre institutionnel existant, ils étaient intrinsèquement incapables de prendre en compte des dimensions pourtant décisives : atteintes portées à l'environnement, évolution dans le mode de régulation de l'économie, pour ne parler que des plus triviales.

(11) CGP, *Rapport du groupe long terme énergie du IXe Plan*, La Documentation française, Paris, 1983.

C'est pourquoi des approfondissements théoriques ont été apportés, notamment dans deux directions : l'analyse des déterminants à long terme de la croissance et l'intégration de la dimension environnementale.

3.2.1. Déterminants de la croissance à long terme

La formalisation du long terme a longtemps constitué un parent pauvre de la modélisation économique. Les analyses menées par le CEPREMAP¹² montrent en effet que la plupart des grands modèles existants, conçus dans une optique de court-moyen terme, ont à long terme un comportement assez décevant : absence d'homogénéité des formulations empêchant d'atteindre un sentier de croissance équilibré, caractéristiques contre-intuitives (indépendance du taux de chômage par rapport au niveau de salaire, etc.). Quant à la formalisation théorique du long terme, élaborée notamment par l'économiste R. Solow à partir des hypothèses traditionnelles du modèle néo-classique, elle aboutissait à des conclusions relativement pauvres, le taux de croissance d'équilibre à long terme étant égal à la somme de la croissance de la population active et du progrès technique.

Ces représentations laissaient irrésolues toute une série de questions, nées notamment des différences de dynamisme économique entre pays, largement inexpliquées dans ce cadre traditionnel. D'où le renouveau récent de l'intérêt des économistes pour la formalisation du long terme.

Celui-ci a pu prendre des formes anecdotiques. C'est ainsi que Sterman¹³ a cru pouvoir reconstituer, à l'aide d'un modèle de simulation dynamique, les « cycles longs » de l'économie américaine. À y bien regarder, cependant, le contenu théorique de cette approche reste limité, puisqu'elle consiste pour l'essentiel à reproduire le mécanisme, bien connu des conjoncturistes, du « cycle de productivité », mais sur une période de 50 ans plutôt que de 50 mois : hausse de la demande entraînant un surcroît de productivité, d'investissement et d'inflation, jusqu'au point d'inflexion où, la demande ralentissant, des surcapacités apparaissent, l'investissement s'effondre, la croissance chute et les tensions sur les prix disparaissent.

Beaucoup plus prometteuses sont les nouvelles approches connues sous le nom générique de « théorie de la croissance endogène »¹⁴. Le but de cette nouvelle génération de modèles consiste à renouveler la représentation traditionnelle des mécanismes de croissance à long terme en introduisant de nouveaux facteurs : comportement des agents (notamment en matière d'épargne), présence d'externalités (recherche, innovation, etc.), accumulation du capital humain (savoir-faire, éducation, etc.), caractère endogène du progrès technique (fonction notamment de l'effort de recherche et d'investissement, etc.), diversité de ses manifestations (innovation de produit ou de process, etc.), phénomènes de rendements croissants... Peuvent ainsi être expliquées certaines différences durables de dynamisme économique entre pays, alors que l'approche traditionnelle aurait conduit à pronostiquer une convergence progressive. Par ailleurs, le rôle important joué dans la croissance de long terme par des facteurs non appropriables (infrastructures collectives, formation, recherche, etc.) conduit à justifier, contrairement aux conclusions du modèle néo-classique habituel, certains types d'interventions publiques.

3.2.2. L'intégration de la dimension environnementale

La perspective d'une intégration de plus en plus étroite des politiques économique et de protection de l'environnement suppose le développement d'outils formalisés décrivant l'interaction entre ces deux domaines. Or, de tels outils ont longtemps fait défaut. Les modèles globaux de Meadows-

(12) BOYER (R.), MALGRANGE (P.), *Formalisation du long terme, une revue de littérature*, CEPREMAP-CNRS, ronéo, 1989.

(13) STERMAN (J.D.), « An Integrated Theory of the Economic Long Wave », *Futures*, avril 1985.

(14) Pour une synthèse de la littérature existante, cf. ARTUS (P.), *Croissance endogène, revue des modèles et tentative de synthèse*, Caisse des dépôts et consignations, 1991.

Forrester et de Pestel-Mesarovitch, utilisés lors des premiers travaux du club de Rome, avaient tenté de réaliser un tel bouclage, mais sans emporter la conviction. Depuis le début des années 1980, une littérature abondante se développe en matière de modèles économie-environnement, mais selon des approches moins globales que celles mentionnées plus haut. Quatre angles d'attaque méritent d'être particulièrement mentionnés ¹⁵.

Les modèles de projection d'effluents polluants ont en général une structure dérivée de celle des modèles input-output du type Léontieff : à une croissance et une répartition sectorielle donnée de l'activité, sont associées des consommations énergétiques et les émissions d'effluents polluants correspondants (SO₂, NOX, CO₂), exprimées en quantités physiques. Dans la plupart des cas, les paramètres utilisés (consommations intermédiaires du TES, contenu physique en polluants d'une unité d'énergie consommée) sont fixés de manière exogène, à dire d'expert. C'est ce type de méthodologie qui est à la base de très nombreuses projections concernant l'accumulation de gaz industriels (CO₂, etc.) dans l'atmosphère. En France, des travaux de ce type sont actuellement entrepris par l'équipe « DIVA » du BIPE pour le compte du ministère de l'Environnement.

L'utilisation de « modèles d'équilibre général calculables » multisectoriels, permet un raffinement intéressant en assurant une endogénéisation partielle des coefficients techniques énergétiques, *via* l'utilisation de fonctions de production de type « KLEM » (*cf. infra* le modèle GREEN de l'OCDE).

Deuxième angle d'attaque : l'évaluation des dommages physiques et des déséquilibres causés par l'accumulation dans l'écosphère de substances liées à l'activité humaine. Le modèle « RAINS » de l'IIASA fournit par exemple une description des mécanismes de formation des pluies acides en Europe à partir de la diffusion des gaz industriels dans l'atmosphère, et des conséquences de ces pluies sur la couverture forestière. L'utilisation de ce type d'outil, couplé à un modèle macro-économique, permet d'évaluer simultanément les conséquences écologiques et économiques d'une politique environnementale donnée.

Le troisième angle d'attaque concerne l'évaluation des coûts macro-économiques des politiques de protection de l'environnement. De très nombreux modèles ont ainsi été récemment construits pour simuler les conséquences à long terme de différentes politiques de réduction des émissions de CO₂. On peut par exemple citer le modèle GREEN de l'OCDE ¹⁶. Il s'agit d'un modèle dynamique d'équilibre général calculable (c'est-à-dire de structure néo-classique, avec détermination endogène des prix) où sont explicitement représentées les consommations de produits carbonés par les différents agents et leurs émissions subséquentes de CO₂ (fonction notamment du prix des produits considérés). Peuvent ainsi être testées les conséquences macro-économiques de différentes politiques de réduction des émissions : taxation, réglementation, etc.

On peut enfin mentionner l'existence d'une littérature très théorique et encore embryonnaire, portant sur l'introduction d'un critère de soutenabilité dans des modèles de croissance économique à long terme. Le problème consiste alors à introduire dans un modèle néo-classique intertemporel, soit une nouvelle contrainte, liée à la préservation des ressources, soit des fonctions-objectifs incluant un critère de « durabilité ». Solow, Maler et surtout Pezzey se sont déjà livrés, sous des formes diverses, à des exercices de ce type.

3.3. Le problème de la convergence des pratiques continue à se poser

L'intérêt de ces développements nouveaux est notamment de montrer la capacité des formalisations mathématiques traditionnellement utilisées dans la modélisation (et notamment de l'approche néo-classique) à intégrer un grand nombre de dimensions nouvelles pertinentes dans une problématique

(15) Pour un survey plus détaillé, *cf.* HATEM (F.), « Le concept de développement soutenable », *Économie et prospective internationale*, n° 44, 1990.

(16) OCDE, *Green, a multi-sectoral, multi-region general dynamic equilibrium model*, note du secrétariat, avril 1991.

de long terme, telles que l'environnement, la recherche, la formation, etc. Cependant, les retombées potentielles de ces avancées dépendront largement de la convergence progressive des pratiques et de la constitution d'équipes pluridisciplinaires entre modélisateurs et prospectivistes.

4. CONVERGENCE DES PRATIQUES

Des avancées significatives en ce sens ont déjà pu être observées, notamment dans trois domaines.

4.1. L'utilisation des modèles dans le cadre de travaux prospectifs plus larges

Au cours des quinze dernières années, les occasions de projets pluridisciplinaires, associant modélisateurs et non-modélisateurs autour d'une problématique commune, se sont multipliées. Les plus réussies de ces tentatives, telles que les rapports *Interfuturs*¹⁷ et *L'entreprise et ses futurs*¹⁸, ont permis de mieux définir le domaine de validité des modèles macro-économiques dans le cadre d'une étude prospective plus large.

Interfuturs constitue sans doute le meilleur exemple d'une utilisation interactive des modèles et des méthodes de la prospective dans le cadre d'une approche intégrée. Conformément aux principes de la méthode des scénarios, l'équipe de l'OCDE identifie tout d'abord un certain nombre de variables-clés ou dimensions d'incertitude concernant l'avenir des pays de l'OCDE en liaison avec les perspectives des pays en développement. Ces « dimensions d'incertitude » vont ensuite faire l'objet de deux approches complémentaires.

Dans la deuxième partie de l'ouvrage, certaines d'entre elles sont utilisées comme hypothèses d'entrée pour l'élaboration de 6 scénarios macro-économiques contrastés, élaborés à l'aide du modèle mondial Sarum.

Cette analyse met en évidence la supériorité des scénarios coopératifs (exemple : scénario A), et, à l'opposé, les difficultés liées aux scénarios de conflit (exemple : scénario C).

Enfin, la troisième partie du rapport est consacrée à des analyses prospectives sur des thèmes plus qualitatifs ou ponctuels, venant compléter les scénarios macro-économiques : conditions de gestion à moyen-long terme de l'interdépendance mondiale (délocalisation des industries de base, adaptation du système monétaire, mise en valeur des ressources agricoles, etc.) ; stratégies d'aide au développement envisageables par les gouvernements des pays développés ; risques de ruptures internes, de nature sociale ou politique, existant aussi bien dans les pays de l'OCDE que dans ceux du tiers monde.

Depuis *Interfuturs*, d'autres travaux de prospective internationale ont associé la confection de scénarios macro-économiques quantifiés et la réalisation d'études structurelles. On peut citer trois exemples particulièrement marquants : les travaux de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies en 1988¹⁹ ; ceux de l'OCDE en 1991²⁰ ; enfin, ceux du CEPIL en 1992²¹.

(17) OCDE, *Interfuturs, pour une maîtrise du vraisemblable et une gestion de l'imprévisible*, Paris, 1979.

(18) On pourrait également mentionner les différents travaux de prospective énergétique réalisés en France (CGP, IEPE, EDF, ministère de l'Industrie, etc.) ou à l'étranger (IIASA, OTA, etc.) où les modèles de simulation économiques jouent un rôle important à la fois pour l'élaboration de scénarios de consommation d'énergie et pour la simulation des conséquences économiques de différentes politiques énergétiques envisageables.

(19) ECE-ONU, *Overall Economic Prospects to the Year 2000*, Genève, 1988.

(20) OCDE, *Perspectives à long terme de l'économie mondiale*, forum de l'OCDE sur le long terme, 19-20 juin 1991.

(21) CEPIL, *Économie mondiale 1990-2000 : l'impératif de croissance*, Economica, 1992.

4.2. La mise au point d'outils de simulation plus adaptés aux besoins des prospectivistes

Jusqu'ici, les modèles macro-économiques étaient conçus comme des instruments complexes, lourds et peu conviviaux, nécessitant l'utilisation d'outils informatiques puissants par des spécialistes. Or, le développement de la micro-informatique, des logiciels de traitement statistique et de modélisation, la diffusion des compétences économiques permet aujourd'hui une triple évolution :

- des économistes qui ne sont pas des chercheurs professionnels peuvent mettre au point leurs propres outils de simulation/prévision ;
- des modèles existants peuvent être mis à disposition des utilisateurs sous forme simplifiée (cf. l'expérience micro-DMS) ;
- des modèles macro-économiques ou macro-sectoriels peuvent être conçus d'emblée comme des « progiciels » destinés à être vendus aux utilisateurs potentiels (cf. l'expérience DIVA, *infra*).

Le recensement récemment réalisé par G. O. Barney²² met en évidence la grande diversité des modèles désormais disponibles sur micro-ordinateurs : modèles macro-économiques et macro-financiers, outils de projections démographiques, de simulation des politiques publiques (santé, budget gouvernemental, politiques sectorielles, gestion des ressources naturelles, etc.). À titre d'exemple, on notera que des versions simplifiées des modèles Sarum et World 3, utilisés respectivement pour les études *Interfuturs* et *Halte à la croissance*, sont désormais programmés sur IBM-PC.

4.3. Le développement d'ateliers de prospective quantitative

On assiste aujourd'hui à une interpénétration des milieux de la modélisation, de la prévision d'entreprise et de la prospective. Le développement des « clubs » rassemblant des modélisateurs professionnels et des économistes d'entreprise autour d'un projet de modélisation (club mini-DMS énergie, club DIVA, GAMA, futur club « Hermès », etc.) permet un rapprochement entre des mondes qui jusque-là se connaissaient mal. La circulation des personnels entre les différents milieux s'accroît. Des projets nouveaux naissent de cette interpénétration croissante.

Le projet DIVA constitue un bon exemple de cette tendance. Il est né, en 1987, à la demande d'entreprises (EDF, GDF, SNCF, etc.), désireuses de disposer d'une représentation à long terme cohérente de l'économie française pour mieux « cadrer » leurs projets d'investissement. Ces entreprises demandèrent donc au BIPE de mettre en place une structure permanente de prospective, où seraient élaborés, de façon régulière, des scénarios quantifiés à l'horizon 2000 ou 2010 pour l'économie française. Cette structure, qui fonctionne depuis lors, se compose de deux éléments :

- un modèle de projection multisectoriel (le modèle DIVA), élaboré par le BIPE avec la collaboration du service d'études économiques de l'EDF. La structure de DIVA s'apparente à celle du modèle PROPAGE de l'INSEE, mais considérablement simplifiée pour permettre sa programmation sur micro-ordinateur et son utilisation décentralisée par les institutions partenaires de l'opération DIVA : prix exogène, pas de représentation de l'accumulation du capital, etc. ;
- un club d'utilisateurs rassemblant les adhérents, qui discute des projections élaborées par l'équipe centrale de modélisation et examine, au cours de séances thématiques, différents problèmes structurels touchant l'appareil productif français (investissement, consommation, compétitivité, aspects sectoriels, etc.). Des universitaires et des modélisateurs spécialistes du long terme sont également conviés à participer, aux côtés des adhérents et des experts du BIPE, à ces travaux.

(22) Barney (G.O.), *Models in Use in Preparing a 21th Century Study*, Institute for 21st Century Studies, 1991.

La dynamique née de cette mise en commun d'idées et d'expérience permet un affinement progressif des problématiques et des représentations du long terme. Elle peut également déboucher sur la mise en forme de nouveaux projets. Par exemple, le BIPE a lancé, à la demande de ses partenaires, la construction d'un modèle simplifié de projection macro-économique à long terme qui devrait permettre une élaboration plus soignée des hypothèses macro-économiques exogènes utilisées par DIVA. Le Commissariat général du Plan, ainsi que plusieurs régions, ont par ailleurs demandé au BIPE la création d'une structure de prospective régionale, dotée d'un modèle de projection régionalisé utilisant les résultats de DIVA.

CONCLUSION

À l'issue de ce survey, il apparaît que l'opposition entre modèles, prévision et prospective, si tant est qu'elle ait jamais été aussi tranchée que ne l'affirment certains auteurs, s'est progressivement résorbée pour laisser la place à une complémentarité croissante, à mesure que les possibilités offertes par les modèles étaient mieux explorées. L'évolution de la structure des modèles (intégration de variables nouvelles, meilleure prise en compte du long terme, convivialité croissante, etc.) d'une part, et d'autre part celle des pratiques (formation d'équipes pluridisciplinaires, de clubs de prospective quantifiée, etc.), ont permis une très nette convergence des approches.

Beaucoup de chemin reste cependant à parcourir pour permettre à la complémentarité modèles/prospective de tenir toutes ses promesses. Une meilleure interpénétration réciproque entre les deux milieux, qui, au moins en France, restent relativement cloisonnés, semble à cet égard souhaitable.

Pour contacter ALEPH :

Bruno Hérault (chef de projet) : bherault@plan.gouv.fr – aleph@plan.gouv.fr
Conception et diffusion : Sylvie Chasseloup – schasseloup@plan.gouv.fr

Commissariat général du Plan

18, rue de Martignac – 75700 Paris 07 SP
+33 (0)1 45 56 51 00
<http://www.plan.gouv.fr>