

## Modélisation économétrique et exigence opératoire

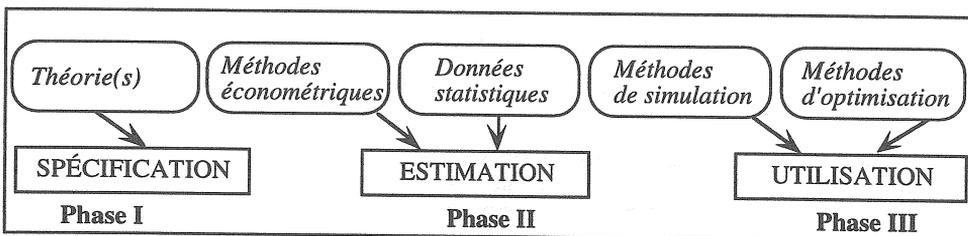
Gilles FERRÉOL

Des « degrés de certitude » de Bernoulli aux modèles de Tinbergen-Koopmans, des techniques classiques de dénombrement aux méthodes modernes d'estimation non paramétrique, plus de deux siècles nous contemplent ! L'encadré que vous trouverez deux pages plus loin retrace les grandes lignes de cette généalogie.

Tout bilan en la matière nécessite une réflexion portant sur la place de l'instrumentation et sur les rapports qu'entretiennent formalisme et sens.

### LE CADRE GÉNÉRAL

Partons de l'idée de *modèle*, c'est-à-dire d'une « schématisation du réel », d'un « ensemble de propositions d'où il est possible de déduire, de manière mécanique, des conséquences directes liées au phénomène soumis à investigation » (R. Boudon et F. Bourricaud, 1982, p. 356). En ce qui concerne l'économétrie, trois grandes étapes peuvent être repérées (P. Malgrange, 1989, p. 2) :

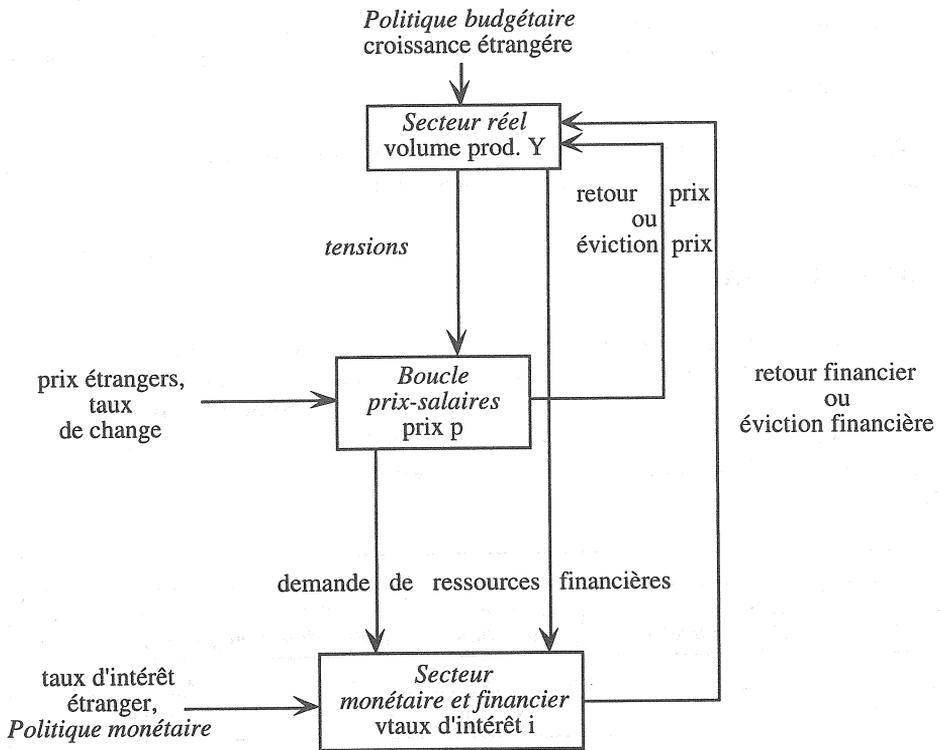


La première phase est celle de la théorisation. Très souvent, la démarche suivie - du moins si l'on se situe dans une perspective de court terme - est d'inspiration keynésienne mais incorpore également des effets d'offre, sans oublier l'impact du progrès technique ou des mécanismes d'accumulation du capital. Second moment : l'estimation numérique, à l'aide de logiciels adéquats (TROLL, notamment). On peut alors -dernier point- utiliser des méthodes de simulation ou d'optimisation, reposant sur des « scénarios tendanciels » et leurs « variantes ».

Nous avons donc là un instrument d'étude et de prévision faisant appel à différentes techniques :

- recours aux multiplicateurs et aux propriétés de décomposabilité ;
- calcul de valeurs propres par adjonction de « variables d'état » ;
- analyse des interdépendances et des chocs de structure (*structural sensitivity*).

La « maquette » retenue se réfère au cadre de la comptabilité nationale et réunit, sous forme de « blocs », sphère réelle, boucle prix-salaires et secteurs monétaire et financier (P. Artus *et alii*, 1986 ; M. Deleau et P. Malgrange, 1978) :



**UNE GÉNÉALOGIE DE L'ÉCONOMÉTRIE AVANT 1950**  
(d'après A. Desrosières, 1993, p. 343)

XVIII<sup>e</sup> siècle

MATHÉMATIQUE : Géométrie, Analyse, Algèbre  
 ÉCONOMIE POLITIQUE CLASSIQUE : Adam Smith  
 STATISTIQUE ALLEMANDE : description des États  
 ARITHMÉTIQUE POLITIQUE ANGLAISE : les populations  
 ASTRONOMIE : Legendre, 1805  
 PROBABILITÉS : les degrés de certitude, Bernoulli, 1713; De Moivre, 1731; Bayes, 1764

XIX<sup>e</sup> siècle

Ricardo J.-B. Say  
 STATISTIQUE ADMINISTRATIVE ET DESCRIPTIVE : Les ressources  
 Synthèse de Gauss et Laplace (1810) : La loi normale  
 BILOGIE darwinienne : l'hérédité  
 Synthèse de Quételet, 1846 : Moyennes et régularités  
 Bravais, 1846 : loi normale à 2 dimensions  
 Poisson, 1837  
 Cournot, 1843  
 Venn, 1866  
 Edgeworth, 1885  
 Keynes, 1921  
 MATHÉMATIQUE PROBABILISTE

XX<sup>e</sup> siècle

ÉCONOMIE MATHÉMATIQUE : Équilibre général : Cournot, Walras, Pareto, Marshall, Edgeworth, Jevons  
 ÉCOLE HISTORIQUE allemande : Engel, Lexis  
 Institutionnalistes américains : Mitchell, 1913  
 Les cycles : Jevons, Juglar, baromètres  
 BIOMÉTRIE : la sta. math. anglaise (régression, corrélations) : Galton, 1899; K. Pearson, 1896; Yule, 1897 : le retour des moindres carrés  
 PREMIÈRE ÉCONOMÉTRIE (1910-1940) : Lenoir, 1913; Moore, 1914; Schultz, 1928; Econometrica, 1933; Tinbergen, 1939  
 STATISTIQUE INFÉRENTIELLE : R. FISHER, 1925 : le maximum de vraisemblance. Les tests de Neyman Pearson, 1928

MACROÉCONOMIE keynésienne  
 REVENU NATIONAL : Kuznets-Clark  
 PHYSIQUE PROBABILISTE  
 Les chocs aléatoires : Yule, 1927; Slutski, 1927; Frisch, 1933

DEUXIÈME ÉCONOMÉTRIE (Après 1940)  
 La Cowles Commission : Frish, Haavelmo, Koopmans, Marschak.  
 L'approche probabiliste (1941)

**IREM de LYON**  
 BIBLIOTHEQUE  
 Université Claude Bernard - LYON I  
 43 Bd du 11 Novembre 1918

## ÉLÉMENTS DE DISCUSSION

Principal reproche évoqué : le manque de précision, en raison essentiellement de nombreuses simplifications ou approximations. Le tableau ci-dessous, privilégiant le critère de la racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (RMSE : *Root Mean Squarred Error*), en fournit une excellente illustration :

La qualité des prévisions							
(erreurs quadratiques moyennes en %)							
MODÈLES	METRIC	DMS	MOGLI	COPAIN	OFCE	ICARE	OFCE
	base 1971	base 1971			annuel		trimestriel
PÉRIODES	1971-1976	1962-1975	1964-1976	1970-1978	1974-1980	1973-1980	1976-1981
PIB	1,3	1,1	1,0	0,6	0,5	0,6	0,5
CONS. des ménages	1,1	1,5	0,7	0,7	1,1	0,5	0,7
FBCF productive	4,6	4,2	4,9	1,8	2,2	3,3	3,1
FBCF logement	3,6	5,5	-	-	1,4	3,4	3,3
Exportations	2,0	3,1	4,9	1,5	2,3	1,8	2,0
Importations	3,3	4,5	4,8	1,7	2,1	2,1	1,6
Prix	1,6	2,7	2,9	0,9	1,0	2,4	1,2
Salaires	1,2	2,7	2,9	0,9	1,0	2,4	1,2
Emploi	0,8	0,5	0,7	0,6	0,35	0,7	0,5
Chômage	9,2	13,0	17,3	5,7	16,4	11,4	5,1

Source : INSEE et OFCE.

Autre critique, reprise par des auteurs comme J. Muth et R. Lucas à travers l'hypothèse des anticipations rationnelles : la mauvaise spécification des relations « centre » (pouvoirs publics)/« périphérie » (agents privés). Ces derniers, en effet, tirent profit de leur expérience de marché : ils apprennent à ne pas renouveler les mêmes erreurs et s'organisent en conséquence. Instruits par leurs déconvenues passées, les plus astucieux et les mieux informés suivent alors au plus près les inflexions conjoncturelles et réagissent par des parades plus adaptées aux divers signaux qui les sollicitent.

Lorsqu'est ainsi consenti pour la première fois aux contribuables un crédit d'impôt, ceux-ci peuvent se conduire comme s'ils étaient réellement plus fortunés en consommant davantage ou en prolongeant leur effort d'investissement. Il est clair néanmoins, toutes les observations le confirment, que ce qui de nos jours n'est plus financé par l'impôt le sera demain par une fiscalité plus élevée.

Se plaçant dans l'optique du « revenu permanent », les catégories concernées prennent progressivement conscience de la fugacité du « cadeau » qui leur est octroyé et se rendent compte que le sentiment d'être présentement plus riches n'est finalement qu'une illusion. Plus ils s'imprègnent de cette « vérité », moins il y a de raisons pour que soient modifiés les arbitrages entre consommation et épargne. Résultat : le stimulant initial n'aura pas eu les effets d'entraînement escomptés.

Selon M. Friedman, certaines de ces interventions peuvent sembler démodées avant même qu'elles n'aient eu le temps d'agir. Dans ces conditions, ce qui avait été conçu dans le dessein de favoriser la stabilisation des économies aboutit en définitive à l'aggravation des déséquilibres (M. Friedman, 1975).

Par ailleurs, la distinction entre endogénéité et exogénéité est, pour une large part, artificielle et ne fait que très rarement l'objet de tests même si, depuis quelques années, des progrès ont été enregistrés (R. Giraud, 1993) :

- modélisation VAR (vectorielle autorégressive) ;
- mécanismes à correction d'erreurs (MCE) ;
- co-intégration et non-linéarité (cf., à ce sujet, les travaux de J. Drèze, D. Hendry ou C. Sims).

À chaque type de problème, correspondent des tests spécifiques (R. Bourbonnais, 1993 ; E. Malinvaud, 1964) :

Hypothèses à tester	Procédures utilisées
Indépendance des erreurs	Durbin-Watson
Multicolinéarité	Klein ; Farrar-Glauber
Hétéroscédasticité	Goldfeld-Quandt ; White
Significativité globale d'une régression	Analyse de la variance (Fisher-Snedecor)

Une telle approche peut être enrichie de plusieurs façons :

- « ouverture » à des processus autorégressifs ou à retards échelonnés (modèles ARMA et ARIMA) ;
- introduction de fonctions de réaction ou de variables qualitatives (méthodes Probit et Logit) ;
- prise en compte d'équations simultanées (technique, proposée par la *Cowles Commission*, du « maximum de vraisemblance à information limitée »)...

## QUELQUES ENSEIGNEMENTS

La formalisation est synonyme de rigueur car elle consolide l'argumentation et permet de mettre en évidence les enchaînements conceptuels (G. Ferréol, sous la direction de, 1995). La comparaison entre populations, attributs ou catégories s'en trouve, de la sorte, facilitée. Les outils dont on dispose s'appliquent, selon les circonstances, à des tableaux statistiques (tests de corrélation), à des figures ou à des graphes (paramètres de distribution).

Ces « supports », dont certains remontent à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, se développent en même temps que l'informatique, qui en assure la vulgarisation. Ils donnent la possibilité de visualiser les données, de les traiter et de les hiérarchiser, les mesures obtenues devant être fiables et discriminantes. Les *méthodes factorielles*, utilisant les propriétés de l'algèbre linéaire, fournissent des représentations (les moins déformées possibles) de configurations d'individus ou de variables sur des axes ou des plans, que l'on tentera ensuite d'interpréter (analyse des correspondances ou en composantes principales). Complétant le point de vue précédent, les *procédés taxinomiques* (typologie ou classification automatique, par exemple) ont pour but de regrouper ces mêmes individus en un nombre restreint de classes homogènes.

Toutes ces opérations ne valent qu'en fonction de la qualité des procédures mises en oeuvre et ne dévoilent aucunement l'« essence » (supposée cachée) des phénomènes observés. Ainsi que le font remarquer les praticiens anglo-saxons, on ne retrouve jamais à la sortie d'un système formel autre chose que ce qu'on a mis dedans à l'entrée : *Garbage in, garbage out*.

L'axiomatisation, de son côté, obéit à une *logique hypothético-déductive* : choix des prémisses, dérivation, mise à l'épreuve, confirmation ou réfutabilité. Précisons que, dans l'interprétation traditionnelle, les démonstrations étaient à la fois catégoriques et apodictiques : « Ces principes étant vrais absolument, telle proposition que l'on peut en déduire est donc vraie aussi ». Ce « syllogisme du nécessaire », pour reprendre la terminologie d'Aristote, offre dorénavant un autre visage : « Si l'on pose, arbitrairement, tel ensemble de principes, voici les conséquences qui, formellement, en résultent ». Autrement dit, la « nécessité » ne réside plus dans les propositions elles-mêmes mais dans le lien logique qui les unit (R. Blanché, 1970, pp. 6-7).

Un certain réductionnisme n'est pourtant pas à écarter dès l'instant où prédomine ce que P. Sorokin appelait le « culte de la quantophrénie » (G. Ferréol et P. Deubel, 1993, pp. 45-46). Quoi qu'il en soit, que l'on se penche sur les conditions d'expérimentation ou que l'on s'intéresse à la mise à l'épreuve des théories, une place de plus en plus importante doit être réservée à la *composante opératoire*. Celle-ci présente cinq caractéristiques fondamentales :

- Les propriétés qui la définissent sont indépendantes de la nature particulière des objets auxquels elle s'applique.

- Ce qui compte, c'est la forme de l'action et non sa matérialité.
- Nous avons affaire à une entité objectivable, pouvant être éventuellement subsumée sous une opération de niveau plus élevée.
- Cette procédure ne se fait pas de manière isolée mais s'intègre dans des réseaux, lesquels sont susceptibles de s'étendre de plus en plus au fur et à mesure que de nouvelles généralisations sont effectuées.
- Le terme clé est celui de *transformation*.

Soulignons, à la suite de J. Ladrière, que « quelles qu'aient pu être les motivations de ceux qui ont inauguré ce genre de démarche, nous nous trouvons aujourd'hui devant une entreprise déjà assez mûre pour accéder à une conscience exacte de ses propres présupposés » (J. Ladrière, 1984, p. 177). Ajoutons, avec R. Thom, que les modèles mathématiques sous-jacents à toutes ces constructions ne sont pas que de pures conventions, manipulables de manière arbitraire : ils « se rencontrent non seulement dans l'agencement rigide et mystérieux des protocoles de la physique mais aussi, de façon plus cachée et plus indubitable, dans le jeu infini de la succession des formes du monde inanimé, dans l'apparition et la destruction de leurs symétries ». C'est pourquoi, en dépit des apparences, « l'hypothèse d'Idées platoniciennes est la plus naturelle et -philosophiquement- la plus économique. Mais, de ce monde des Idées, les mathématiciens n'ont à chaque instant qu'une vision incomplète et fragmentaire » (R. Thom, 1974, p. 65). Pour d'autres auteurs, toutefois, des « biais » subsistent : de telles « idéalités », se demande ainsi J.-T. Desanti, sont-elles intemporelles ? (J.-T. Desanti, 1968). Ne relèvent-elles pas plutôt de la culture ambiante ?

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARTUS Patrick *et alii* (1986), *Modélisation macroéconomique*, Paris, Économica.
- BLANCHÉ Robert (1970), *L'Axiomatique*, Paris, PUF.
- BOUDON Raymond et BOURRICAUD François (1982), *Dictionnaire critique de la sociologie*, Paris, PUF.
- BOURBONNAIS Régis (1993), *Économétrie. Cours et exercices corrigés*, Paris, Dunod.
- DELEAU Michel et MALGRANGE Pierre (1978), *L'Analyse des modèles macroéconomiques quantitatifs*, Paris, Économica.
- DESANTI Jean-Toussaint (1968), *Les Idéalités mathématiques. Recherches épistémologiques sur le développement de la théorie des fonctions de variables réelles*, Paris, Seuil.
- DESROSIÈRES Alain (1993), *La Politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte.
- FERRÉOL Gilles et DEUBEL Philippe (1993), *Méthodologie des sciences sociales*, Paris, A. Colin.

- FERRÉOL Gilles (sous la direction de) (1995), *Dictionnaire des techniques quantitatives appliquées aux sciences économiques et sociales*, Paris, A. Colin.
- FRIEDMAN Milton (1975), *Unemployment versus Inflation. An Evaluation of the Phillips Curve*, Londres, IEA.
- GIRAUD René (1993), *L'Économétrie*, Paris, PUF.
- LADRIÈRE Jean (1984), *L'Articulation du sens. I : Discours scientifique et parole de foi*, Paris, Cerf.
- MALGRANGE Pierre (1989), *Forces et faiblesses des modèles macroéconomiques*, Paris, CEPRE-MAP, document de travail n° 8901, janvier.
- MALINVAUD Edmond (1964), *Méthodes statistiques de l'économétrie*, Paris, Dunod.
- THOM René (1974), *Modèles mathématiques de la morphogenèse. Recueil de textes sur la théorie des catastrophes et ses applications*, Paris, UGE.