

Le décryptage de l'économie

IVAR EKELAND

Les lois du marché fondées sur l'équilibre de l'offre et de la demande sont renouvelées par les théories des anticipations rationnelles et de l'asymétrie d'information.

En 1979, je publiais un livre intitulé *Éléments d'économie mathématique*. Il n'était ni meilleur ni pire que bien d'autres manuels parus sur le même sujet, dont le nombre et la présence sur les rayons des bibliothèques témoignaient de la maturité de la discipline. Dans leur contenu, ces ouvrages étaient sensiblement équivalents ; pour l'essentiel, ils exposaient les travaux de Gérard Debreu sur la théorie de la valeur, et ceux de Kenneth Arrow sur le choix social. G. Debreu avait expliqué qu'il n'y a pas de valeur intrinsèque aux choses : un bien ou un service valent ce que d'autres sont disposés à le payer, et non pas ce qu'il a coûté à produire. K. Arrow avait démontré que les diverses procédures imaginables pour exprimer la volonté collective (votes), ou identifier l'intérêt général peuvent toutes donner des résultats différents : quand il y a une décision à prendre, la procédure adoptée importe tout autant que la volonté des personnes concernées. Ces idées remontaient à Smith, Borda, Condorcet du Siècle des Lumières, mais, pour la première fois, elles étaient rassemblées en un tout cohérent, un modèle formalisé, où les mathématiques jouaient un rôle essentiel pour montrer l'imbrication des parties dans le tout ; en un mot, en une théorie scientifique.

Cela étant, j'avais toujours eu une relation ambiguë avec le modèle d'Arrow-Debreu. Il m'apparaissait si abouti que je m'estimais incapable de poursuivre des recherches dans le domaine ; je ne trouvais rien à dire qui ne soit autre chose qu'une glose des articles fondateurs. La rédaction de mon ouvrage était une sorte d'adieu au sujet : j'avais décrit une dernière fois cet univers limpide, où la seule institution qui subsiste est le marché, et le seul régulateur, la concurrence. Les consommateurs choisissent ce qu'ils préfèrent parmi ce qu'ils peuvent se payer, les producteurs maximisent leur profit, et le système de prix est tel que tous ces comportements égoïstes s'ajustent miraculeusement : toutes les demandes sont satisfaites, et il ne reste pas d'invendus (voir la figure 1).

C'est ce miracle qu'Adam Smith, dans une expression restée célèbre, avait attribué à une main invisible, et que les travaux de G. Debreu avaient finalement démystifié, tout en mettant en lumière de manière très précise les conditions qui le rendaient possible. Comme ces conditions ne sont pas toujours réunies – loin s'en faut –, des théories annexes avaient été élaborées et expliquaient ce qui change lorsque certains producteurs peuvent fixer les prix à leur guise (théories du monopole ou de l'oligopole), ou lorsque l'acheteur ne peut pas se réserver la consommation de certains biens (théorie des biens publics ; l'environnement

est un exemple de bien public : *si je paie pour améliorer mon environnement, je ne serai pas le seul à en profiter*). Mais la théorie de l'équilibre général restait toujours le point de départ, l'idée centrale qui permettait de penser le reste, et il était très clair pour moi que cette théorie était achevée, et qu'il fallait donc aller voir ailleurs.

Ce que je fis pendant les 15 années suivantes, durant lesquelles je ne consacrai plus guère de temps à l'économie. Aujourd'hui pourtant, j'y emploie tout mon temps et la discipline m'offre parmi les plus grandes joies de ma carrière scientifique. Que s'est-il passé entre-temps ? Deux révolutions scientifiques sont survenues : la théorie des anticipations rationnelles, due essentiellement à Robert Lucas, prix Nobel en 1996, et la théorie des contrats. Toutes deux ont complètement renouvelé la théorie économique, et si elles ont repoussé à l'arrière-plan la théorie d'Arrow-Debreu, elles n'en conservent pas moins la même structure formalisée. L'une et l'autre se présentent sous forme mathématique, et une conséquence paradoxale de leur succès a été de faire disparaître l'économie mathématique en tant que discipline : elles ont été si bien assimilées par les chercheurs en économie que ceux-ci se sont appropriés les modèles, mieux que les mathématiciens de profession. Les articles d'économie qui sont publiés aujourd'hui dans les meilleures revues internationales auraient été considérés comme des mathématiques appliquées il y a 25 ans.

Si, à la fin des années 1970, la théorie d'Arrow-Debreu était connue de l'ensemble des chercheurs, elle ne remportait pas pour autant leur suffrage, du moins en France. L'environnement intellectuel de l'époque était encore très imbibé de marxisme, et l'on pensait tout naturellement que les choses ont un juste prix – représentant par exemple la quantité de travail nécessaire pour les produire –, et que la démocratie représentative, dite bourgeoise, entravait la volonté du peuple de se faire entendre. Certes, l'environnement était en train de changer : on voyait déjà les présentateurs de télévision gagner plus d'argent que les mineurs de fond – et que les professeurs d'université –, et les démocraties dites populaires commençaient à susciter quelques soupçons. Cependant, les articles que j'écrivais ou les conférences que je donnais pour présenter le modèle d'Arrow-Debreu suscitaient de vives critiques, souvent violentes.

L'une des plus difficiles à contrer était que le marxisme, lui, était scientifique, et que ses conclusions étaient inattaquables. On se déclarait prêt à discuter des fondements des théories économiques, mais non des conclusions que l'on pouvait en tirer et confronter avec la réalité. Il s'agit là

d'une vieille tradition française, dont l'énoncé le plus accompli a été donné par Rousseau, dans son *Discours sur l'origine de l'inégalité parmi les hommes* : «Commençons par écarter tous les faits, ils ne touchent pas à la question.»

Il me semble, au contraire, qu'une théorie n'est scientifique que si l'on peut mettre ses conclusions à l'épreuve des faits : si elles ne sont pas conformes à la réalité, on remettra les fondements en question. L'expérience de Michelson et Morley a tué d'un coup la théorie de l'éther, alors que des siècles de discussion sur la nature profonde du vide n'y étaient pas parvenus. Cependant, en France, aujourd'hui encore, l'idée de Rousseau, suivant laquelle ce sont les faits qui doivent se conformer aux idées et non l'inverse, reste prégnante. De cette idée sont nées l'opinion répandue que la politique économique est avant tout un débat d'idées, et une méfiance viscérale bien française envers la modélisation mathématique.

Les anticipations rationnelles

Les deux révolutions de ce dernier quart de siècle sont venues, comme toujours, de problèmes que l'on connaissait à l'époque et dont on ne soupçonnait guère l'imminence de la solution ni l'importance qu'elle prendrait. Le premier de ces problèmes est de traduire le comportement stratégique (certains diront moutonnier) des individus : *je dois prendre aujourd'hui des décisions dont les conséquences dépendront de ce qui se passera demain, et que je ne connais pas encore*. Il s'agit d'une situation générale de la vie en société : l'étudiant qui entreprend de longues études, ou la personne d'âge mûr qui investit pour sa retraite parient l'un et l'autre sur l'avenir. Bien entendu, K. Arrow et G. Debreu avaient réfléchi au problème, et leur réponse était que chacun prend sa décision en évaluant les probabilités de succès ou d'échec. Ce dont ils n'avaient pas tenu compte, c'est que, dans la plupart des cas, ces probabilités dépendent de ce que fait autrui. Tous les jeunes gens du même âge sont confrontés au même problème, ainsi que toutes les personnes ayant de l'argent à placer, et chacun aimerait bien savoir ce que vont faire les autres avant de

prendre sa propre décision, un peu comme les automobilistes qui roulent sur une autoroute encombrée se demandent s'ils vont s'arrêter pour déjeuner ou pas.

En d'autres termes, il ne s'agit pas d'évaluer des probabilités objectives, comme le risque que se produise un tremblement de terre, mais d'anticiper les actions d'autrui. R. Lucas se rendit célèbre très jeune, en attaquant les modèles économétriques utilisés à l'époque pour faire des prévisions : ces modèles traitaient les données économiques comme s'il s'agissait de trouver des probabilités objectives, alors qu'il s'agissait d'un problème d'anticipation. Selon R. Lucas, les méthodes qui conviennent pour prévoir les tremblements de terre ne permettent pas de prévoir les récessions, ou les simples variations du taux de croissance, car le tremblement de terre se moque de ce que dit le sismologue, alors que beaucoup de chefs d'entreprises et d'investisseurs sont à l'affût des prévisions économiques. L'annonce d'un point de croissance en plus ou en moins pour l'année prochaine change les anticipations de tous les acteurs, et les conduit à faire dès aujourd'hui tout autre chose que ce que l'on avait prévu qu'ils fassent. Les prévisions de Bison futé sont un contre-exemple d'anticipations rationnelles : si tous les automobilistes suivent les conseils de Bison futé et décalent leur heure de départ, il n'y aura pas d'embouteillage au jour indiqué et Bison futé aura échoué dans ses prévisions !

Ces changements inopinés de comportement pourraient être évités si, d'une part, tout le monde, y compris l'économiste qui effectue les prévisions, anticipait l'avenir de façon similaire – en se fondant, par exemple, sur le même niveau de croissance –, et agissait en conséquence, et si, d'autre part, les hypothèses se réalisaient. Les prévisions s'accomplissent, non par quelque nécessité inéluctable, mais parce que tout le monde y croit ; s'il s'avérait que des dissidents se mettent à croire en d'autres oracles, et se comportent différemment, les anticipations de la majorité ne se réaliseraient pas, ni, du reste, celles de la minorité. C'est à R. Lucas que revient le mérite d'avoir mis en forme ce concept, sous le nom d'*anticipations rationnelles*, et d'en avoir fait un puissant outil pour l'analyse des politiques



1. SELON LA THÉORIE DES ANTICIPATIONS RATIONNELLES, les prix ne résultent pas exclusivement de l'offre et de la demande, mais aussi des anticipations des acteurs du marché. Une anticipation est dite *rationnelle* quand elle s'accomplit d'elle-même, à force d'y croire. Imaginons, par exemple, qu'on lie l'existence des taches solaires à la santé de l'économie : lorsque des taches obscurcissent le Soleil, les champs reçoivent moins de lumière, les récoltes sont mauvaises, et l'activité des entreprises agri-

coles baisse, ce qui se répercute sur la bourse par une régression généralisée. Qu'elle soit vraie ou non, à la prochaine apparition de taches, cette théorie aura un impact sur l'économie si les gens y croient : anticipant une baisse de l'économie, ils retireront leur argent de la bourse pour le placer en épargne, ce qui provoquera un fléchissement des cours. Dans la même veine, les réactions défensives du public à des mesures prônées par les gouvernements peuvent empêcher celles-ci de se réaliser.

macroéconomiques. Plus profondément, il pose un problème, non plus économique, mais sociologique : comment des individus, dépendant les uns des autres, mais prenant seuls leurs décisions isolément, parviennent-ils à construire et à entretenir un système de croyances qui leur permette de coordonner leurs actions dans la durée ? La solution de R. Lucas consiste essentiellement à dire que ces croyances doivent être auto-réalisatrices. Peut-être existe-t-il d'autres solutions, mais pour l'instant celle que propose R. Lucas est la seule qui nous permette de traiter le problème.

La théorie des cachotteries

La deuxième révolution est la théorie des contrats, une œuvre collective menée par un certain nombre d'économistes de par le monde, parmi lesquels citons les précurseurs Michael Spence et James Mirrlees, respectivement prix Nobel en 2001 et 1996, et les Français Jean-Jacques Laffont et Jean Tirole. L'idée de départ de cette théorie est la prise de conscience de ce qui m'apparaît aujourd'hui comme le problème fondamental de toute vie en société : l'asymétrie d'information, c'est-à-dire la possibilité qui nous est toujours ouverte de dissimuler ou de mentir ; *j'entends ce que tu dis, je lis ce que tu écris, je vois ce que tu fais, mais je ne saurai jamais ce que tu penses*. L'électricien qui veut mettre mon installation aux normes européennes, le particulier qui me vend sa voiture, le marchand qui me recommande un melon, me disent-ils la vérité ? Tel candidat à la présidence de la République s'engage à faire de la recherche scientifique une priorité nationale : le pense-t-il vraiment ? Une grande société annonce des bénéfices importants, et ses comptes sont certifiés par un cabinet de réputation mondiale : puis-je y placer mon argent ? Un grand monopole d'État fixe le tarif d'un service public : le prix est-il calculé afin d'économiser l'argent des usagers ou pour alimenter les caisses de l'État sans passer par l'impôt ?

Dans le monde d'Arrow-Debreu, ce type de problèmes n'existe pas : la seule information pertinente, la seule dont on ait besoin pour prendre une décision, est le niveau des prix, qui est connu de tous. C'est sans doute pourquoi ce monde n'a pas besoin d'autres institutions que le marché. Une grande partie de la recherche de J.-J. Laffont et J. Tirole a consisté à montrer que toutes les institutions que notre société a inventées au cours de son histoire

– entreprises, syndicats, tribunaux, État – sont des manières de résoudre les problèmes créés par l'asymétrie d'information. C'est particulièrement clair dans le cas de l'État : comme on ne peut faire confiance à personne, et qu'il n'y a pas moyen de connaître les véritables intentions des gens, il faut élaborer un système de gouvernement où le pouvoir est réparti entre des institutions ayant intérêt à se contrôler mutuellement, voire à se contrecarrer. Cette méfiance de l'État remonte à Montesquieu et Tocqueville, et a inspiré la constitution des États-Unis. En revanche, la révolution française s'est appuyée sur une autre tradition, celle de Rousseau, laquelle accorde à l'État, représentant du peuple, une confiance sans borne.

Afin de modéliser ces procédés, il faut disposer d'un cadre théorique pour traiter l'asymétrie d'information. Depuis les premiers travaux de M. Spence et J. Mirrlees, on a élaboré un modèle très simplifié, mais étonnamment efficace, d'une relation contractuelle entre deux parties. La première, appelée le principal, propose un contrat à la seconde, nommée l'agent ; il peut s'agir d'un contrat de travail ou de location, ou d'un contrat plus compliqué, tel un contrat d'assurance. La théorie des contrats n'est pas une théorie de la négociation : le principal propose le contrat, tandis que le seul pouvoir dévolu à l'agent est de l'accepter ou non. C'est un avantage consenti au principal : si celui-ci parvient à cerner la somme en dessous de laquelle l'agent refusera l'offre (dans le cas par exemple d'un contrat de travail), il peut en tirer parti en lui faisant une offre juste supérieure.

Comment réagit l'agent, livré pieds et poings liés au principal ? En cachant des informations, car il sait des choses que le principal ignore : l'avionneur auquel l'État passe commande d'un avion de chasse est le seul à connaître ses coûts de production ; le client qui marchandise est le seul à savoir si l'objet l'intéresse vraiment et le montant maximal qu'il est prêt à payer... (voir la figure 2). Il existe une asymétrie dans l'information possédée par l'agent et le principal. En outre, l'agent peut agir sans que le principal ne le sache : un travailleur qui se juge exploité ne fera pas de zèle ; si j'ai une assurance tout risque, je ferai moins attention en

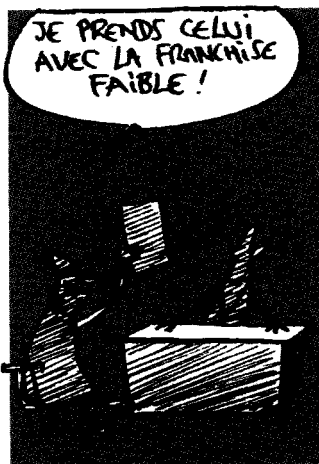
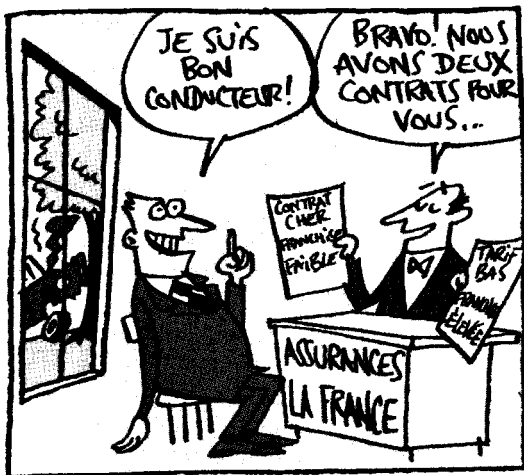


Le « call sur action » et Thalès, son premier acquéreur

Le « call sur action » est un produit financier récent. En cas de hausse de la bourse, il fait bénéficier à son acquéreur des dividendes engendrés, mais en cas de baisse la perte d'argent est limitée à une valeur fixée à l'avance, la prime. Un call sur action d'échéance trois mois, de prix d'exercice 1 000 euros et de prime 100 euros vous donne le droit d'acheter l'action en question au prix de 1 000 euros dans trois mois. Si au terme de ces trois mois le prix de l'action est inférieur à 1 000 euros, vous versez le montant de la prime à l'organisme financier. Si le prix est supérieur, vous gagnez la différence entre le prix observé p et le prix d'exercice.

Dans son principe, le call sur action est vieux comme le monde. Thalès, le mathématicien-philosophe, en aurait tiré profit à des fins démonstratives. L'histoire nous a été rapportée par Aristote dans un de ses ouvrages sur la politique. Thalès voulait réfuter les

arguments de ceux qui voyaient en sa pauvreté la preuve de l'inutilité de la philosophie. Sur des bases astrologiques et climatologiques, il prédit que la prochaine récolte d'olives serait abondante. Disposant d'une petite somme d'argent, il versa alors des arrhes (l'équivalent de la prime) pour utiliser tous les pressoirs de la région. Personne n'enchérissant, la location lui fut consentie à bas prix. La récolte fut bonne et Thalès sous-loua les moulins aux tarifs qu'il voulut, ce qui fit sa richesse. La preuve était ainsi faite qu'il est facile aux philosophes de s'enrichir quand ils le veulent. En louant à l'avance les moulins, Thalès était en position, comme l'acquéreur d'un call sur action, de gagner beaucoup d'argent, tout en risquant d'en perdre peu.



2. TOUT LE MONDE PEUT CACHER DES INFORMATIONS lorsqu'il négocie un contrat. Qu'est-ce qui prouve, par exemple, à l'assureur que l'automobiliste lui dit la vérité quand il lui déclare être un merveilleux conducteur? Confronté à cette incertitude, l'assureur pourrait proposer à l'automobiliste un contrat au prix du coût moyen des réparations. Ce faisant, les bons conduc-

conduisant. En somme, l'agent dispose de deux parades : l'information et l'action cachées. Comme elles constituent sa seule défense vis-à-vis du principal, l'agent les exploite au maximum. Voilà pourquoi la théorie des contrats s'est révélée le cadre idéal pour étudier l'asymétrie d'information. Muni de ce cadre théorique, on a pu attaquer des problèmes qui sortent complètement de l'univers d'Arrow-Debreu, comme le fonctionnement des entreprises, la tarification des services publics, ou le financement des grands travaux. Je pense que notre réflexion sur l'asymétrie d'information n'est pas encore épuisée ; un sujet tel que la théorie de la justice, par exemple, pourrait être complètement revisité à la lumière de l'asymétrie d'information.

Gains en bourse garantis

Ces 25 dernières années, une troisième révolution a transformé la vie économique : les mathématiques financières. Aujourd'hui, on trouve sur les marchés financiers une immense variété de produits : inimaginables en 1975, ils offrent les garanties les plus variées, et personne ne s'étonne plus que son banquier lui propose un fonds à rendement garanti, dont la rémunération annuelle soit indexée sur l'indice du CAC 40, ou, si la bourse a baissé, soit égale à trois pour cent de la valeur investie.

Afin de pouvoir proposer ce genre de produits, les institutions financières doivent être capables de les couvrir, c'est-à-dire de disposer de techniques de gestion qui leur permettent d'honorer leurs engagements quoi qu'il arrive. Ces techniques ont été découvertes, en 1973, par Fischer Black et Myron Scholes. Dans un bref article qui devait valoir à M. Scholes le prix Nobel 1997 (Black était entre-temps décédé), ils montraient comment couvrir un produit relativement simple, le « call sur action » et par là même à quel prix le vendre. En effet, expliquaient-ils, le prix d'un produit financier n'est autre que le prix du portefeuille qu'il faut constituer pour le couvrir. La formule de Black et Scholes est plus connue aujourd'hui dans les salles de marchés que le théorème de Pythagore ; tous les logiciels financiers l'utilisent à tort et à travers, et leur méthode d'évaluation du prix a donné naissance à toute une théorie, mathématiquement

teurs s'estimeraient lésés, ayant le sentiment de payer pour les mauvais. Aussi, les assureurs ont-ils opté pour deux autres contrats : le premier est peu cher, mais, en cas d'accident, l'automobiliste paye une franchise importante, ce qui est adapté au bon conducteur qui n'a pas d'accident ; l'autre, destiné aux mauvais conducteurs, a un prix élevé, mais une franchise faible.

complexe, la théorie de l'arbitrage. Le cœur de la théorie repose sur la *volatilité* d'une action, concept qui fait maintenant partie de la pratique quotidienne de la finance ; le terme est passé du langage des *traders* au langage des journalistes spécialisés, puis à celui des présentateurs de télévision. Toutefois, parmi ceux-ci, combien connaissent l'origine et la signification exacte du terme volatilité, un coefficient dans une équation différentielle stochastique qui décrit l'amplitude et la fréquence des oscillations d'un cours autour de sa valeur moyenne ?

Nous sommes aujourd'hui dans une situation ambiguë. D'un côté, l'essor des marchés financiers et le caractère très mathématique des modèles en usage ont suscité un véritable engouement, notamment chez les étudiants, et vont orienté de nombreux talents dans cette direction. Le modèle original de Black et M. Scholes a été beaucoup perfectionné, et a bénéficié des apports de la théorie du chaos et de la théorie des fractales de Benoît Mandelbrot. C'est une démonstration éclatante de la puissance des mathématiques, et surtout de leur actualité. De l'autre, je pense que la théorie des marchés financiers a atteint sa maturité, et que s'il reste à faire un énorme travail pour en tirer toutes les conséquences pratiques, il n'y a plus guère de progrès à en attendre ni du point de vue de l'économie ni de celui des mathématiques.

En revanche, je pense que l'on est encore loin d'avoir épuisé l'idée des anticipations rationnelles, et d'avoir mis au jour l'intégralité de ce qu'implique la situation profondément humaine d'asymétrie d'information. Il me semble que l'on tient là un outil efficace pour reprendre des problèmes anciens (*Qu'est-ce qu'une société juste ?*) et aborder des problèmes nouveaux (*Pourquoi le sous-développement ?*). Je pense aussi que l'urgence des problèmes auxquels la planète est confrontée (*Comment réaliser le développement durable ? Quel système politique nous tirera de cet enchaînement de guerres plus ou moins larvées ?*) conduira à de nouveaux progrès théoriques, et je suis certain que la réalité n'échappera pas à l'analyse mathématique ; la pensée se coulera une fois de plus dans le moule de la formalisation.

Ivar EKELAND est professeur de mathématiques à l'Université de Paris 9-Dauphine.