

# Un PIONNIER de l'économie

*Janet Stotsky*  
**brosse le  
 portrait de  
 Kenneth  
 J. Arrow,  
 théoricien  
 lauréat du  
 Prix Nobel  
 qui a défriché  
 de nombreux  
 champs de  
 l'économie**

**L**ES CONTRIBUTIONS novatrices de Kenneth J. Arrow à la théorie économique dans l'après-guerre sont la pierre angulaire des travaux de générations successives de spécialistes de l'économie théorique et appliquée.

Feu le théoricien Frank Hahn, empruntant à Shakespeare sa description de Jules César, dit un jour de son collègue Arrow : «Il enjambe notre univers comme un colosse... Il n'y a guère de domaine de notre discipline qu'il n'ait transformé en profondeur en lui donnant un nouvel éclairage», ce que prouve sans doute la kyrielle de concepts économiques qui portent son nom : le modèle Arrow-Debreu, le théorème d'impossibilité d'Arrow et les titres à la Arrow...

Alors que ses premières amours étaient les mathématiques et les statistiques mathématiques, Arrow est devenu économiste pour des raisons très économiques. Il s'est retrouvé à court d'argent alors qu'il étudiait la statistique mathématique à l'université Columbia juste avant la Seconde Guerre mondiale, et la faculté d'économie lui a proposé un concours financier.

#### **Au plus offrant**

Harold Hotelling, économiste de formation, enseignait les statistiques et «donnait un cours d'économie mathématique» auquel Arrow s'est inscrit «par curiosité». Mais, comme l'économie commençait à le tenter, lorsqu'il s'est trouvé dans le besoin, il a consulté Hotelling. L'économiste

lui a expliqué qu'il n'avait aucun pouvoir sur les bourses de la faculté de mathématiques, mais qu'il pourrait lui venir en aide s'il changeait de discipline. «Alors je suis passé à l'économie. Il y a des gens que cela offusque. J'ai dit : «Vous êtes tous des économistes, pourquoi n'opterais-je pas pour le plus offrant?», se souvient-il lors d'un entretien dans son bureau de l'université Stanford, où il a passé la majeure partie de sa vie professionnelle.

Ce passage à la faculté d'économie fut le début d'une carrière au cours de laquelle il partagerait le Prix Nobel d'économie en 1972 — à l'âge de 51 ans, ce qui en faisait le plus jeune lauréat. Le comité Nobel a distingué les travaux d'Arrow et de l'économiste britannique John Hicks dans deux domaines : la *théorie de l'équilibre général*, qui cherche à expliquer comment les prix se forment dans une économie, et la *théorie du bien-être*, qui analyse l'état optimal de l'allocation des biens et services au sein de l'économie. Mais les membres du comité Nobel ont aussi noté que les deux économistes avaient aussi fait d'autres contributions importantes dans d'autres domaines.

C'est assurément vrai pour Arrow, qui a étudié ce qui se passe lorsqu'une des parties à une transaction en sait plus que l'autre, a montré comment le progrès technique peut naître de l'activité économique et a introduit les notions de risque et d'incertitude dans l'analyse d'équilibre. Il a aussi contribué à l'analyse économique de la discrimination raciale et de la santé publique. De plus, lors de sa première percée dans l'analyse

économique, sa thèse de doctorat, Arrow a pour tout dire inventé la *théorie du choix social*, qui montre comment les préférences individuelles se combinent en décisions collectives, par exemple pour le choix d'un système électoral.

Arrow a introduit une rigueur mathématique dans presque tous les domaines qu'il a abordés et a puissamment contribué à donner à la théorie économique le fondement mathématique qu'elle possède aujourd'hui.

Fils d'immigrants roumains, Arrow est né à New York en 1921. Comme beaucoup de ses contemporains qui ont grandi durant la Grande Dépression, il a été profondément marqué par les tribulations de l'existence. Son banquier de père a perdu sa confortable situation et a dû déplacer maintes fois sa famille en fonction des fluctuations de ses revenus. «J'ai fait mes études dans un tas d'endroits différents», se souvient Kenneth Arrow. Mais, en fin de compte, sa famille est revenue s'établir à New York, où il est entré à Townsend Harris, un lycée public avec un cursus de trois ans («il fallait pour cela prendre une heure de cours supplémentaire chaque jour»). C'est là qu'il a attrapé le virus des maths. À la fin de ses études secondaires en 1936, «nous étions encore très pauvres ... et la seule possibilité pour continuer à l'université était le City College of New York (CCNY), sans frais de scolarité.

Comme beaucoup de jeunes gens qui ont connu les ravages de la Dépression, «j'avais hâte de trouver du travail ... mais comment dénicher un emploi stable? Et la réponse allait de soi : en devenant prof de maths.» Il s'est donc formé à l'enseignement des maths, en n'étant toutefois «pas très inspiré» par le côté propédeutique de la chose.

### Des attentes déçues

Et, quelques années plus tard à Columbia, Arrow s'aperçut que la voie des mathématiques n'était pas la bonne. Il y avait une telle réserve de professeurs de maths diplômés en 1933 que la ville de New York n'avait pas organisé de nouveau concours depuis. De ce fait, explique Arrow, il a décidé qu'«il valait mieux ne pas du tout miser sur ce boulot. Alors je me suis mis à un truc qui s'appelait les statistiques, et j'y ai pris goût... Par chance, Columbia était le bon endroit où étudier.» Lorsqu'il a décroché son diplôme de CCNY en 1940, son père a emprunté de quoi lui payer les frais de scolarité à Columbia, et «je me suis inscrit sans peine à la faculté de mathématiques... Mais je me suis rendu compte, comme je l'ai appris pendant le reste de ma vie, que les mathématiciens n'ont que dédain pour les statistiques.»

C'est alors que Hotelling intervient pour l'amener à l'économie. Sa licence de mathématiques en poche, Arrow s'est jeté à corps perdu dans l'étude de l'économie. Il a suivi toutes les formations diplômantes et passé l'oral préparatoire pour son doctorat à la fin de 1941. Mais la Seconde Guerre mondiale a interrompu temporairement le cours de ses études. «C'était certain, j'allais me retrouver conscrit.» Alors, au lieu d'attendre d'être incorporé, il décida de trouver quelque chose qui l'intéresserait. «Le mieux que j'aie pu trouver était la prévision météo», activité cruciale pour l'Armée de l'air, qui faisait alors partie de l'Armée américaine.

Il a étudié la météorologie à l'université de New York et a été affecté à un centre de recherche où son travail consistait en partie à «vérifier la qualité des prévisions météo». Mais il a aussi débusqué «un vrai problème : comment exploiter les prévisions

des vents pour guider l'avion de manière à ce qu'il puisse en tirer parti?». Ce qui importait n'était pas tant d'accélérer le trajet aérien d'Amérique du Nord en Europe, mais d'économiser le carburant. Arrow explique qu'il avait mis au point une méthode permettant de réduire de 20 % la consommation de kérosène. Il n'a jamais réussi à convaincre les autorités militaires d'utiliser sa technique, mais «je pense qu'elle a été exploitée commercialement depuis lors». De plus, ses recherches ont été la base d'un article intitulé «De l'usage optimal des vents pour la planification des vols», paru en 1949. La première étude publiée par le futur Prix Nobel d'économie est parue dans le *Journal of Meteorology*.

Après la guerre, Arrow retourna à Columbia, avec une bourse généreuse qui lui avait été réservée pendant qu'il était sous les drapeaux et la conviction que «j'avais quelque chose de très important à accomplir... Je savais que j'étais certes un très bon étudiant, mais dénué d'originalité.»

En 1947, toujours à la recherche d'un sujet de thèse, il entre à la Commission Cowles d'études économiques à l'université de Chicago en tant que membre de la faculté. Cette commission, fondée en 1932 par l'homme d'affaires Alfred Cowles, étudiait les liens entre la théorie économique et les mathématiques et statistiques. Il rencontre Selma Schweitzer, étudiante à Chicago, qu'il épouse dans l'année. Elle le présente au statisticien M.A. Girschik, qui invite Arrow à passer l'été suivant à la RAND Corporation, centre de réflexion mondial. «C'est à l'été 1948 que je me suis senti pousser des ailes.»

Ses entretiens avec le philosophe et futurologue allemand Olaf Helmer, à la RAND Corporation, inspirent à Arrow le sujet de sa thèse : la théorie du choix social. Ce concept était si nouveau que son directeur de thèse, Albert Hart, n'avait pas la moindre idée de ce qu'Arrow cherchait à démontrer. «Mais il croyait vraiment en moi... Il m'a dit : je n'y connais rien, mais je vous fais confiance», raconte Arrow.

Dans son mémoire de thèse et un ouvrage intitulé *Choix social et valeurs individuelles*, paru en 1951, l'année où Arrow passe son doctorat, il pose les bases de la théorie du choix social, qui examine mathématiquement dans quelle mesure les opinions différentes que les électeurs se font des candidats se traduisent dans les résultats électoraux. Ce que l'on appelle maintenant le théorème d'impossibilité (ou de possibilité) d'Arrow, qui postule que, lorsque certaines conditions raisonnables d'équité sont réunies, il est impossible que le système de vote reflète convenablement les préférences collectives. Les économistes traditionnels considèrent que les individus sont rationnels. Cela signifie que leurs préférences sont transitives, en ce sens que, par exemple, les électeurs qui préfèrent le candidat Smith au candidat Jones et Jones à Williams préféreront Smith à Williams. Le théorème d'Arrow démontre que, dès lors que quatre conditions raisonnables sont imposées à trois choix ou plus, il est impossible que les choix individuels se traduisent en choix collectifs qui respectent le principe de transitivité. Autrement dit, aucune méthode ne permet de faire en sorte que les choix collectifs (par exemple le résultat des élections) soient le fidèle reflet des choix individuels. La théorie du choix social permet de comprendre le processus de prise de décision collective et d'établir des règles électorales.

### Déclic libérateur

Sa thèse fut la clé de sa réussite. «À partir du moment où j'en ai eu fini avec ma thèse sur le choix social, je me suis senti comme libéré.»

Arrow appliqua les mathématiques avancées à la théorie de l'équilibre général, énoncée en 1874 par Léon Walras, qui démontrait en un sens qu'Adam Smith avait raison. Les nombreux agents économiques qui poursuivent leurs propres objectifs ne créent pas le chaos, mais sont guidés par une «main invisible» qui assure la production relativement ordonnée de biens, de services et d'emplois dans l'ensemble de l'économie.

En économie, on dit que le marché est équilibré lorsque la demande est égale à l'offre pour tous les biens. L'analyse d'équilibre partiel étudie la demande (ou l'offre) d'un bien en fonction de son prix, tous les autres prix étant fixes. Dans l'analyse d'équilibre général, tous les prix sont variables et la demande est égale à l'offre sur tous les marchés. Par exemple, la demande de gaz naturel sur le marché mondial peut dépendre non seulement de son prix, mais aussi de ceux d'autres produits pétroliers ou fossiles et de biens et services qui n'ont pas de rapport direct avec les marchés de l'énergie — ainsi que du niveau des salaires et des taux d'intérêt.

En 1954, Arrow, en collaboration avec l'économiste français Gérard Debreu, établit les conditions générales des prix auxquelles l'offre globale est égale à la demande globale pour tous les produits au sein de l'économie (le modèle d'équilibre général d'Arrow-Debreu). Lionel McKenzie arrive indépendamment au même résultat par une démarche un peu différente. Arrow et Debreu (qui reçoit le Prix Nobel en 1983) s'inspirent des idées proposées par John Nash dans sa théorie des jeux — champ des mathématiques alors tout nouveau, qui analyse les stratégies de compétition où le résultat des actions d'un participant dépend des actions de ses concurrents et qui valut à Nash le Prix Nobel en 1994.

Dans des ouvrages ultérieurs, dont celui qu'il produisit avec Leonid Hurwicz, Arrow étudia la stabilité des marchés et la manière dont les prix s'ajustent pour équilibrer l'offre et la demande.

La réflexion sur l'équilibre général mène à l'élaboration de modèles théoriques et empiriques qui prennent en compte les interactions entre les composantes de l'économie, en particulier les relations entre la consommation et la production.

Ces modèles sont employés dans beaucoup de domaines de l'économie, tels que les finances publiques ou le commerce international, où ils permettent de déterminer si les pays sont gagnants ou perdants en cas de modification des taux d'imposition ou des droits de douane. Au début des années 70, John Shoven, longtemps collègue d'Arrow à Stanford, et l'économiste britannique John Whalley mettent au point le premier modèle d'équilibre général de l'économie américaine pour étudier l'évolution de la fiscalité. Sur le plan du développement économique, ces modèles permettent de déterminer comment la croissance du secteur exportateur affecte les salaires.

La théorie de l'équilibre général a aussi beaucoup influé sur la pensée macroéconomique. Les économistes cherchaient à trouver dans la microéconomie — l'étude du comportement des marchés individuels — les fondements de la macroéconomie. La nouvelle théorie macroéconomique classique postule que l'économie est

fondamentalement en équilibre, avec les prix et salaires fluctuant sur les marchés individuels. Les écarts par rapport à l'équilibre se corrigent rapidement. Les écoles de pensée keynésiennes ou néokeynésiennes (voir «Qu'est-ce que le keynésianisme?» dans cette édition de *F&D*) s'inspirent aussi des modèles d'équilibre général, mais refusent l'idée que les marchés reviennent toujours et rapidement à l'équilibre. D'après cette théorie, les prix et les salaires évoluent en général lentement, de sorte que l'économie est déséquilibrée pendant de longues périodes, ce qui justifie des politiques budgétaires et monétaires activistes. Les *modèles stochastiques dynamiques d'équilibre général* visent à rendre compte de la nature changeante et incertaine de l'évolution macroéconomique. Arrow considère que les modèles macroéconomiques doivent tenir compte de la tendance des marchés à rester hors équilibre, comme dans le cas de la période prolongée de chômage pendant la Grande Dépression.

### Révolution du bien-être

En 1951, juste après avoir exposé la théorie du choix social, Arrow décida de se servir des mathématiques avancées pour étudier ce qu'il est convenu d'appeler l'optimum de Pareto, situation dans laquelle il est impossible d'améliorer le bien-être d'un individu sans réduire celui de quelqu'un d'autre. C'est un des critères servant à calculer si l'économie fonctionne bien. En vertu du premier théorème du bien-être, un équilibre général en concurrence parfaite produit une allocation des ressources optimale au sens de Pareto; d'après le second théorème, il est possible d'obtenir une situation Pareto-optimale avec un équilibre en concurrence parfaite et une part de redistribution des ressources. Arrow étend le champ d'application de ces théorèmes à des biens et services qui ne font pas l'objet de la moindre demande ou offre, situation qui se produit souvent et que les économistes appellent une «solution d'angle».

La théorie de l'équilibre général ne comportait au départ aucun élément d'incertitude ou de risque. Constatant qu'il est difficile de se prémunir contre le risque sur les marchés, Arrow introduit la notion de marchandise «contingente», qui, en plus de ses caractéristiques physiques, a des attributs correspondant au monde dans lequel elle voit le jour (le blé produit en période de sécheresse diffère du blé produit en période d'abondance).

Il formule ensuite l'idée d'un actif financier dont le produit dépend de l'état de la nature. Cet actif d'Arrow est le fondement de la théorie financière moderne. Il permet aux opérateurs de minimiser le nombre de marchandises qu'ils doivent échanger. L'agriculteur peut, par exemple, conclure un contrat pour vendre son blé à terme à un prix donné, de manière à se garantir contre une baisse excessive des cours. Ces contrats à terme peuvent s'échanger sur un marché où les agents anticipent différemment l'évolution des prix.

Un des outils cruciaux de l'analyse économique est la fonction de production, qui décrit comment le travail et le capital se combinent pour arriver au produit final. Les théories de la croissance considéraient que l'évolution technique, important facteur





d'augmentation de la productivité (du fait qu'on utilise moins d'intrants pour produire un bien donné), ne résultait pas de l'activité économique, mais était exogène, même si le bon sens suggère le contraire. Dans une étude sur l'apprentissage par l'expérience publiée en 1962, Arrow développa l'idée que les travailleurs et les entreprises peuvent améliorer leur productivité par l'expérience et qu'une partie de la connaissance ainsi

## «Les étudiants d'Arrow l'adoraient. Il nous a fait profiter de son intelligence fulgurante et de ses éclairs de génie.»

acquise profite à l'ensemble de l'économie. Cette notion permet d'expliquer certaines réalités, par exemple les larges écarts de productivité qui persistent entre les pays.

En 1963, Arrow publia une autre étude traitant de l'incertitude et de la santé publique, pour expliquer qu'il est difficile de mettre sur pied un marché de la santé à la fois parce que certains agents — les docteurs — en savent plus que les autres — les patients, mais aussi du fait de l'absence de concurrence. Il démontrait l'important crucial des effets pervers sur le marché des soins de santé, par exemple le fait que les patients ayant une assurance médicale sont plus demandeurs de soins. Un comité d'économistes de renom déclara que cet article était une des vingt études qui avait eu le plus grand retentissement en un siècle d'existence de l'*American Economic Review* — publication phare de l'Association des économistes américains.

### Ramifications

Arrow s'est aussi attaché, avec Mordecai Kurz, à établir une méthode pour optimiser les investissements publics. Il a aussi recherché les causes économiques et non économiques de la persistance de la discrimination raciale au travail et dans la vie courante.

L'intérêt qu'il portait aux problèmes économiques pratiques et aux questions sociales et politiques l'a amené à étudier le changement climatique, mais aussi le subventionnement des médicaments dans les pays en développement. Il a été un des premiers contributeurs au Groupe intergouvernemental sur le changement climatique, qui donne des estimations fiables de son impact.

Ses travaux sur le changement climatique portaient sur la manière dont les individus évaluent ce qui va se produire à l'avenir. Dans un récent article dans la revue *Nature*, Arrow et ses coauteurs déclarent que le gouvernement américain a sous-estimé le coût du carbone, sur lequel l'administration Obama base ses plans de réduction des émissions des centrales électriques.

Il dirige depuis quelques années un comité de l'Institut de médecine qui a fait campagne pour le subventionnement des traitements contre la malaria, de manière à les rendre plus abordables dans les pays à faible revenu. Il a aussi participé à la fondation de l'Association des économistes pour la paix et la sécurité, qui milite en faveur de solutions non militaires aux problèmes mondiaux.

Arrow a fait toute sa carrière à Stanford, avec une parenthèse de onze années à Harvard de 1968 à 1979. Il y est arrivé en 1949, est rapidement devenu professeur d'économie, de statistiques et de recherche opérationnelle, et a contribué à faire de Stanford un pôle d'étude de la théorie économique, de l'économétrie et des mathématiques appliquées.

Il compte quatre lauréats du Prix Nobel au nombre de ses étudiants à Stanford et Harvard : John Harsanyi en 1994, Michael Spence en 2001 et Eric Maskin et Roger Myerson en 2007. Spence s'est souvenu, dans son autobiographie, de l'admiration que ses étudiants portaient à Arrow. «Décrire les contributions de Ken Arrow à la science économique dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle revient à décrire les progrès de cette science durant cette période.» Un de ses anciens étudiants à Stanford, Ross Starr, qui a continué à développer la théorie de l'équilibre général, se souvient de l'affection qu'il inspirait. Joint par téléphone, il confirme : «Ses étudiants l'adoraient. Il nous a fait profiter de son intelligence fulgurante et de ses éclairs de génie.»

Arrow fait aussi partie d'une famille d'universitaires distingués. Sa sœur, Anita Summers, est professeur en retraite de l'université de Pennsylvania, où son défunt époux Robert enseignait l'économie. Son neveu, Lawrence Summers, est un économiste de renom à Harvard, dont il fut un temps le président. Feu Paul Samuelson, qui fut en 1970 le premier citoyen américain à recevoir le Prix Nobel d'économie, était le frère de Robert Summers.

Les collègues et les étudiants d'Arrow se souviennent distinctement de sa présence aux séminaires de la faculté d'économie. Au début, il paraissait distrait, voire même somnolent. Mais, soudain, il tournait les yeux vers le tableau, scrutait pendant quelques minutes ce que l'orateur venait d'écrire, puis pointait poliment une erreur fatale de raisonnement. Arrow, qui continue à conseiller les étudiants mais a cessé d'enseigner après sa retraite en 1991, minimise ses qualités professorales. Certains de ses anciens étudiants se le remémorent notant à toute allure au tableau, tout en jonglant avec sa craie sans jamais la laisser tomber, une telle quantité d'idées à la fois qu'il était bien difficile de ne pas perdre le fil de l'exposé.

Jusqu'à ces dernières années, Arrow venait à l'université à vélo et ses étudiants le revoient arrivant en classe avec son casque sur la tête et une pompe à bicyclette dans sa besace.

Arrow, qui a 93 ans, explique qu'il a toujours été stimulé davantage par la résolution des problèmes et qu'une fois qu'il en a trouvé la clé, «je dois avouer que mon intérêt s'émousse». C'est pourquoi, bien qu'il ait reçu le Prix Nobel pour sa contribution à la théorie de l'équilibre général, c'est de ses travaux sur la théorie du choix social qu'il tire la plus grande fierté.

Plusieurs autres chercheurs, dont le défunt Lionel McKenzie, planchaient sur la même problématique de la théorie de l'équilibre général lorsqu'Arrow et Debreu ont mis au point leur modèle. «À certains égards ... si je n'avais pas existé, cela n'aurait pas changé grand-chose.»

Mais personne ne se posait de questions à propos du choix social. «Alors, ça, j'en suis fier.» ■

*Janet Stotsky était jusqu'à récemment Conseillère au Bureau du budget et de la planification du FMI; elle est maintenant consultante pour les politiques budgétaires, les femmes et le développement et la macroéconomie du développement.*