

Prix Nobel d'Économie et mathématiques

par J. BAIR et G. HAESBROECK

Résumé. Le prix NOBEL d'Économie 2012 a été décerné aux deux mathématiciens américains Lloyd SHAPLEY et Alvin ROTH. Cet événement nous a donné l'occasion de nous pencher quelque peu sur des prix internationaux pouvant être attribués à des mathématiciens.

Mots clés : prix NOBEL ; médaille FIELDS ; prix ABEL ; prix CRAFOORD ; prix SHAW ; prix WOLF ; prix de la Banque royale de Suède en sciences économiques ; économétrie ; théorie des jeux.

1 Généralités sur les Prix Nobel

Le suédois Alfred NOBEL (1833 - 1896), l'inventeur de la dynamite, a légué par testament une somme d'argent considérable pour la fondation d'une institution chargée de remettre un prix de portée internationale. Le désir (posthume) de l'industriel suédois était de récompenser des personnalités « ayant apporté le plus grand bénéfice à l'humanité » par « des travaux remarquables ». Ce prix, qui porte désormais son nom et sera désigné ci-dessous par l'acronyme PN, fut créé en 1901 ; il est actuellement attribué chaque année dans le courant du mois d'octobre et est remis officiellement le jour de la mort du donateur, soit le 10 décembre. Cinq domaines sont concernés :

1. la physique
2. la chimie
3. la médecine (ou physiologie)
4. la littérature
5. la paix (ou diplomatie)

Les deux premiers de ces prix sont décernés par l'Académie royale des sciences de Suède, le troisième par l'Institut Karolinska, le quatrième par l'Académie suédoise ; ces quatre PN sont remis par le roi de Suède, dans l'ancienne académie royale de musique à Stockholm. Le PN de la paix est attribué par un comité émanant du parlement norvégien ; c'est le roi de Norvège¹ qui préside la cérémonie qui se déroule à Oslo.

Notons que ces PN sont très médiatisés² : ils récompensent aussi bien un travail en faveur de la paix, qu'une œuvre littéraire ou encore des découvertes scientifiques. Mais toutes les sciences ne sont pas mises à l'honneur. Ainsi, il n'est pas prévu de PN en sciences géographiques ... ni en mathématiques.

L'absence d'un PN en mathématiques est parfois expliquée par une histoire assez romantique. On raconte en effet que NOBEL aurait pris les mathématiques en grippe parce qu'il était jaloux du (bien connu) mathématicien suédois Gösta MITTAG-LEFFLER (1846 - 1927) : tous deux auraient aimé une jeune Viennoise, dénommée Sophie HESS, et le mathématicien aurait volé le cœur de la bien-aimée au chimiste. Il semble que cette anecdote n'est qu'une légende dénuée de tout fondement [8].

Quoiqu'il en soit, les mathématiciens ne peuvent essayer de recevoir un PN que dans une discipline autre que la leur ... ou peuvent évidemment "se rabattre" sur d'autres distinctions propres aux mathématiques.

1. Les royaumes de Suède et de Norvège ont formé, entre 1814 et 1905, une "union personnelle", c'est-à-dire qu'ils étaient des états souverains mais avec un même roi. C'est en 1905 que les deux pays se sont séparés et ont alors réparti entre eux les attributions des PN.

2. Ils laissent peu de personnes indifférentes. Comme exemple humoristique, signalons qu'une revue scientifique anglaise vient de publier une étude sur l'existence éventuelle d'une corrélation entre le niveau de la consommation en chocolat d'une population et le nombre correspondant de lauréats de PN (*The New England Journal of Medicine*, 2012, 367, pp. 1562 - 1564).

2 Des prix internationaux pour les mathématiques

Il existe plusieurs prix internationaux de mathématiques qui peuvent en quelque sorte suppléer un PN en mathématiques. Nous en présentons ici brièvement cinq parmi les plus importants³, en mentionnant les noms des compatriotes qui figurent à leurs palmarès.

1. On affirme souvent que la récompense la plus prestigieuse en mathématiques est la médaille FIELDS, MF en abrégé. Ce prix doit son nom au mathématicien canadien John Charles FIELDS (1863 - 1932) qui a travaillé toute sa vie pour promouvoir la recherche en mathématiques.

La MF est attribuée tous les quatre ans par l'Union mathématique internationale lors de son congrès (en abrégé ICM, pour *International Congress of Mathematicians* en anglais). Couronnant à chaque fois (au plus) quatre mathématiciens âgés de moins de 40 ans au premier janvier de l'année en cours, cette récompense a une double vocation : en effet, comme l'a affirmé lors d'une récente interview l'un des derniers médaillés, le français Cédric VILLANI (né en 1973, primé en 2010), une MF est à la fois une récompense pour les résultats déjà obtenus et un encouragement à poursuivre les travaux en cours.

Une MF fut octroyée à deux mathématiciens d'origine belge, à savoir Pierre DELIGNE (né en 1944, médaillé en 1978) pour « sa preuve des conjectures de WEIL en géométrie algébrique », et à Jean BOURGAIN (né en 1954, primé en 1994) pour « ses travaux sur les espaces de BANACH, l'analyse harmonique et la théorie ergodique ».

2. Depuis 2003 existe également le prix ABEL, PA en abrégé, créé en souvenir du grand mathématicien norvégien Niels Henrik ABEL (1802 - 1829). Ce prix est décerné chaque année par l'Académie norvégienne des sciences et des lettres, pour « une contribution de valeur, présentant un intérêt essentiel pour cette spécialité scientifique. Le travail sélectionné peut avoir permis de résoudre des problèmes fondamentaux, apporté des techniques riches de conséquences, des principes synthétiques, ou avoir ouvert de nouveaux champs d'investigation ». Il récompense des mathématiciens pour l'ensemble de leur œuvre, sans limite d'âge, ce qui rend probablement cette récompense plus proche des PN que la MF. Un mathématicien issu de Belgique a reçu le PA : Jacques TITS en 2008 pour « ses travaux dans la formation de la théorie moderne des groupes ».

L'attribution du PA donne une (petite) idée sur des tendances suivies par les mathématiciens contemporains. Ainsi, le lauréat de 2012, le hongrois Endre SZEMERÉDI (né en 1940), a été choisi pour « ses contributions fondamentales aux mathématiques discrètes et à l'informatique théorique, et en reconnaissance de l'impact profond et pérenne de ces contributions à la théorie additive des nombres et à la théorie ergodique ».

3. Une récompense de mathématiques qui possède plusieurs points communs avec les PN est le Prix CRAFOORD, PC en abrégé. En effet, le PC est, tout comme les PN, décerné par l'Académie royale des sciences de Suède ; il est aussi remis lors d'une cérémonie officielle par le roi de Suède ; il doit son nom à un autre industriel suédois, Holger CRAFOORD (1908 - 1982), connu pour avoir été l'inventeur du rein artificiel ; de plus, en patronnant les PC, l'Académie suédoise a exprimé explicitement son souhait d'honorer des disciplines scientifiques "oubliées" par les PN classiques.

Le PC en mathématiques est peut-être moins connu que les deux prix précédents, mais il est plus récent que les autres, ayant été attribué pour la première fois en 1986 ; de plus, il concerne chaque année, et successivement, une seule des trois catégories suivantes : l'astronomie ou les mathématiques, puis les sciences naturelles et notamment la géologie, et enfin les biosciences avec en particulier l'écologie. Jusqu'à présent, le PC en mathématiques n'a été remis qu'en six occasions, selon un cycle d'environ tous les 6 ans. Les deux belges ayant reçu une MF figurent parmi les rares mathématiciens honorés par un PC : Pierre DELIGNE a été primé en 1988, tandis que Jean BOURGAIN a été distingué en 2012, en même temps que le jeune "prodige" australien Terence Chi-Shen TAO (né en 1975), pour « leur travail brillant et novateur dans les domaines suivants : analyse harmonique, équations aux dérivées

3. On peut trouver une liste plus large de prix en mathématiques sur le site *Chronologies historiques, culturelles et scientifiques du QUANDO*, à l'adresse électronique suivante : <http://www.aurac.be/quando/>.

partielles, théorie ergodique, théorie des nombres, combinatoire, analyse fonctionnelle et informatique théorique » .

4. Les prix SHAW, PS en abrégé, sont des récompenses scientifiques, remises à Hong Kong chaque année depuis 2004, par une fondation qui porte le nom de Run Run SHAW (né en 1907), un magnat des médias. Ils sont quelquefois appelés les « prix Nobel asiatiques » . Ils concernent les trois domaines suivants : l’astronomie, les sciences de la vie et la médecine, les mathématiques. Dans cette dernière discipline, 14 prix ont été attribués jusqu’à présent ; le prix 2010 est revenu à nouveau au belge Jean BOURGAIN, déjà détenteur d’une MF, pour « pour son travail en analyse et son application aux domaines allant des équations aux dérivées partielles à l’informatique théorique » .
5. Les prix WOLF, PW en abrégé, sont remis depuis 1978 par une Fondation israélienne du nom de Ricardo WOLF (1887 - 1981), un philanthrope d’origine allemande et ancien ambassadeur de Cuba auprès d’Israël. Cinq ou six de ces prix sont décernés annuellement à « des artistes et scientifiques vivants d’envergure exceptionnelle, sans considération de nationalité, race, couleur, religion, sexe ou opinion politique, pour des réalisations dans l’intérêt de l’humanité et des relations pacifiques entre les peuples » . Dans le domaine des sciences, les PW concernent l’agriculture, la chimie, les mathématiques, la médecine et la physique.

Jusqu’à la création du PA, le PW était probablement ce qu’il y avait de plus près d’un « prix Nobel de mathématiques » .

Notre compatriote Pierre DELIGNE, déjà honoré à plusieurs reprises, a reçu le PW en 2008.

Notons encore que les mathématiques pratiquées par les lauréats de tous ces prix sont extrêmement profondes⁴ : le plus souvent, elles relient entre elles des disciplines mathématiques qui, a priori, semblent assez éloignées les unes des autres. Comme exemple assez typique, signalons que le français Jean-Pierre SERRE a reçu le PA en 2003 pour « pour avoir joué un rôle clé dans l’élaboration dans leur forme moderne de plusieurs domaines des mathématiques comme la topologie, la géométrie algébrique et la théorie des nombres » .

3 Prix de la Banque royale de Suède en sciences économiques

Contrairement à ce que l’on peut lire très souvent dans la presse, il n’existe pas à proprement parler de prix NOBEL en économie⁵. Toutefois, en 1968, à l’occasion de son 300^{ème} anniversaire, la Banque royale de Suède a décidé de récompenser des économistes par un prix annuel appelé officiellement le « prix de la Banque royale de Suède en sciences économiques en mémoire d’Alfred NOBEL » (le nom original étant *Sveriges Riksbanks pris i ekonomisk vetenskap till Alfred Nobel minne*)⁶. Ce prix est géré par la Fondation NOBEL et suit les mêmes règles que les “vrais” PN ; il est d’ailleurs communément (et un peu abusivement donc) appelé le « prix NOBEL d’économie » et sera simplement désigné ultérieurement par l’acronyme PNE.

Cette distinction suprême en économie est accordée chaque année depuis 1969 à des personnalités qui doivent être en vie au moment de l’annonce des récompenses. Au total, 69 prix ont été attribués jusqu’à

4. Cette idée de profondeur en mathématiques a été définie par HARDY ([9], p. 37) comme suit. « Il semble que les idées mathématiques soient disposées en strates, les idées de chaque strate étant liées à la fois entre elles et avec celles des strates inférieures et supérieures par un réseau complexe. Plus la strate est basse, plus l’idée est profonde et en général difficile. Ainsi l’idée d’un “irrationnel” est plus profonde que celle d’un entier, et pour cette raison, le théorème de PYTHAGORE est plus profond que celui d’EUCLIDE » .

5. Il est à noter qu’Alfred NOBEL n’avait pas prévu, dans son testament, de décerner un prix en économie. D’aucuns prétendent que cette idée aurait été contraire à ses convictions philosophiques et qu’il aurait même probablement rejeté l’idée de récompenser des théories qui peuvent favoriser le profit financier, particulièrement celles servant à spéculer sur les marchés d’actions.

6. Sur le *portail de l’économie et des sciences économiques*, dont l’adresse électronique est la suivante : <http://www.economie.com/>, on peut lire que certains pensent que la Banque royale de Suède a, en créant ce prix, « enfreint la marque déposée “Nobel” » .

présent : 22 fois à une seule personne, 16 fois à un duo et 5 fois à un trio. A propos de données statistiques concernant le PNE, remarquons encore que

- 73 % des lauréats sont américains
- l'âge moyen de tous les lauréats est d'un peu plus de 60 ans
- ces dix dernières années, l'âge moyen des lauréats est de près de 70 ans
- le plus jeune lauréat est Kenneth ARROW (né en 1921) qui a reçu son prix à 51 ans
- le plus âgé médaillé est Leonid HURWICZ (1917 - 2008) qui a été primé à 90 ans
- une seule femme a reçu le PNE, à savoir l'américaine Elinor OSTROM (1933 - 2012) qui a été couronnée à 78 ans

Ainsi, le PNE semble être accordé préférentiellement à des hommes, de nationalité américaine et qui vivent longtemps. Dans la section suivante, nous allons affiner cette description caricaturale des lauréats du PNE : nous verrons que, très souvent, ceux-ci sont des économistes qui exploitent des mathématiques ou des mathématiciens qui travaillent en économie.

4 Économistes - mathématiciens nobélisés

Les tout premiers lauréats du PNE ont été, en 1969, deux économistes qui introduisaient des techniques mathématiques et statistiques dans leurs travaux ; les deux derniers, couronnés le 15 octobre 2012, sont deux mathématiciens.

Nous pouvons constater que ces deux situations, extrêmes dans le temps, ne constituent pas des cas exceptionnels : en effet, les travaux de la plupart des lauréats du PNE renferment en réalité beaucoup de mathématiques. Pour en donner une petite idée, nous allons présenter très succinctement des nominés du PNE qui ont abordé des sujets mathématiques (en partie) accessibles à des étudiants qui projettent d'obtenir un diplôme universitaire en économie ou en gestion. Notre liste n'a pas la prétention d'être exhaustive et est notamment limitée par nos propres connaissances actuelles : elle est de ce fait subjective ... et donc critiquable.

Dans la suite de notre étude, nous allons être amenés à utiliser quelques termes relativement "techniques" ; pour rendre le texte autonome, nous donnerons une brève définition de ces mots dans un petit glossaire situé à la fin de cet article. Nous repérerons ces mots dans le corps même du texte par la mention (*) qui sera indiquée lors de leur première apparition.

Voici notre "sélection" des vainqueurs du PNE. Leurs noms apparaissent par ordre chronologique du palmarès ; ils sont précédés de l'année d'attribution du PNE, suivis par les dates de naissance et de mort (le cas échéant) ainsi que par un très bref descriptif de leur contribution mathématique (principale, à nos yeux).

- 1969 : Ragnar Anton Kittil FRISCH (1895 - 1973) et Jan TINBERGEN (1903 - 1994). Ces deux économistes sont considérés comme étant les pères de l'économétrie (*). Le premier nommé est l'un des fondateurs de la *Econometric Society* en 1930 et éditeur de la réputée revue *Econometrica* pendant de longues années ; il est également le co-auteur d'un petit livre intéressant et abordable, intitulé dans sa traduction française *Maxima et minima : théorie et applications économiques* (avec la collaboration de A. NATAF ; édition originale traduite du norvégien par M. GILLIARD, Paris, Dunod, 1960).
- 1970 : Paul Anthony SAMUELSON (1915 - 2009). Il est connu notamment pour l'introduction du *calculus* et du calcul des probabilités dans la résolution de problèmes économiques. Il a surtout écrit des ouvrages (avec de multiples rééditions) qui ont servi (et servent encore) comme une référence incontournable à tout qui souhaite s'initier à l'économie : il était en effet un pédagogue hors pair.
- 1972 : John Richard HICKS (1904 - 1989) et Kenneth ARROW (né en 1921). Le premier de ces lauréats a singulièrement développé, en collaboration avec SAMUELSON, un modèle dynamique (*) décrivant l'évolution temporelle du revenu national à l'aide d'une équation récurrente (une présentation élémentaire de ce modèle, connu désormais sous le nom d'*oscillateur*, peut être trouvée dans [4]). Le

- second est principalement connu pour son fameux théorème d'impossibilité dans la théorie du choix collectif affirmant, en substance, que, du point de vue de la logique mathématique, il n'existe pas de façon démocratique d'agrèger des choix individuels ; il est aussi l'auteur de contributions purement mathématiques, comme des travaux sur les théories des formes quadratiques sous contraintes ou encore sur des fonctions quasi-concaves ; il est également le co-auteur d'un livre de référence au titre (en anglais) *Mathematical Methods in the Social Sciences* (en collaboration avec S. KARLIN et P. SUPPES, Stanford University Press, 1959).
- 1973 : Wassily LEONTIEF (1905 - 1999). Il est le créateur de l'analyse input - output (*), qui consitue en fait une belle application réelle du calcul matriciel de base.
 - 1975 : Leonid Vitalievitch KANTOROVITCH (1912 - 1986) et Tjalling Charles KOOPMANS (1910 - 1985) . Ils ont été primés pour leurs travaux portant sur « la théorie de l'allocation optimale des ressources » . Le premier de ces nobélisés, qui est mathématicien, est vu comme un des pionniers (et même parfois "l'inventeur") de la programmation mathématique.
 - 1980 : Lawrence Robert KLEIN (né en 1920). Auteur de contributions importantes en économétrie, il a rédigé un texte (en anglais) sur *The Role of Mathematics in Economics* (The M.J.T. Press, 1969).
 - 1983 : Gérard DEBREU (1921 - 2004). Ce mathématicien de formation est l'auteur d'une célèbre *théorie de la valeur : analyse axiomatique de l'équilibre économique*. Cet ouvrage fait usage de la topologie ; il y est notamment démontré l'existence d'une fonction d'utilité (*) continue d'un consommateur sous des hypothèses assez larges, ce qui est un des fondements de la théorie économique.
 - 1988 : Maurice Félix Charles ALLAIS (1911 - 2010). Cet ingénieur de formation plaide pour un emploi judicieux de l'outil mathématique en économie [1].
 - 1989 : Trygve HAAVELMO (1911 - 1999). Il est considéré également comme l'un des pères fondateurs de l'économétrie.
 - 1990 : Harry Max MARKOWITZ (né en 1927), Merton MILLER (1923 - 2000) et William Forsyth SHARPE (né en 1934). Ces trois américains ont eu une influence prépondérante sur la théorie financière moderne. Notamment le premier d'entre eux a élaboré un modèle célèbre, appelé MEDAF (pour modèle d'évaluation des actifs financiers), relatif à la gestion d'un portefeuille (*).
 - 1994 : Reinhard SELTEN (né en 1930), John Forbes NASH Jr. (né en 1928) et John HARSANYI (1920 - 2000) sont souvent présentés comme étant les pères de la théorie des jeux (*). Le plus connu d'entre ces trois est probablement le mathématicien NASH dont la vie romancée a été racontée en 2001 dans le film « Un homme d'exception » (en anglais, *A Beautiful Mind*) ; il est connu pour un équilibre (*) qui porte son nom, mais a également travaillé en géométrie différentielle ainsi que sur les équations aux dérivées partielles.
 - 1997 : Robert C. MERTON (né en 1944) et Myron S. SCHOLLES (né en 1941). Ils sont récompensés pour leur idées novatrices en finance stochastique ; avec Fischer BLACK, ils élaborent le fameux modèle de BLACK-SCHOLLES permettant d'évaluer des produits financiers tels que des options (*).
 - 1998 : Amartya Kumar SEN (né en 1933). Il a principalement travaillé en théorie du choix social ayant pour objet l'analyse des relations entre les préférences individuelles et les décisions collectives.
 - 2005 : Robert Ysraël AUMANN (né en 1930) et Thomas Crombie SCHELLING (né en 1921). Le premier est plutôt mathématicien, le second économiste ; tous deux ont été primés pour « avoir amélioré notre compréhension des mécanismes de conflit et de coopération (*) par l'analyse de la théorie des jeux » .
 - 2007 : Leonid HURWICZ (1917 - 2008), Eric MASKIN (né en 1950) et Roger MYERSON (né en 1951). Ces trois américains ont appliqué la théorie des jeux coopératifs pour concevoir des mécanismes d'incitation (*).
 - 2012 : Lloyd SHAPLEY (né en 1923) et Alvin ROTH (né en 1951). Ce sont deux mathématiciens américains. Le premier ⁷ est considéré comme un des pères fondateurs de la théorie des jeux coopératifs ;

7. A propos de l'attribution de ce PNE, donnons cette anecdote assez savoureuse. Ken BINMORE est un spécialiste des jeux qui a écrit des ouvrages de référence sur le sujet, dont le livre *Jeux et théorie des jeux*, paru d'abord en version anglaise sous le titre *Fun and Games : A Text on Game Theory* en 1992 ; une édition française a été publiée chez de Boeck - Larcier, en 1999 ([6]). Dans cette version en français, l'auteur écrit notamment ceci : « L'histoire de la théorie des jeux de ces vingt dernières

il est célèbre notamment pour avoir associé une « valeur » (qui porte désormais son nom) à des situations dans lesquelles des coalitions sont possibles et pour avoir construit, en collaboration avec le mathématicien David GALE (1921 - 2008) qui est bien connu pour ses travaux en analyse convexe, un algorithme pour résoudre des problèmes concrets, généralement difficiles, par exemple celui de trouver une procédure permettant (en quelque sorte) de constituer des “couples stables” en tenant compte de façon optimale des préférences des hommes et des femmes. Le second, dont tous ses diplômes sont en recherche opérationnelle (*), a poursuivi l’œuvre de son aîné en montrant que « les travaux théoriques de SHAPLEY pouvaient élucider le fonctionnement pratique de marchés importants » et il a notamment abordé le cas de marchés peu souvent étudiés jusqu’à présent : il a traité par exemple le problème concret posé par le don d’organes vitaux (comme les reins) ; il a également réussi à fournir des applications concrètes au concept mathématique, fort abstrait et général, de matroïde (*).

5 Conclusion

Nous n’avons donné qu’un petit aperçu de distinctions pouvant récompenser les meilleurs mathématiciens du monde. Des renseignements supplémentaires sur ces prix et sur leurs lauréats sont faciles à trouver par internet.

En guise de conclusion, donnons quelques réflexions additionnelles relatives aux liens étroits (et assez récents [2]) existant entre les mathématiques et l’économie, se traduisant notamment par la remise des PNE à des économistes-mathématiciens.

Depuis la fin du siècle dernier et contrairement aux époques antérieures, les sciences économiques de pointe ne se conçoivent plus sans mathématiques, ainsi qu’en témoignent la plupart des PNE décernés jusqu’à présent.

Alors que les premiers PNE ont récompensé des économètres, donc des experts dans une théorie alors naissante, que les suivants ont été remis à des spécialistes en choix collectif, en optimisation ou encore en mathématique financière, il semble ces derniers temps “à la mode” de primer des experts en théorie des jeux.

Cette situation n’est guère étonnante dans la mesure où cette discipline mathématique est relativement récente et a été précisément créée de toute pièce par des mathématiciens pour modéliser des situations de concurrence qui sont évidemment d’une importance capitale dans les études réalisées par des économistes.

Il est par contre plus inattendu de constater que le Comité des PNE a récompensé cette année « la poursuite des efforts pour trouver des solutions pratiques à un problème du monde réel », en soulignant au passage que « les résultats théoriques de SHAPLEY pouvaient élucider le fonctionnement pratique de marchés importants » .

Il semble désormais mieux reconnu que les mathématiques ne constituent pas seulement un outil efficace pour décrire la nature, comme on le sait depuis fort longtemps, mais qu’elles s’avèrent également appropriées et efficaces pour résoudre des problèmes posés par l’Homme et son mode de vie, en particulier, depuis les travaux de ROTH dans le domaine de la santé. Ce champ d’applications des mathématiques est à la fois relativement neuf, extrêmement utile . . . et illimité.

Les mathématiques sont donc bien loin d’avoir livré tous leurs secrets : elles peuvent encore donner lieu à pas mal de recherches et de découvertes futures, aussi bien purement théoriques que “servant vraiment à quelque chose”, permettant même d’améliorer réellement notre qualité de vie !

années fut marquée par des événements trop nombreux pour que l’on puisse en faire un récit complet dans cet ouvrage. Mais, on ne peut néanmoins pas passer certains noms sous silence. L’acronyme NASH est un moyen mnémotechnique pour se souvenir de grands théoriciens des jeux. N pour NASH lui-même ; A pour AUMANN ; S pour SHAPLEY et SELTEN ; et H pour HARSANYI. » ([6], p. 12) Il est amusant de constater que parmi les grands noms cités par cet auteur, tous avaient été lauréats du PNE (en 1994 pour NASH, SELTEN et HARSANYI ; en 2005 pour AUMANN), sauf SHAPLEY. Cet “oubli” vient d’être réparé en 2012 ... mais le lauréat aura dû attendre ses 89 ans avant d’être récompensé.

Petit glossaire

- Analyse input - output. Considérons une économie qui comporte n secteurs S_i produisant chacun un seul type de bien. Désignons par x_{ij} la quantité du bien livrée par le secteur S_i au secteur S_j pour alimenter l'activité de ce dernier. Les nombres x_{ij} se rangent en une matrice dont les lignes correspondent aux productions et les colonnes aux consommations : plus précisément, x_{ij} est l'*output* de S_i consommé par S_j (car le bien "sort hors de" S_i) ou encore l'*input* de S_j fourni par S_i (car le bien "entre dans" S_j). La matrice (x_{ij}) est dès lors appelée matrice d'input-output ; son étude mène à celle des *échanges interindustriels*.
- Coopératif. Dans les jeux (voir ci-dessous) qualifiés de coopératifs, les protagonistes peuvent former une coalition pour obtenir chacun un meilleur résultat.
- Dynamique. Un modèle est ainsi qualifié quand les grandeurs qu'il fait intervenir varient au cours du temps ; dans le cas contraire, un modèle est baptisé de statique.
- Économétrie. Il s'agit d'une discipline, devenue autonome lors du siècle précédent, qui recourt à la fois à la théorie économique, à la formulation mathématique et à l'analyse statistique. Selon R. FRISCH, l'un de ses fondateurs, elle a pour principal objectif de « promouvoir les études qui visent à l'unification des approches quantitatives théoriques et empiriques des problèmes économiques » ; elle cherche en fait à décrire des associations entre diverses grandeurs économiques, en exploitant notamment des techniques statistiques de régression multiple.
- Equilibre de NASH. Sorte de compromis entre plusieurs joueurs, il correspond à une solution optimale d'un jeu (voir ci-dessous) telle que personne ne peut modifier seule sa stratégie sans affaiblir sa position personnelle. Ce concept attribué à NASH était déjà sous-jacent dans l'œuvre de COURNOT [3].
- Incitation. On appelle plus précisément « théorie de la conception des mécanismes d'incitation » une analyse du fonctionnement des marchés en tenant compte de situations dans lesquelles les acteurs mentent, auquel cas les transactions risquent de ne plus se faire rationnellement.
- Jeux (théorie des -). Il s'agit essentiellement de fournir un modèle mathématique relatif à des problèmes de concurrence, lorsque les intérêts des individus (ou firmes, pays, . . .), nommés ici les *joueurs*, sont pris en considération. Il existe de nombreuses sortes de jeux (voir une typologie dans [5]).
Un des précurseurs de cette discipline est le français Antoine-Augustin COURNOT (1801 - 1877), qui a étudié mathématiquement le cas de plusieurs producteurs concurrents (voir [3]). Par la suite, de grands mathématiciens, tels que Ernst ZERMELO (1871 - 1956) ou Emile BOREL (1871 - 1956), ont établi des résultats mathématiques qui ont formé le cadre théorique sur lequel allait naître et se développer la théorie des jeux. Mais, le véritable départ de cette théorie est le célèbre ouvrage *Theory of Games and Economic Behaviour*, rédigé par le mathématicien John VON NEUMANN (1903 - 1957) et l'économiste Oskar MORGENSTERN (1902 - 1977) ; sa première édition date de 1944.
- Matroïde. Ce concept mathématique est abstrait ; il met en évidence une structure générale se rapportant à l'idée d'indépendance linéaire ; il intervient en algèbre linéaire, en théorie des graphes, en géométrie, Il peut être défini de plusieurs façons ; il a été introduit axiomatiquement⁸, en 1935, par le mathématicien américain Hassler WHITNEY (1907 - 1989). Un exemple emblématique d'un matroïde est fourni par un couple (S, I) où S désigne l'ensemble des indices des colonnes d'une matrice (sur un certain corps), tandis que I se réfère à la collection des sous-ensembles de S correspondants aux vecteurs linéairement indépendants.
- Option. On appelle *option* un contrat financier qui confère à son acquéreur, contre paiement d'une prime, le droit d'acheter ou de vendre un actif financier (appelé dans le jargon de la finance l'*actif sous-jacent*) à une date future (baptisée l'*échéance*) et à un prix déterminé d'avance (nommé le *prix*

8. Si S est un ensemble fini non vide et I est une famille non vide de parties de S , le couple (S, I) est appelé un *matroïde* lorsqu'il vérifie les deux axiomes suivants :

- pour tout élément X de I , tout sous-ensemble Y de X appartient aussi à I (propriété d'*hérédité*) ;
- Si X et Y sont deux éléments de I tels que X est strictement inclus dans Y , alors il existe au moins un élément de Y mais pas de X tel que sa réunion avec X soit encore dans I (propriété d'*échange*).

d'exercice). Une option n'est donc pas un produit financier au sens usuel, puisqu'elle ne représente pas une part objective d'un actif d'une entreprise ; c'est uniquement un droit. La question qui se pose alors, c'est de savoir comment valoriser ce droit.

- Portefeuille. Dans la théorie de MARKOWITZ, un portefeuille est décrit par une combinaison linéaire pondérée d'actifs financiers dont les rendements sont des variables aléatoires. Le problème mathématique consiste essentiellement à maximiser la variable aléatoire donnant le rendement du portefeuille (sous une contrainte de type linéaire).
- Recherche opérationnelle, en abrégé RO. On l'appelle encore parfois « science de la décision » . Son objet consiste à aider les gestionnaires à prendre des décisions en utilisant des modèles et méthodes mathématiques appropriés. Créée vers le milieu du siècle dernier, cette discipline regroupe donc des théories mathématiques permettant (idéalement) de résoudre des problèmes concrets d'organisation, de gestion. Les premiers chapitres de RO sont traditionnellement la programmation linéaire (puis les programmations quadratique, convexe, ...), la théorie des graphes, le calcul booléen, la gestion des stocks, les files d'attente, ... Un aperçu sur le développement récent de la RO peut être trouvé dans [7].
- Utilité. La fonction d'utilité mesure en quelque sorte la satisfaction que retire un consommateur d'un achat de plusieurs biens. *L'homo œconomicus* est supposé rationnel : il s'efforce (théoriquement) de maximiser sa fonction d'utilité tout en respectant une contrainte de type budgétaire.

Remerciements. Les auteurs remercient Yves CRAMA pour ses commentaires éclairés relatifs aux deux lauréats 2012 du PNE.

Références

- [1] ALLAIS M., Puissance et dangers de l'utilisation de l'outil mathématique en économie, *Econometrica*, 22, 1954, pp. 58 - 71.
- [2] BAIR J. - HAESBROECK G., La formation quantitative des économistes à la lumière des rapports entre les mathématiques et l'économie, *Histoire et épistémologie dans l'éducation mathématique*, Proceedings I de la Troisième université d'été européenne, Louvain & Louvain-la-Neuve, 1999, pp. 83 - 89.
- [3] BAIR J. - HENRY V., Cournot, le père de l'économie mathématique, *Losanges*, 18, 2012, pp. 24 - 32.
- [4] BAIR J. - HINNION R. - JUSTENS D., *Applications économiques au service de la mathématique*, Société Belge des Professeurs de Mathématique d'expression française, 1989.
- [5] BAIR J. - LAMON J., Une typologie des jeux, *Tangente Hors Série thématique La théorie des jeux - stratégies et tactiques*, Editions Pole, Paris, 2012, pp. 14 - 16.
- [6] BINMORE K., *Jeux et théorie des jeux*, De Boeck Université, Bruxelles, 1999.
- [7] CRAMA Y., Trente ans de recherche opérationnelle et d'optimisation mathématique, *Mathématique et Pédagogie*, 153, 2005, pp. 23 - 39.
- [8] GARDING L. et HÖRMANDER L., Why is there no Nobel prize in Mathematics?, *Mathematical Intelligencer*, 7 (3), 1985, pp. 73 - 74.
- [9] HARDY G., *L'apologie d'un mathématicien*, Belin, Paris, 1982.

Adresses électroniques des auteurs : J.Bair@ulg.ac.be & G.Haesbroeck@ulg.ac.be