



Lu pour vous

The Man from the Future : The Visionary Ideas of John von Neumann

FRÉDÉRIC MORNEAU-GUÉRIN
Département Éducation, Université TÉLUQ
Frederic.Morneau-Guerin@teluq.ca

Le texte qui suit, reproduit avec l'autorisation de la *Mathematical Association of America*, est une version adaptée et étendue d'une recension disponible ici :

<https://maa.org/press/maa-reviews/the-man-from-the-future-the-visionary-ideas-of-john-von-neumann>

Bhattacharya, A. (2022). *The Man from the Future : The Visionary Ideas of John von Neumann*. WW Norton Company.

Le chapitre intitulé « Johnny » de l'autobiographie inachevée de Klári von Neumann (née Klára Dán), la seconde épouse de Johnny von Neumann, débute ainsi : « I would like to tell about the man, the strange contradictory and controversial person ; childish and good-humoured, sophisticated and savage, brilliantly clever yet with a very limited, almost primitive lack of ability to handle his emotions – an enigma of nature that will have to remain unresolved. » Tenter de cerner l'insaisissable Johnny von Neumann à travers une exploration de son œuvre intellectuelle et des véritables révolutions scientifiques que celle-ci initia est le défi que s'est fixé le londonien Ananyo Bhattacharya, et ce, dès sa toute première expérience comme biographe et auteur. Considérant l'incroyable envergure de la contribution de von Neumann à l'avancement de la science, nul biographe ne peut prétendre avoir une maîtrise complète de toutes les subtilités de l'entière des sujets devant être traités. Diplômé en physique de l'University of Oxford, titulaire d'un PhD obtenu au Imperial College London et fort d'une expérience comme journaliste

scientifique chez *The Economist* et *Nature*, Bhattacharya fait la démonstration dans *The Man from the Future : The Visionary Life of John von Neumann* qu'il est qu'adéquatement outillé pour relever le défi.

Dans un très court premier chapitre réduit à l'essentiel, l'auteur présente son sujet de façon très factuelle et prosaïque. Neumann János Lajos (en anglais, John Louis Neumann) naquit dans une Budapest en pleine effervescence intellectuelle et artistique le 28 décembre 1903. Premier de trois garçons nés au sein d'une famille appartenant, tout comme un quart de la population de Budapest ainsi qu'une part encore plus importante de la bourgeoisie éduquée, à la communauté juive issue de l'immigration en provenance de Russie, celui que ses proches surnommaient Jancsi (prononcé Yan-Chi) laissa, chez ceux qui fréquentèrent le même lycée luthérien, le souvenir d'un garçon doté d'une intelligence prodigieuse, mais faisant néanmoins preuve d'une sensibilité peu commune chez les gens supérieurement intelligents et conscients de l'être. En raison de ses aptitudes intellectuelles manifestement imposantes, le garçon se vit rapidement offrir une éducation mathématique de fine pointe entièrement adaptée à sa phénoménale capacité d'absorption de la matière enseignée et dispensée par des mathématiciens de renom comme Gábor Szegő et Lipót Fejér.

Afin d'apaiser les esprits de son père, Miksa Neumann, (un banquier ayant été anobli par l'empereur François-Joseph I^{er} pour services méritoires dans le secteur financier) qui s'inquiétait de voir son Jancsi porter un intérêt trop marqué pour une discipline – les mathématiques – qui ne rapporte typiquement pas beaucoup d'argent, on forgea le compromis suivant : il consentit à ce que son aîné puisse entreprendre un doctorat en mathématiques à l'Université de Budapest à condition que celui-ci s'engage à compléter simultanément une formation en chimie à l'Université de Berlin suivie d'un doctorat en génie chimique à l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH Zürich). Alors qu'une aussi imposante charge de travail et des voyages s'enchaînant à un rythme effréné auraient eu raison de bien des hommes jouissant d'une grande vitalité, Jancsi, lui, ne broncha pas. Il sut même maintenir cette folle vitesse de croisière sa vie durant.

Suivant la publication d'un premier article scientifique, une œuvre de jeunesse cosignée par un autre de ses tuteurs, Michael Fekete, et portant sur les zéros des polynômes de Tchebychev, le jeune von Neumann, résolu à assurer sa place dans l'histoire, se lança dans l'entreprise qui captiva tous les jeunes mathématiciens ambitieux de sa génération : tâcher de (contribuer à) résoudre la crise des fondements. Des efforts qu'il investit dans cette voie découlèrent une série d'articles qui assirent sa réputation d'étoile montante des mathématiques. Dans ce passage de l'ouvrage, l'auteur fait preuve de créativité et d'une adresse remarquable afin d'éviter

que le lecteur non initié aux subtilités inhérentes aux questions touchant les fondements des mathématiques ne se sente largué. Il recourt par exemple à une figure faisant intervenir des blocs LEGO pour montrer comment von Neumann s'y prit pour définir par récurrence les nombres ordinaux et, du même coup, pour donner un sens au concept de nombres cardinaux tout en se prémunissant contre le type de paradoxe découvert par le logicien Bertrand Russell en 1901.

En 1926, après avoir soutenu sa thèse de doctorat en mathématiques avec brio, von Neumann s'établit à Göttingen, une ville universitaire qui était alors considérée comme l'épicentre du monde mathématique, où il y devint rapidement l'un des favoris du plus influent mathématicien de cette époque, David Hilbert. Von Neumann arriva à Göttingen à peu près au moment où Erwin Schrödinger, un professeur de physique de l'Université de Zurich, fit connaître la formalisation de la mécanique quantique qu'il avait développée. Bien que la mécanique ondulatoire de Schrödinger et la mécanique matricielle développée un an plus tôt par le jeune physicien allemand Werner Heisenberg semblaient dire des choses fort différentes au sujet de la même réalité quantique, ces deux théories si différentes décrivaient toutes deux adéquatement la physique de l'atome. Par pure coïncidence, von Neumann était devenu l'un des chefs de file mondiaux des mathématiques sous-jacentes à la mécanique quantique. C'est même lui qui avait attribué à la théorie s'intéressant aux abstractions généralisant les espaces euclidiens le nom de théorie des espaces de Hilbert en l'honneur de son mentor et précurseur du sujet. S'appuyant sur le désormais célèbre théorème démontré en 1907 par Frigyes Riesz et Ernst Sigismund Fischer, Von Neumann fut alors en mesure d'établir une démonstration mathématique rigoureuse du fait que la mécanique matricielle d'Heisenberg et la mécanique ondulatoire de Schrödinger sont fondamentalement deux facettes d'une même pièce. Continuant de développer ce schéma de pensée, il rédigea un ouvrage qui est aujourd'hui considéré comme un chef-d'œuvre de la physique mathématique : *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Pour clore le chapitre qu'il consacre à l'incursion de von Neumann dans le domaine de la physique quantique, Bhattacharya traite de la réfutation par la mathématicienne et philosophe allemande Grete Hermann (1935) ainsi que, de façon indépendante (1966), par le physicien nord-irlandais John Stewart Bell, d'un théorème de von Neumann datant de 1932 qui affirmerait qu'une théorie quantique à variables cachées est impossible. Abordant la question dans une perspective pluraliste, l'auteur ne passe pas sous silence le fait que cette grille de lecture des événements soit contestée, notamment par les physiciens et philosophes Jeffrey Bub et Dennis Dieks qui estiment que Hermann et Bell ont surinterprété le résultat de von Neumann et que celui-ci n'a pas erré.

Alors qu'il s'affairait à développer les mathématiques de la mécanique quantique, von Neumann fut brièvement, mais profondément, subjugué par les algèbres d'opérateurs sur les espaces

de Hilbert et leurs propriétés. Son travail de pionnier dans la classification et l'étude de ces algèbres (totalisant plus de 500 pages!) représente incontestablement sa plus volumineuse contribution aux mathématiques pures. Il s'agit toutefois d'un aspect du legs intellectuel de John von Neumann que l'auteur se contente d'esquisser très sommairement.

Après un court passage à l'Université de Berlin (1927-1929), où il devint le plus jeune Privatdozent nommé par cette prestigieuse institution, puis à Hambourg (1929-1930), von Neumann accepta l'offre que lui fit le mathématicien Oswald Veblen de rejoindre l'Université de Princeton à titre de professeur invité. À en croire ses proches collaborateurs, homme d'une humeur constante et joyeuse entretenant un rapport décomplexé avec l'argent, von Neumann se sentit immédiatement chez lui en Amérique. Dès le jour où il foula pour la première fois le sol des États-Unis, il délaissa son prénom à la sonorité étrangère et insista pour qu'on l'appelle Johnny. Hyperpolyglotte, il ne parvint toutefois jamais à se défaire de son fort accent hongrois rappelant celui de l'acteur Béla Lugosi dans le rôle du comte Dracula.

En 1933, Johnny von Neumann se vit offrir un poste permanent à l'Institute of Advanced Science nouvellement fondé. Alors que le fait de mener une existence dorée au IAS loin des étudiants et du tumulte de la vraie vie eut pour effet, pour nombre d'éminents professeurs, d'occasionner le tarissement de la source à idées, von Neumann, lui, dut au contraire apprendre à composer avec un continuel débordement d'idées. Le biographe met en évidence une nette tendance chez von Neumann à se désintéresser rapidement de quelque sujet que ce soit. Dès qu'il eut réalisé une percée majeure (et, dans sa carrière ponctuée d'éclairs de génie à répétition, il y en eut un nombre impressionnant), von Neumann s'empressait de récolter les quelques gros fruits juteux qui lui pendaient au bout des doigts, mais il prit l'habitude de laisser à d'autres – moins empressés et plus persévérants – le soin de réaliser le travail ingrat consistant à recueillir patiemment les petits fruits moins savoureux et moins soutenant. La plus importante contribution de von Neumann à l'avancement des connaissances à être survenue au cours de cette période s'inscrit dans le cadre de la théorie ergodique née de la formulation, en 1871, par le fondateur de la mécanique statistique, le physicien autrichien Ludwig Boltzmann, de l'hypothèse d'ergodicité pour les besoins de la théorie cinétique des gaz. Bien que ce soit von Neumann qui réalisa la première percée historique, cette théorie demeure étroitement associée au nom du mathématicien américain George Birkhoff puisque celui-ci sut exploiter les avancées marquées par le hongrois dont il eut vent afin d'établir un théorème plus robuste. Selon Bhattacharya, von Neumann, qu'un grand sens de la courtoisie poussa à discrètement renoncer à revendiquer la copaternité du second théorème d'incomplétude, fut offensé par le refus obstiné de Birkhoff d'attendre que paraissent ses travaux avant de soumettre ses propres résultats pour publication.

À peine le ciel européen commença-t-il à s'obscurcir que déjà von Neumann comprit qu'une guerre aux conséquences désastreuses était imminente. De fait, il est absolument renversant de constater à quel point les prédictions formulées tôt au cours des années 1930 par le mathématicien hongrois sur la manière dont les événements allaient se dérouler sur le théâtre européen s'avèrent incroyablement prescientes. Déterminé à ne pas se contenter de jouer les Cassandre, von Neumann mit son immense talent au service de son pays d'adoption. Ayant, dès le début des années 1930, porté son attention sur les mathématiques sous-jacentes aux ondes de choc produites par l'explosion d'une bombe, von Neumann devint l'un des experts mondiaux en matière de charges creuses. Cette expertise s'avéra décisive lorsque des expérimentations réalisées avec des échantillons de plutonium révélèrent que l'assemblage par insertion (soit l'assemblage utilisé dans la bombe à l'uranium 235 qui fut larguée sur Hiroshima), fiable et relativement simple, ne pourrait pas fonctionner pour le plutonium 239. Identifier la forme que devaient avoir les lentilles explosives afin de faire fonctionner un assemblage par implosion pour une bombe utilisant comme matière fissile du plutonium 239 ne fut pas de tout repos. Les sources abondent à l'effet que von Neumann joua un rôle capital dans ce chapitre extrêmement tendu de l'histoire du programme nucléaire américain. En fait, l'apport du prodige hongrois au projet Manhattan fut si manifestement indispensable à son bon déroulement dans les courts délais impartis que, malgré les risques en matière de sécurité, il fut mis au parfum de l'entièreté du projet et il fut l'un des seuls scientifiques associés au projet à se voir autorisé à aller et venir du laboratoire national de Los Alamos à sa guise. Il continua d'ailleurs à fréquenter Los Alamos longtemps après la fin de la guerre, car – à la différence de plusieurs de ses confrères plus pacifistes et idéalistes (von Neumann, lui, aurait peut-être opté pour le mot naïf) – il accepta de participer au développement de la bombe H. En raison de la complexité des calculs nécessaires à la conception d'un tel engin, le besoin de développer de nouvelles technologies informatiques s'imposa rapidement. Dès ce moment, Von Neumann fit jouer son impressionnant réseau de contacts au sein de l'appareil gouvernemental pour assurer que le financement soit au rendez-vous.

L'auteur soutient que, grâce aux travaux qu'il réalisa en logique mathématique et en théorie des ensembles au début de sa carrière, Von Neumann était en quelque sorte mentalement préparé pour contribuer à faire advenir l'ordinateur moderne. Dans un mémo intitulé *First Draft of a Report on the EDVAC* et daté du 30 juin 1945, décrit par Bhattacharya comme étant le plus influent document de l'histoire de l'informatique, von Neumann s'inspira des travaux abstraits du logicien autrichien Kurt Gödel et du mathématicien britannique Alan Turing pour produire le modèle canonique pour le calculateur à programme enregistré. En raison d'engagements

pressants détournant indéfiniment l'attention de von Neumann, la version définitive de ce rapport ne vit jamais le jour. À un certain moment, l'ébauche fut mise en circulation et aboutit entre les mains de dizaines de scientifiques et d'ingénieurs travaillant activement à concevoir leurs propres ordinateurs. S'il semble admis que ce coulage eût pour effet d'accélérer grandement le développement des ordinateurs, il suscita du même coup beaucoup d'amertume chez certains des pionniers de l'informatique qui furent ainsi privés de l'important avantage concurrentiel qu'ils avaient su se tailler et qu'ils ne purent monnayer. La bataille au sujet de la propriété intellectuelle et des droits de brevets relatifs à l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) et à l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) se prolongea longtemps après la mort de Johnny von Neumann. Tout porte à croire que, s'il lui avait été donné de vivre plus longtemps, ce dernier aurait été satisfait du verdict qui fût rendu le 19 octobre 1973. Au terme de ce qui devint le plus long procès de l'histoire du système judiciaire fédéral, on statua que l'ordinateur numérique électronique était du domaine public. Il convient de souligner que le chapitre consacré à l'apport de von Neumann à l'avènement de l'ordinateur moderne comporte également un compte-rendu détaillé de la contribution méconnue et sous-estimée de Klári von Neumann au développement de la programmation jusqu'au début des années 1950.

En parallèle de ses travaux de conception d'ordinateur ainsi que de ses nombreuses activités d'expertise-conseil auprès d'instances gouvernementales, paragonnementales ou d'entreprises privées, von Neumann poussa toujours plus avant son initiative pionnière en informatique théorique, semant au passage des idées qui se révélèrent ultimement fertiles. Dans une communication présentée à Pasadena le 24 septembre 1948 dans le cadre du Hixon Symposium on Cerebral Mechanisms in Behaviour, par exemple, il posa la question quant à savoir s'il est possible de concevoir un automate capable de créer des copies de lui-même ou des variantes au moins aussi complexes. La seconde moitié du huitième et dernier chapitre de cette biographie fouillée et bien documentée traite en détail de la manière dont la parution, en 1966, de *Theory of Self-reproducing Automata*, un manuscrit inachevé démontrant la possibilité logique de l'autoréplication et présentant en détail le schéma directeur permettant l'assemblage d'une créature virtuelle autorépliquante au sein d'un automate cellulaire, s'avéra être une véritable corne d'abondance : en captivant l'intérêt de scientifiques fantasques à l'esprit foisonnant d'idées originales comme John H. Conway et Stephen Wolfram, cet ouvrage et l'automate cellulaire autorépliquatif qui y est décrit servirent d'inspiration pour le très simple et néanmoins Turing-complet jeu de la vie ainsi que pour une fort controversée grande théorie du tout.

Le nom de Johnny von Neumann demeure irrémédiablement associé à la théorie des jeux puisque c'est d'abord lui qui, au moment d'établir le célèbre théorème du mini-max en 1926, parvint à

formuler la coopération et la compétition entre individus en des termes mathématiques. Malgré le caractère novateur et fécond de ses travaux consistant à réduire le jeu de stratégie à son plus simple appareil (ne sacrifiant au passage aucun des aspects vitaux du jeu à l'exception du plaisir), von Neumann, fidèle à lui-même, vit rapidement son attention dériver vers d'autres horizons. Plus d'une décennie s'écoula avant que le hongrois ne se repenche sérieusement sur les jeux. Dans l'intervalle, la théorie en découlant ne connut aucun développement majeur. C'est à la ténacité d'Oskar Morgenstern, un économiste allemand qui cherchait de manière quasi obsessionnelle à obtenir la validation du mathématicien hongrois, que l'on doit le regain d'intérêt de von Neumann pour la théorie dont il avait posé les jalons. En 1941, les deux hommes entreprirent de collaborer à la rédaction d'un article prenant la forme d'une introduction à la théorie des jeux à l'intention des spécialistes des sciences économiques. Il s'ensuivit une période de travail intensif au cours de laquelle Morgenstern, incapable de contribuer de manière significative à la théorie émergente, servit de faire-valoir à von Neumann en le bombardant de questions qui eurent vraisemblablement pour effet de canaliser ses énergies sur un même sujet beaucoup plus longtemps qu'il n'en avait l'habitude. Les semaines devinrent des mois, puis des années. L'article, quant à lui, devint d'abord un opuscule, puis un livre de plusieurs centaines de pages. Paru en 1944, *Theory of Games and Economic Behaviour*, montre pourquoi – contrairement à ce que suggère la théorie walrasienne – la concurrence monopolistique n'est pas qu'une aberration temporaire, mais bien une réalité incontournable avec laquelle il faut impérativement composer. Dans cet ouvrage phare, von Neumann tente d'exploiter ses résultats s'appliquant aux jeux à deux joueurs afin de développer une théorie générale pour les jeux à n'importe quel nombre de joueurs. Le résultat final est cependant loin d'être la description complète et définitive des jeux rationnels qu'on annonce d'entrée de jeu. Malgré de nombreuses lacunes, l'ouvrage eut d'excellentes ventes et fut acclamé par la critique. Inspirés par les réalisations de von Neumann, les mathématiciens affluèrent massivement vers les sciences économiques, apportant avec eux un ensemble de nouvelles méthodes mathématiques et achevant ainsi de transformer durablement cette discipline.

En raison de son soutien manifeste à l'idée d'une frappe nucléaire préventive contre une Union soviétique dont il exérait l'idéologie (un soutien qui s'amenuisa à mesure que l'URSS réduisit son écart technologique avec les États-Unis), von Neumann est souvent dépeint comme un faucon de guerre. Bhattacharya avance qu'il y aurait peu de preuves étayant la thèse suivant laquelle le hongrois appliquait à la Guerre froide une rigide grille d'analyse tirée de la théorie des jeux. D'ailleurs, l'auteur soutient que c'est plutôt la conception individualiste de la théorie des jeux portée par John Nash qui cadre avec l'atmosphère qui caractérisa le début de la guerre

froide. Or, cette conception individualiste apparaissait si contre nature à von Neumann – qui, en bon centre-européen, adhérait bien davantage à une vision metternichienne du monde fondée sur l'équilibre des puissances qu'à une sorte de doctrine de *Weltpolitik* pour parieurs aux nerfs d'aciers – que, pour une rare fois, l'esprit pénétrant qui lui permettait habituellement de déceler les idées novatrices porteuses d'avenir ne put discerner dans les travaux de Nash autre chose qu'un ramassis de trivialisés remâchées.

Tout au long de cette biographie somme toute fort réussie, l'auteur met habilement en exergue le discernement politique dont savait faire preuve von Neumann ainsi que sa capacité à faire abstraction de l'accessoire pour mieux se concentrer sur l'essentiel. Considérons pour exemple, le récit tout en nuance que l'auteur fait du rôle actif que joua von Neumann dans l'organisation de la défense de J. Robert Oppenheimer lorsque, à la suite d'allégations selon lesquelles l'ancien directeur scientifique du Projet Manhattan se serait livré à de l'espionnage au profit de l'Union soviétique, ce dernier fut convoqué pour une audition de sécurité au terme de laquelle il se vit retirer son habilitation de sécurité. Le fait d'avoir été un témoin de première ligne du traitement cavalier qui fut réservé au père de la bombe nucléaire n'empêcha pas von Neumann de demeurer en très bons termes avec son principal tourmenteur, le président de la Commission de l'énergie atomique des États-Unis, Lewis Strauss. Von Neumann était d'ailleurs au téléphone avec Strauss, le 9 juin 1955, lorsqu'il fut pris d'un malaise. On lui diagnostiqua un cancer des os fort agressif qui ne mit guère de temps à produire des métastases dans tous ses organes. Après que l'espoir d'un rétablissement se fut évanoui, von Neumann surprit ses proches en demandant à s'entretenir avec l'aumônier de l'hôpital. Celui qui s'était converti au catholicisme dans la mi-vingtaine beaucoup plus par opportunisme que par conviction profonde trouva-t-il véritablement son chemin de Damas au soir de sa vie ? Ou fit-il plutôt le pari de Pascal ? Nul ne saurait dire. Quoi qu'il en soit, son désir de vivre et sa peur de la mort ne le quittèrent que lorsque le cancer, qui se propagea jusqu'à son cerveau, le déposséda de ses légendaires facultés mentales. Le martien s'éteignit le 8 février 1957.

En définitive, pour un portrait tout sauf hagiographique nuancé ou mettant en perspective certaines des anecdotes canoniques portant sur les exploits calculatoires ou mnémotechniques accomplis par von Neumann au cours de sa trop courte existence, on recommandera *John von Neumann : The Scientific Genius who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence, and Much More*, de Norman MacRae. Cet ouvrage, de même que *Martians of Science*, d'István Hargitta, et *The Martian's Daughter. A Memoir*, de l'économiste, femme d'affaires et universitaire Marina von Neumann Whitman, fille unique de Johnny von Neumann, permettent également de mieux comprendre la société qui a vu naître Johnny von Neuman et

qui l'a façonné. Pour une exposition approfondie, précise et rigoureuse de l'ensemble des sphères où le prodige hongrois apporta une contribution substantielle à l'avancement des connaissances ainsi que pour un examen détaillé et actualisé de l'impact de ces contributions, en revanche, *The Man from the Future : The Visionary Life of John von Neumann* d'Ananyo Bhattacharya doit désormais, et ce sans la moindre hésitation, être considéré comme la référence ultime.