JOHN VON NEUMANN

L'HOMME QUI VENAIT DU FUTUR

ANANYO BHATTACHARYA

JOHN VON NEUMANN

L'HOMME QUI VENAIT DU FUTUR

ANANYO
BHATTACHARYA

JOHN VON NEUMANN

L'HOMME QUI VENAIT DU FUTUR

L'histoire de l'un des plus grands génies du siècle

Traduit de l'anglais (Royaume-Uni)
par Anatole Muchnik

quanto

Version originale : *The Man from the Future : The Visionary Life of John von Neumann*
First published in Great Britain by Allen Lane, 2021.
ISBN 978-0-241-39885-2
Copyright © Ananyo Bhattacharya, 2021
Traduction française : Anatole Muchnik

Direction éditoriale : May Yang
Mise en page : Kim Nanette
Image de couverture : Stanislaw Ulam papers, American Philosophical Society.

Première édition française 2023
ISBN 978-2-88915-507-1
© Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne
Quanto est un label des Presses polytechniques et universitaires romandes

Tous droits réservés
Reproduction, même partielle, sous quelque forme ou sur quelque support que ce soit, interdite sans l'accord écrit de l'éditeur

Imprimé en France

Aux geeks et aux nerds du monde,
mais surtout aux trois qui me sont proches.

« Si les gens ne trouvent pas que
les mathématiques sont simples,
c'est juste qu'ils ignorent à quel point
la vie est compliquée. »

John von Neumann

Table des matières

Préface 11

Introduction 17
Qui était John von Neumann ?

1 **Made in Budapest** 21
Naissance et formation d'un génie

2 **Vers l'infini et au-delà** 33
Quand un adolescent met fin à une crise des mathématiques

3 **L'évangéliste des quanta** 55
Quand Dieu joue aux dés

4 **Le Projet Y et la Super** 103
De Trinity à Ivy Mike

5 **La tortueuse naissance de l'ordinateur moderne** 149
De l'ENIAC à Apple

6 **Une théorie des jeux** 201
Coup de frais sur la « science lugubre »

7 **Le think tank au bord de la mer** 255
La guerre nucléaire vue comme un jeu

8 **L'avènement des réplicateurs** 311
Des machines pour fabriquer des machines et des machines pour fabriquer des esprits

Épilogue 379
L'homme qui venait de quel futur ?

Bibliographie sélective 385

Crédit des illustrations 389

Remerciements 391

Préface

En découvrant la biographie de John von Neumann, vous vous demanderez à quoi ressemblerait notre vie quotidienne s'il n'avait jamais vécu. Tant de traces de son travail persistent dans le monde et orientent son évolution. Plus d'un demi-siècle après sa mort, les chercheurs et chercheuses dénouent encore les mystères codés dans sa formalisation de la *physique quantique* ; des économies entières s'organisent en appliquant ses apports à la *théorie des jeux* ; les stratèges géopolitiques élaborent des doctrines de *dissuasion nucléaire* dans le cadre de la même théorie ; von Neumann a d'ailleurs contribué à la fabrication de la première *bombe atomique* dans les laboratoires secrets de Los Alamos. Les *ordinateurs électroniques,* dont il a dirigé le développement, inspirent encore les milliards de machines devenues essentielles à notre quotidien, et qui permettent l'essor de l'*intelligence artificielle* dont il a été l'un des premiers théoriciens. Même notre compréhension du vivant hérite de sa *théorie des automates autoreproducteurs*, intimement liée aux principes de la génétique moléculaire.

Tout cela existerait-il si John von Neumann n'avait pas vécu ? Une vision individualiste de la société, portée par le vieux mythe du self-made man, nous incite à répondre que non. Lorsqu'on imagine que l'histoire est générée par de « grands hommes », le rôle d'un individu comme von Neumann semble irremplaçable. Tel est le piège des biographies. Quand elles sont dédiées aux personnalités influentes, elles pèchent souvent en s'inspirant des hagiographies des premiers chrétiens, ces récits qui érigent en exemple la vie des « saints » et qui nous invitent à leur vouer un culte. À notre époque de la nanotechnologie et des premiers ordinateurs quantiques, nous peinons encore à nous libérer d'un imaginaire peuplé de saints et de prophètes. À l'inverse, un autre piège guette les essais dédiés à l'histoire des sciences et des techniques : il est trop

facile de présenter cette histoire comme une évolution inéluctable, initiée aux origines de l'Univers et progressant vers l'apogée de la connaissance et de l'ingénierie. Dans une telle vision, les individus importent peu. Ils peuvent accélérer ou retarder le processus, mais ce dernier reconnaîtra les siens et la fin des temps viendra, comme nous le promettent les eschatologies de la plupart des religions et des idéologies de tout bord : capitalistes, pseudomarxistes, technocrates, transhumanistes, peu importe. De tels récits ne permettent pas de comprendre le monde qui nous entoure comme le résultat de décisions prises par des individus et par des collectivités humaines.

Ananyo Bhattacharya évite ces deux pièges en écrivant en même temps la biographie d'un homme et l'histoire d'une époque qu'il a participé à façonner. Il prend le soin de nous présenter de nombreuses personnes clefs dans le parcours de son personnage. Celles qui ont donné les impulsions nécessaires à son élan intellectuel, comme celles qui se sont saisies de ses idées et leur ont permis d'aboutir. Parmi ces personnes se trouve sa seconde femme Klára, une des premières et des plus brillantes informaticiennes, que l'histoire des sciences avait longtemps laissée dans l'oubli. La présente biographie a le grand mérite d'apporter plus de lumière sur le travail de nombreuses femmes dans l'environnement intellectuel où von Neumann a prospéré.

En parcourant sa vie, nous découvrons un enfant prodige entouré de tout le confort matériel d'une famille mondaine vivant dans le Budapest du début du 20e siècle. Un adolescent bénéficiant de l'enseignement des meilleurs collèges, soutenu par ses professeurs et inspiré par ses pairs. Un jeune homme baignant dans l'effusion intellectuelle et sociale des années folles. Nous devinons aussi le descendant d'une famille juive, hautement sensible aux menaces de la montée de l'antisémitisme ; l'homme héritier d'une nécessité, proche de l'instinct de survie, de contrer les préjugés par la réussite dans tous les domaines. Von Neumann souffrait de prémonitions au sujet de la catastrophe génocidaire qui voyait le jour en Europe. Tout comme il souffrirait, plus tard, d'états de transe et de visions de cauchemar, où les descendants des ordinateurs qu'il contribuait à créer détruisaient l'humanité entière.

Pour le meilleur et pour le pire, il avait accès à tout ce qui animait son époque ; à ses centres névralgiques, aux personnalités les plus influentes en termes de pouvoir décisionnel et de reconnaissance scientifique. Ce qui le distinguait de ses congénères était une incroyable puissance de synthèse. L'intelligence, dans sa signification première, est la capacité à sélectionner des éléments d'un ensemble trop vaste et de les rassembler en un système cohérent. L'œuvre de von Neumann atteste du degré prodigieux d'une telle capacité. Dans toutes les disciplines qu'il a abordées au cours de sa vie, il a su épurer les idées formulées par d'autres, les libérer du superflu, comme on libère des pépites d'or de la roche, afin de les articuler les unes aux autres et de proposer ainsi un nouvel édifice de pensée. Ses constructions théoriques et les engins technologiques qui les ont incarnées ont, sans aucun doute, accéléré de nombreuses tendances diffuses dans l'air du temps.

C'est en ce point que sa biographie permet de réfléchir au rôle des individus d'exception dans l'histoire. Quand cette biographie a la qualité de celle proposée par Ananyo Bhattacharya, nous commençons à comprendre l'individu comme un être situé au milieu d'un champ de forces dominantes, de courants de pensée et de mouvements sociaux qui caractérisent une époque. Ces courants peuvent lui passer au-dessus, mais ils peuvent aussi, comme dans le cas de von Neumann, converger en lui et, s'ils ne l'anéantissent pas, lui prêter leur force et le mettre en mouvement. Cela demande bien sûr à ce que l'individu sache concilier une multitude de courants parfois contraires, qu'il sache les conjuguer les uns aux autres et leur trouver une direction commune. Cela demande également qu'il jouisse de la confiance et du soutien de son entourage. Les courants de son époque le portent alors, et le mènent loin. L'individu entraîne le flux des événements et des idées dans son sillon, et atteint parfois une vitesse telle que son mouvement infléchit les lignes de force d'une époque.

Cela veut dire aussi que le destin place facilement l'individu dans une position par laquelle les courants dominants ne passent pas, ou seulement à son détriment ; une position où il manque d'inspiration et de ressources matérielles nécessaires pour agir. Combien

d'enfants prodiges inconnus sont nés dans les classes ouvrières de l'Empire austro-hongrois ? Combien de talents étouffés dans la pauvreté ou accablés par un travail éreintant ? John von Neumann, né János Lajos Neumann, fils de l'industriel ennobli Maximilian Neumann von Marghita, avait un accès privilégié aux connaissances scientifiques et techniques, mais la réalité de la majorité de ses concitoyens lui échappait. Non pas par manque de sensibilité – ses proches décrivent un être affable, capable de profondes émotions –, mais simplement parce que rien ne lui y donnait accès. Des mouvements ouvriers, il retient surtout la Terreur rouge que la Hongrie a subie en 1919. Horrifié par la montée du nazisme dans le continent, il rejette l'Europe et préfère la traduction américaine « John » de son prénom, tout en conservant une particule nobiliaire devant son patronyme. Son génie accélère les tendances de son temps, certes, mais surtout celles qui animent son milieu social. Il ne fait pas avancer « la science » dans son hypothétique totalité, mais certains courants idéologiques qui la traversent. Il participe ainsi au développement du complexe militaro-industriel des États-Unis. Dans les années 1950, il préconise une attaque nucléaire préventive contre l'URSS. La *théorie des jeux*, qu'il élabore avec Oskar Morgenstern, offre des solutions pour une société qui accorde peu de foi à la volonté de collaboration des individus, préférant limiter les effets de leurs égoïsmes compétitifs. Von Neumann croyait certes davantage à cette collaboration que ceux qui ont repris sa théorie, comme John Nash. Il n'hésitait pas à échanger ses idées avec d'autres scientifiques. Mais la théorie des jeux demeure un cadre de pensée où les individus ne concèdent rien, à moins d'y trouver un profit personnel. Bien qu'il ait échangé avec des cybernéticiens comme Norbert Wiener, il a peu investi les solutions cybernétiques pour une gestion équilibrée de la production ou des relations sociales. On songe à tous les problèmes actuels que l'intelligence de von Neumann aurait pu nous aider à résoudre si l'environnement de son parcours personnel lui avait permis de les anticiper plus tôt dans sa carrière. Parmi eux, l'accumulation des richesses dans les mains de quelques-uns et l'épuisement des ressources naturelles que nous héritons comme conséquences des idéologies de son époque.

L'héritage de son travail n'en demeure pas moins d'une extraordinaire richesse. Son influence s'étend jusqu'à la philosophie et à la géographie que j'ai étudiées. En m'intéressant aux modèles numériques des sociétés humaines, j'ai rencontré le modèle de ségrégation de Thomas Schelling et d'autres simulations multi-agents ; ils m'ont permis de comprendre comment des phénomènes à grande échelle émergent à partir d'actions individuelles non concertées. Le « Jeu de la vie » de John Conway a changé ma manière de comprendre la nature du vivant, et m'a mené à remettre en question des concepts philosophiques comme la « volonté ». Ces modèles m'ont conduit, enfin, à leur prédécesseur commun : l'automate autoreproducteur de von Neumann, et à lumière qu'il apporte non seulement à la biologie, mais aussi à la notion même de l'identité du « soi ». Je demeure fasciné par l'emprise des principes logiques sur l'existence des êtres vivants.

Jusqu'à la découverte de la biographie que vous tenez entre vos mains, j'ignorais trop l'influence de l'œuvre de von Neumann sur les maîtres de la science-fiction comme Philip K. Dick ; tout comme j'ignorais ses liens directs avec tant d'autres personnalités que j'associais à des champs de création entièrement distincts. Quel que soit le domaine de spécialisation de la lectrice, du lecteur du présent livre, sa surprise sera sans doute similaire à la mienne. Il ou elle s'étonnera de la multitude de liens qui le connectent à la vie de cette personnalité extraordinaire du XX^{e} siècle. Je le lui souhaite, ainsi qu'une belle et agréable lecture.

André Ourednik
Romancier, essayiste, chercheur, chargé de cours
à la faculté des sciences humaines et sociales de l'EPFL
et à l'Institut de géographie de l'université de Neuchâtel

Introduction

Qui était John von Neumann ?

> « Von Neumann pouvait se lancer dans une conversation avec mon fils de trois ans en lui parlant d'égal à égal ; je me suis parfois demandé s'il appliquait le même principe quand il discutait avec nous. »
>
> Edward Teller, 1966

« Appelez-moi Johnny », insistait-il auprès de ses invités américains lors des soirées endiablées qu'il donnait dans sa vaste demeure de Princeton. S'il ne s'était jamais défait de l'accent hongrois qui évoquait immanquablement Bela Lugosi, acteur légendaire du cinéma d'horreur, von Neumann trouvait son vrai prénom – János – trop étranger à sa nouvelle patrie. Derrière la bonhomie et les costumes impeccables se cachait un esprit d'une intelligence phénoménale.

À l'Institute for Advanced Study de Princeton, où il s'est établi de 1933 jusqu'à sa mort, en 1957, von Neumann a pris un malin plaisir à taquiner des voisins aussi distingués qu'Albert Einstein et Kurt Gödel en passant à plein volume des marches militaires allemandes sur le gramophone de son bureau. Einstein a transformé notre conception du temps, de l'espace et de la gravité. Moins célèbre, Gödel n'a pas été moins révolutionnaire dans le domaine de la logique formelle. Mais tous ceux qui ont connu les trois hommes affirment que von Neumann possédait de loin l'intellect le plus affûté. Ses collègues disaient même pour rire qu'il était le représentant d'une espèce supérieure ayant scrupuleusement étudié les humains pour les imiter à la perfection.

Enfant, von Neumann avait appris le grec et le latin, et outre son hongrois natal, il parlait déjà français, allemand et anglais. Il a dévoré une histoire du monde en quarante-cinq volumes dont il était capable de réciter mot à mot des chapitres entiers plusieurs décennies plus tard. Un professeur d'histoire byzantine invité à

l'une de ses réceptions, accepta de s'y rendre contre la promesse que le sujet ne serait pas abordé. « Je passe généralement pour le plus grand spécialiste mondial en la matière, confia-t-il à l'épouse de von Neumann, et j'aimerais bien que cela ne change pas. »

Cependant, le premier centre d'intérêt de l'incroyable cerveau de von Neumann n'a été ni la linguistique ni l'histoire, mais les mathématiques. Les mathématiciens décrivent souvent ce qu'ils font comme un noble jeu dont l'objet est de démontrer des théorèmes, loin de toute application réelle. C'est souvent le cas. Mais les mathématiques sont aussi le langage des sciences – le plus puissant outil dont nous disposons pour comprendre l'univers. « Comment est-il possible, s'interrogeait Einstein, que les mathématiques, qui sont un produit de la pensée humaine indépendant de toute expérience, puissent s'adapter d'une si admirable manière aux objets de la réalité[1] ? » Nul n'a apporté de réponse définitive à cette question. Depuis l'Antiquité, toutefois, les mathématiciens à l'esprit pragmatique ont compris, comme von Neumann, qu'elles recèlent un chemin menant à la richesse, à l'influence et au pouvoir de transformer le monde. Archimède s'est lancé dans des quêtes transcendantes, comme déterminer au plus juste le nombre pi. Mais les machines de guerre qu'il a conçues selon des principes mathématiques précis, comme le grappin géant capable de cueillir les navires sur la mer, ont longtemps posé des problèmes très concrets à l'armée romaine.

Étrangement, les contributions de von Neumann aux mathématiques faites au milieu du XX^{e} siècle semblent à présent plus visionnaires d'année en année. Pour bien comprendre les courants intellectuels qui traversent notre siècle – qu'il s'agisse de politique, d'économie, de technologie ou de psychologie –, il est opportun de se pencher sur la vie et l'œuvre de von Neumann au siècle précédent. Sa pensée est d'une telle pertinence au regard de nos problèmes actuels qu'on en vient à se demander s'il ne s'agissait pas en fait d'un voyageur du temps discrètement venu semer les idées dont il savait qu'elles seraient nécessaires pour déterminer l'avenir de la planète.

[1] Albert Einstein, 1922, *La géométrie et l'expérience*, Gauthier-Villars, Paris, trad. M. Solovine.

Né en 1903, von Neumann n'avait que vingt-deux ans lorsqu'il a contribué à poser les fondements mathématiques de la mécanique quantique. Arrivé aux États-Unis en 1930, il a pressenti très tôt que la guerre menaçait et s'est consacré à l'étude des aspects mathématiques de la balistique et des explosions. Il a mis son savoir au service des forces armées américaines et du projet Manhattan, parmi les chercheurs de Los Alamos qui ont construit la bombe atomique ; c'est lui qui a déterminé la disposition des combinaisons d'explosifs nécessaires à faire détoner le puissant « Fat Man » en comprimant son cœur de plutonium.

L'année même où il intégrait le projet Manhattan, von Neumann a mis le point final avec l'économiste Oskar Morgenstern à un traité de 640 pages sur la théorie des jeux – la branche des mathématiques consacrée à l'étude du conflit et de la coopération. Cet ouvrage allait bouleverser l'économie et établir la théorie des jeux dans des domaines aussi divers que les sciences politiques, la psychologie ou la biologie de l'évolution ; les stratèges militaires y auraient même recours dans leur réflexion sur le moment où un chef d'État devrait – et ne devrait pas – appuyer sur le bouton nucléaire. Par sa prodigieuse intelligence et son indifférence face aux questions de vie ou de mort, von Neumann est l'un des quelques savants qui ont inspiré à Stanley Kubrick l'emblématique Docteur Folamour.

Une fois lâchées sur Hiroshima et Nagasaki, les bombes qu'il avait contribué à construire, von Neumann s'est employé à fabriquer l'ENIAC, qui est peut-être le premier calculateur numérique électronique programmable. Il s'agissait au départ de calculer la possibilité de construire une bombe plus puissante – la bombe à hydrogène. Il dirigea ensuite l'équipe qui a produit le premier bulletin météorologique informatique. Insatisfait des appareils qui ne faisaient que du calcul, von Neumann a montré lors d'une conférence donnée en 1948 que les machines de traitement des informations pouvaient, dans certaines circonstances, se reproduire, croître et évoluer. Sa théorie des automates a incité des générations de chercheurs à se lancer dans la conception de machines autoréplicatives. Plus tard, ses réflexions sur les similitudes entre le fonctionnement du cerveau et celui des ordinateurs contribuèrent à

la naissance de l'intelligence artificielle et au développement des neurosciences.

Von Neumann était un mathématicien pur d'une extraordinaire habileté. Il a fondé, entre autres, une nouvelle branche particulièrement féconde des mathématiques qui porte aujourd'hui son nom : un demi-siècle plus tard, Vaughan Jones recevrait la médaille Fields – généralement considérée comme le prix Nobel de mathématiques – pour des travaux qui n'en explorent qu'une infime partie. Mais si profonds soient-ils, les casse-têtes purement intellectuels ne lui suffisaient pas. Von Neumann n'a jamais cessé de chercher de nouveaux champs d'application pratique à son génie mathématique, choisissant apparemment chacun avec l'intuition infaillible qu'il transformerait les affaires humaines. « En passant des mathématiques pures à la physique, puis à l'économie et à l'ingénierie, il est devenu de moins en moins profond et de plus en plus important », remarque son ancien collègue, le physicien mathématicien Freeman Dyson[2].

À sa mort, à seulement cinquante-trois ans, von Neumann était aussi célèbre qu'un mathématicien peut l'être. L'écrivain William S. Burroughs a confié que certaines de ses étranges expérimentations littéraires s'inspiraient de la théorie des jeux de von Neumann, dont le nom apparaît aussi dans les romans de Philip K. Dick et de Kurt Vonnegut. Depuis lors, pourtant, en comparaison de ses illustres camarades de Princeton, von Neumann a un peu disparu du paysage. Caricaturalement présenté comme le plus froid des soldats de la guerre froide, et fort de contributions si variées qu'il est quasiment impossible d'en faire la synthèse, on retient surtout de von Neumann ses légendaires exploits de gymnastique mentale. Son héritage est pourtant omniprésent dans notre vie quotidienne. Reprises par des chercheurs, des inventeurs, des intellectuels et des politiciens, ses visions et ses idées éclairent aujourd'hui la perception que nous avons de nous-mêmes en tant qu'espèce, ainsi que nos rapports sociaux et économiques avec les machines capables de nous faire atteindre les plus hauts sommets ou de nous détruire. Il n'y a qu'à jeter un œil autour de soi pour voir partout l'empreinte de Johnny.

[2] Freeman Dyson, 2018, communication personnelle avec l'auteur.

JOHN VON NEUMANN

L'HOMME QUI VENAIT DU FUTUR

Né à Budapest au début du 20e siècle, John von Neumann est sans conteste l'un des scientifiques les plus influents de l'histoire. Mais également, et très injustement, l'un des plus méconnus du grand public.

Véritable génie, il a suscité l'admiration de ses contemporains tout au long d'un parcours exceptionnel. Nombre d'entre eux estimaient même qu'il était plus intelligent qu'Albert Einstein, son collègue à Princeton, qui le considérait comme un véritable extra-terrestre.

John von Neumann s'est attaché, en pionnier ou en contributeur essentiel, à une variété impressionnante de sujets : découverte de l'ADN, recherche nucléaire, théorie des jeux, théorie des ensembles, mécanique quantique, économie, géopolitique, intelligence artificielle. Dans ce dernier domaine, ses travaux ont à tel point préfiguré l'informatique actuelle que « l'architecture de von Neumann » demeure à ce jour la base du fonctionnement de la plupart des ordinateurs.

Sans les multiples innovations dont il est à l'origine, le monde serait bien différent de celui que nous connaissons aujourd'hui. Paradoxalement, John von Neumann n'a jamais bénéficié de la reconnaissance publique qui lui était due, et moins encore de la notoriété de pairs comme Albert Einstein ou Richard Feynman.

Accessible à tous, claire et passionnante, la biographie d'Ananyo Bhattacharya vient combler cette lacune et rend enfin justice à cette figure étonnante et légendaire des sciences en prise avec son temps.

« L'un des meilleurs livres de l'année. »
Financial Times

ANANYO BHATTACHARYA est titulaire d'un doctorat en biophysique de l'Imperial College London. Il a travaillé comme correspondant scientifique chez *The Economist*, puis a été rédacteur en chef chez *Nature* et chercheur médical au Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute à San Diego, en Californie. Il vit actuellement à Londres.

quanto
www.editionsquanto.com

ISBN 978-2-88915-507-1

24.50 €