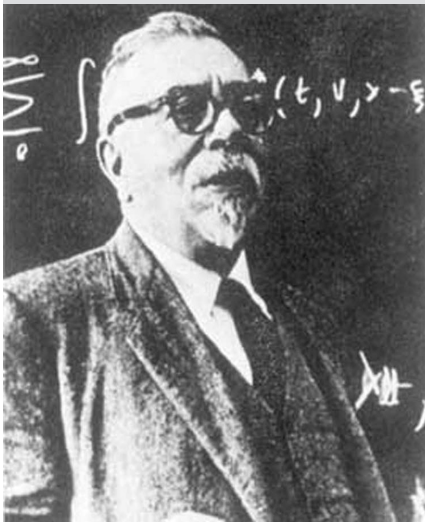


# Wiener et von Neumann démasqués

RALF SCHAUERHAMMER

**Norbert Wiener et John von Neumann sont-ils les précurseurs d'une nouvelle ère technologique ? L'intelligence artificielle, les ordinateurs, Internet, etc., ne sont-ils pas les domaines les plus prometteurs pour notre société ? Au-delà des mythes qui existent au sujet de ces deux personnages, l'auteur démonte une à une leurs erreurs conceptuelles tout en montrant le danger que constitue leur projet de société cybernétique.**



## Norbert Wiener (1894-1964)

**A**ujourd'hui, beaucoup s'imaginent que nous sommes à l'aube d'une ère de changements radicaux susceptible de transformer l'économie et la société d'une façon encore plus profonde que ne l'a fait la révolution industrielle. A l'heure de la mondialisation, certains estiment même que cette dynamique est d'ores et déjà inéluctable et irréversible. Tous les processus cruciaux de notre vie seraient en train de subir la mutation du cyberspace. Et ceux qui n'acceptent pas cette réalité avec des cris de joie prennent le risque d'être qualifiés de « vieux jeu », d'« archaïques », voire même d'« antitechnologiques ». Les experts de la technologie de l'information prédisent que, grâce au réseau mondial, les ordinateurs auront bientôt une intelligence qui dépassera celle des êtres humains.

En dépit de toute cette euphorie à propos du cyberspace, il est erroné de penser que l'on puisse appliquer les méthodes cybernétiques à l'analyse de l'homme et de la société humaine. Quiconque considère attentivement les objectifs du projet cyberspace, réalise qu'un virus s'est glissé dans le réseau neurobiologique

du cerveau de leurs partisans. Dans cet article, nous allons tenter d'identifier de quel type de virus il s'agit et pourquoi une erreur aussi flagrante a pu se répandre si facilement. Commençons par le dialogue suivant entre les professeurs Klaus Haefner de l'université de Brême et Joseph Weizenbaum du Massachusetts Institute of Technology (MIT), tel qu'il apparaît dans le livre *Are Computers Better Than Human Beings ?*<sup>1</sup> (Les ordinateurs sont-ils meilleurs que les êtres humains ?, 1990) :

« Haefner : *L'histoire suivante devrait plutôt vous choquer. Il y a quelques années, un animateur de la radio de Brême et moi-même avons joué aux devinettes avec les auditeurs. Nous avons lu plusieurs poèmes, certains composés par des êtres humains et d'autres par des ordinateurs. Puis, nous avons demandé aux auditeurs d'identifier l'auteur. Personne n'a été capable de distinguer les poèmes de l'ordinateur de ceux composés par l'homme.*

« Weizenbaum : *Je connais ce type d'expériences. Celles-ci prouvent seulement que les auditeurs ne perçoivent pas la différence. Toutefois, il existe une différence entre le texte*

de l'ordinateur et celui créé par un intellect.

« Haefner : Alors, dites-moi en quoi, par exemple, un dessin, un air de musique ou un texte produits par un ordinateur sont-ils différents ? »

« Weizenbaum : Je ne peux pas en effet échapper à cette question. Qu'est-ce qu'un poème en réalité ? Pourquoi un homme compose-t-il un poème ? Chaque poème est d'abord et avant tout l'expression, sous forme parlée, d'une idée, d'une perception ou d'une expérience qui ne peuvent être exprimées que dans l'imagination-langage du poète. Le poème est l'effort du poète (ou de la poétesse) pour dépasser les limites du langage normal. L'ordinateur n'a ni idée, ni perception, ni expérience qu'il voudrait exprimer sous forme parlée. [...] Ceci montre bien qu'assembler des syllabes et des séquences de mots, au moyen de procédés formels, est un processus de création complètement différent.

« Haefner : Vous parlez du point de vue du poète. Cependant, la situation est très différente quand on considère celui de l'auditeur ou du lecteur. [...] Pourquoi me préoccuperais-je de ce que Wolfgang Amadeus Mozart peut avoir pensé ou ressenti un après-midi particulier, il y a deux cents ans. Comment suis-je supposé savoir cela ? Peut-être que Mozart, pendant qu'il a écrit la mélodie enchanteresse de tel ou tel mouvement, pensait à la facture de charbon qu'il n'avait pas réglée ou au décolleté d'une dame de la cour ? »

Le professeur Weizenbaum a répondu très poliment à son interlocuteur mais nous serions tentés de répliquer de façon moins courtoise et peut-être plus appropriée : « Cher professeur Haefner, je pense que votre femme est à plaindre car si elle vous aime réellement et qu'elle vous l'exprime, j'imagine que vous devez lui dire "du point de vue du destinataire, il n'y a pas de différence entre sexe et amour". »

Cette discussion, ou plutôt ce dialogue de sourds, montre combien le virus a profondément pénétré le système de pensée des partisans du cyberspace. Ils n'arrivent même plus à le détecter. De la même façon que tout bon programmeur, dans une telle situation, saisit le code source et l'examine en détails, nous allons étudier le code source du programme social appelé « cyberspace ».

## Les opérations fondamentales de la cybernétique

La notion de cybernétique a été définie et expliquée pour la première fois dans le livre de Norbert Wiener publié par le MIT sous le titre original *Cyberneticity or Control and Communication in the Animal and the Machine* (*Cybernéticité ou commande et communication dans l'animal et la machine*, 1948). Pendant la Deuxième Guerre mondiale, Wiener avait été impliqué dans l'élaboration de calculateurs pour l'artillerie anti-aérienne. Comme il l'explique, ce type d'artillerie fait face au problème suivant : atteindre une cible mouvante avec un projectile qui se déplace à une vitesse qui n'est que légèrement supérieure à sa cible. On doit donc viser en avant de la cible, c'est-à-dire vers un point où l'on croit que l'avion se trouvera. Par conséquent, une bonne commande de tire dépend de la vitesse à laquelle on aura reçu une information en retour (*feedback* ou *rétroaction*) qui confirme ou non si la trajectoire de l'avion se dirige bien vers le point prévu.

Les enseignements qu'il a tirés de ces expériences, Wiener a commencé à les appliquer, vers la fin de la guerre, à la maîtrise des processus des êtres vivants ainsi qu'aux processus de la pensée humaine. Ce fut la naissance de ce qu'il baptisa la « cybernétique ».

L'erreur fondamentale de son programme cybernétique se trouve dans le chapitre 5, intitulé « L'ordinateur et le système nerveux ». Wiener écrit : « Dans l'école de philosophie empiriste anglaise, qui va de Locke à Hume, on supposait que le contenu de l'esprit est constitué par certaines entités que Locke mentionne sous le nom *Idées*, et que les auteurs plus tardifs ont ensuite appelées *Idées* et *Impressions*. On supposait que ces *Idées* et ces *Impressions* simples existaient dans un esprit complètement passif. »

Wiener adopte ce concept et considère donc l'esprit comme une *tabula rasa* – une ardoise vierge. Il poursuit : « On supposait que ces *Idées* se combinaient en paquets, en raison d'une espèce d'activité interne qui agit selon les principes de contact, de similarité et de cause à effet. Le principe de con-

tact est sans doute le plus important de ces principes : on supposait que les *Idées* et les *Impressions*, lesquelles se produisent souvent ensemble dans un même temps et dans un même espace, ont la capacité de s'engendrer l'une l'autre, de telle sorte que la présence de l'une d'entre elles entraîne la présence de l'autre. »

Toute sa théorie qui prétend décrire et imiter l'activité de la pensée humaine, Norbert Wiener l'a échafaudée en se basant sur les principes contenus dans *Essay Concerning Human Understanding* (*Essai sur l'entendement humain*, 1690) de John Locke. Il aurait dû se douter qu'il accoucherait d'une chimère puisqu'il y a deux cents ans, Gottfried Wilhelm Leibniz avait déjà répondu directement à John Locke dans ses *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (1703), dans lesquels il a exposé les erreurs de l'empirisme britannique. Nous citons brièvement un passage de la préface du livre de Leibniz qui est assez pertinent (et amusant) pour la question du « cyberspace » : « *C'est aussi en quoi les connaissances des hommes et celles des bêtes sont différentes : les bêtes sont purement empiriques et ne font que se régler sur les exemples, car, autant qu'on en peut juger, elles n'arrivent jamais à former des propositions nécessaires, au lieu que les hommes sont capables de sciences démonstratives. C'est encore pour cela que la faculté que les bêtes ont de faire des consécutives est quelque chose d'inférieur à la raison qui est dans les hommes. Les consécutives des bêtes sont purement comme celles des simples empiriques, qui prétendent que ce qui est arrivé quelquefois arrivera encore dans un cas où ce qui les frappe est pareil, sans être pour cela capable de juger si les mêmes raisons subsistent. C'est par là qu'il est si aisé aux hommes d'attraper les bêtes, et qu'il est si facile aux simples empiriques de faire des fautes.* »

Ensuite, Leibniz continue et en donne une explication plus profonde : « [...] on ne considère point assez que le monde change et que les hommes deviennent plus habiles en trouvant mille adresses nouvelles, au lieu que les cerfs ou les lièvres de ce temps ne deviennent point plus rusés que ceux du temps passé. Les consécutives des bêtes ne sont qu'une ombre de raisonnement, c'est-à-dire ce ne sont que connexions d'imagination,



**Le philosophe britannique John Locke. Wiener adopte l'idée de celui-ci selon laquelle l'esprit humain serait une *tabula rasa*.**

*et que passages d'une image à une autre, parce que dans une rencontre nouvelle qui paraît semblable à la précédente, on s'attend de nouveau à ce qu'on y trouvait joint autrefois, comme si les choses étaient liées en effet, parce que les choses le sont dans la mémoire. [...] de sorte que ce qui justifie les principes internes des vérités nécessaires distingue encore l'homme de la bête. »*

Revenons un instant au dialogue du début. Les animaux et les ordinateurs ont la capacité de « *lier les choses dans la mémoire* », comme les factures de charbon, les décolletés ou les notes d'une mélodie sur une partition musicale. Par contre, le poète doit tenter de « *dépasser les limites du langage normal* » afin d'exprimer quelque chose de nouveau, étant donné « *que le monde change et que les hommes deviennent plus habiles* ».

Les inventions créatrices changent le monde et les êtres humains, et c'est ce qui distingue *fondamentalement* les hommes des animaux et des machines. Ce potentiel créateur constitue l'individualité de la personne et, même si l'on arrivait à en faire un clone parfait, il resterait un être complètement unique et indépendant. Cette qualité créatrice explique aussi en quoi l'homme, en dépit de changements constants, reste de façon manifeste le même individu.

Dans ses *Nouveaux essais*, Leibniz explique clairement que l'approche empiriste de Locke mène à des conclusions contradictoires quand on s'interroge de savoir si la ma-

tière peut penser. Pour les mêmes raisons, les partisans du cyberespace qui s'inspirent de la théorie de Locke, en arrivent aux contradictions les plus absurdes lorsqu'ils essaient de montrer qu'un ordinateur « peut penser ».

## **Le programme de la cybernétique**

Les axiomes fondamentaux des empiristes ne permettent pas de comprendre la nature essentielle de la pensée humaine. Norbert Wiener a néanmoins bâti son programme cybernétique sur les fondements de cette théorie erronée. Si Locke ne faisait qu'élaborer une théorie, Wiener, de son côté, veut la mettre en pratique. Il affirme : « [...] *la théorie de Locke ne peut avoir avec les faits qu'un rapport dont seul peut donner une idée celui qui existe entre l'image d'une locomotive et une locomotive réelle en fonctionnement [...] comme un schéma sans les pièces du mécanisme.* »<sup>2</sup> Avec la cybernétique, Wiener tente de produire toutes « *les pièces du mécanisme* ». En d'autres termes, la cybernétique n'est rien d'autre qu'une « Locke-motive ».

Wiener s'efforce de trouver un mécanisme neural compatible avec la théorie lockienne d'association d'idées, mécanisme qui serait analogue chez les ordinateurs, le cerveau des animaux et celui des êtres humains. Il réexamine de façon

plus attentive les trois principes de la théorie des associations d'idées de Locke – le principe de contact, le principe de similarité et le principe de cause à effet. Toutefois, tout cela est encore trop complexe pour l'idée que Wiener a d'une machine pensante. En conséquence, il simplifie l'ensemble en réduisant les trois principes au principe de contact. Pour ce qui concerne le principe de cause à effet, il observe : « *Le troisième [de ces principes], pour Locke et encore davantage pour Hume, n'est rien d'autre qu'une coexistence constante et se trouve donc inclus dans le premier, c'est-à-dire celui de contact.* » Nous avons déjà vu dans les *Nouveaux essais* de Leibniz où cela nous mène.

Quant au principe de similarité, Wiener affirme qu'il « *mérite une discussion plus détaillée* ». Réduire ce principe lui pose davantage de difficultés parce que la similarité de formes indique l'existence de concepts universels, lesquels sont incompatibles avec la *tabula rasa*. Néanmoins, cela ne décourage pas Norbert Wiener. Au moyen d'un « *processus de balayage, bien connu des techniciens de la télévision* », on peut transposer des images multidimensionnelles dans l'espace en une succession unidimensionnelle de points. Il prétend ensuite qu'en transformant de façon appropriée cette série de points, on peut arriver à saisir le principe de similarité. Wiener cite comme exemple les travaux effectués en 1947 sur le dispositif de McCulloch et Pits dont le but était de transformer en tonalités acoustiques les lettres de l'alphabet, différentes dans leur aspect mais cependant de forme similaire, de façon à permettre aux aveugles de lire en écoutant ces tonalités.

Nous en sommes maintenant arrivés au point du programme cybernétique de Norbert Wiener où la pensée humaine peut être réduite à la *tabula rasa* de Locke grâce à une seule association d'idées – le principe de contact. Non seulement Wiener a échafaudé son programme cybernétique sur la base des idées de Locke, lesquelles sont complètement inadéquates pour expliquer la pensée humaine, mais il tronque même cette théorie en la ramenant à un seul principe d'association d'idées. Une fois accomplie cette opération, Wiener cherche un mécanisme

empiriquement démontrable qui pourrait correspondre à son principe théorique, afin que sa Locke-motive ait une certaine dynamique.

Wiener trouve ce mécanisme dans Pavlov : « *A la fin du siècle dernier et au début du nôtre, un autre grand savant, Pavlov, a étudié à sa manière un problème qui, dans son essence, et à de très légères différences près, avait été traité par Locke. Cette question, qui est celle des réflexes conditionnés, Pavlov l'aborda, expérimentalement et non pas introspectivement ainsi que l'avait étudiée Locke.*

« [...] Pavlov a constaté que, si un certain son avait été systématiquement soumis à l'attention du chien au moment du repas, la manifestation seule du son suffisait alors à provoquer une abondante salivation. [...]

« Nous trouvons là chez l'animal, et au niveau du réflexe, quelque chose de très analogue à l'association des idées. En particulier le phénomène se produit avec des réactions réflexes par lesquelles tout le comportement de l'animal évoque ce que, chez l'homme, nous considérerions comme un contenu fortement émotionnel. »<sup>3</sup>

Ainsi, comme Wiener nous l'explique, certaines impressions séparées dans le temps provoquent des réflexes, et une réponse apparaît qui nous permet de conclure qu'un « contenu fortement émotionnel » existe. Euréka ! On a découvert le mécanisme qui lie sensation et pensée chez le chien comme chez l'homme. Pour pouvoir compléter son programme cybernétique, Wiener doit maintenant trouver comment la capacité d'apprentissage, telle qu'elle apparaît chez les chiens de Pavlov, existe également chez l'ordinateur. Et il réussit tout de suite, bien sûr : « *Il n'y a rien dans la nature de l'ordinateur qui l'empêcherait de montrer des réflexes conditionnés. Rappelons qu'un ordinateur en marche est davantage que le réseau de relais et les mécanismes de stockage installés par le constructeur. Il contient aussi le contenu de sa mémoire et ce contenu ne sera jamais complètement effacé au cours d'opérations particulières. [...] Il est, par exemple, tout à fait possible d'induire chaque message allant dans la mémoire à changer, de façon permanente ou semi-permanente, le courant de l'un ou de plusieurs tubes cathodiques, et ainsi changer la valeur numérique*

*de la combinaison des impulsions qui commute les tubes ou induit les tubes à commuter. »*<sup>4</sup>

Wiener s'imagine que l'ordinateur aura appris quelque chose, et le professeur Haefner doit sans doute acquiescer. Leibniz sourirait certainement aux erreurs que les empiristes, les animaux et les ordinateurs « pensants » commettent si facilement. L'erreur consiste à oublier, d'une part, que lorsque l'on transpose une image (ou une donnée) d'une condition à une autre dans la mémoire d'un ordinateur, il ne s'agit rien d'autre « *qu'une ombre de raisonnement* » et, d'autre part, que ces images ne sont pas connectées entre elles de la même façon dont les choses en réalité sont connectées ensemble.

## Le contrôle cybernétique de la société

Si la cybernétique souffre d'un défaut de programme aussi évident, pourquoi est-elle si répandue et si populaire au point que chacun est prêt à faire ses valises pour aller vivre dans le cyberspace. On peut suspecter qu'une partie de ceux qui encouragent l'application de la cybernétique à la société humaine commettent cette erreur volontairement.

En fait, suivant le choix que l'on fait entre le processus de la pensée humaine tel que Locke prétend qu'il existe ou tel que Leibniz le décrit, on aboutit à une conception de l'homme complètement différente et à des formes de sociétés totalement opposées. Dans le monde des empiristes, toute chose est soit déterminée, c'est-à-dire sans liberté, soit livrée au hasard aveugle, lequel ne permet pas non plus la liberté mais au mieux l'anarchie. Si l'homme ou la société change, ce ne peut être que de façon accidentelle. Leibniz, pour sa part, explique comment l'homme peut être libre dans un univers légitime et connaissable. L'homme devient plus « *habile* », change son comportement social et produit un effet sur le monde qui change grâce à « *mille adresses nouvelles* » et à de nouvelles technologies. Il devrait apparaître clairement pourquoi, du point de vue d'une oligarchie, il est

préférable d'imposer la philosophie de Locke et des empiristes britanniques comme Hobbes ou Hume.

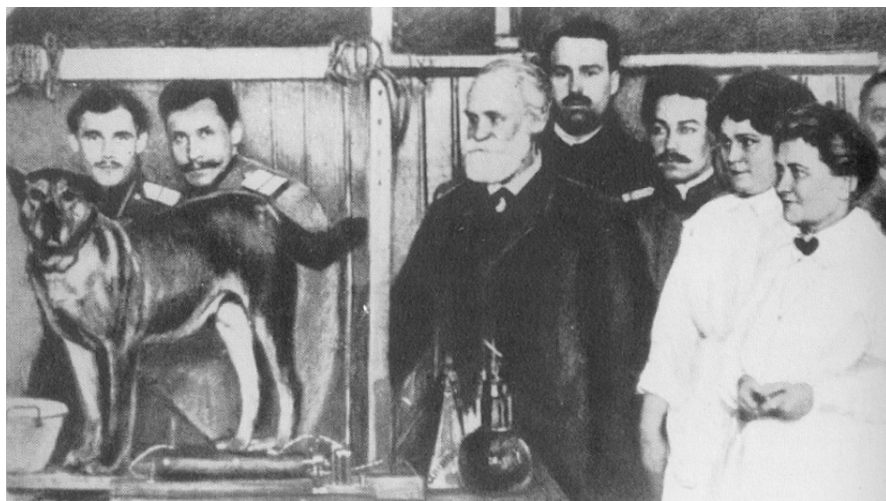
On peut ainsi mieux comprendre l'intérêt de certains à essayer d'appliquer les méthodes cybernétiques au « contrôle social », et que ce n'est pas un hasard si la cybernétique a été en fait mise au monde avec l'aide de spécialistes des sciences sociales comme Gregory Bateson et sa femme Margaret Mead. Dans l'introduction de son livre *Cybernetics*, Wiener relate la façon dont le concept de cybernétique a été développé au cours d'une série de réunions de la Fondation Macy en 1947. Il s'agissait du même groupe de personnes qu'il avait réuni avec John von Neuman à l'université de Princeton en 1944.

Norbert Wiener écrit qu'une « *orientation de travail a émergé du cercle d'idées lors de réunions de la Fondation Macy* », pour étudier « *l'importance de ce concept et la technique par laquelle on pourrait l'appliquer aux systèmes sociaux* ». D'après lui, il est facile d'expliquer pourquoi c'est possible : « *Il ne fait aucun doute que l'organisation du système social est similaire à celle d'un seul individu, qu'il est connecté par un système de transfert d'informations et qu'il possède une dynamique dans laquelle les processus circulaires de rétroaction jouent un rôle important* ».

Selon Wiener, c'est le cas en anthropologie, en sociologie ainsi qu'en économie, et il en profite aussi pour faire l'éloge des « *travaux de très grande portée de von Neumann et Morgenstern sur la théorie des jeux* ».

Ensuite, Wiener révèle que « *sur cette base, Gregory Bateson et Margaret Mead m'ont encouragé à dédier une partie considérable de mon énergie à l'étude de cet aspect de la cybernétique, en raison de l'urgence des problèmes économiques et sociologiques qui règnent dans notre ère de confusion* ». Ils espéraient en effet que la cybernétique produise un « effet thérapeutique » sur notre société.

Quelle « maladie » de la société cette « thérapie » est-elle censée soigner ? Celle de la croyance inébranlable dans le progrès et la créativité humaine ! C'est pourtant ce qui nous permet de repousser toujours plus loin les limites mais, semble-t-il, cela constituait pour Wiener



Ivan Pavlov avec ses assistants et le chien sur lequel ils ont mené des expériences de ré exes conditionnés..

un phénomène très dérangeant, en particulier aux Etats-Unis. Il ne le dit pas aussi explicitement. Au contraire, il affiche une certaine modestie et un scepticisme quant aux effets thérapeutiques de la cybernétique pour notre société malade.

La raison de ce scepticisme nous ramène néanmoins au véritable problème. Wiener prétend « *qu'il serait inutile de comparer l'économie de la sidérurgie avant et après l'introduction du convertisseur Bessemer, ou les statistiques du caoutchouc avant et après l'apparition de l'industrie de l'automobile [...]* ». En réalité, c'est dans ce problème de collecte de données statistiques décrit par Wiener que réside le virus de la méthode cybernétique décrite plus haut. Cette méthode échoue précisément là où de nouvelles inventions créent des « structures de rétroaction » qualitativement nouvelles.

Cet échec n'est pas important du point de vue du contrôle social. Là, on pense dans l'autre sens. Si, en utilisant le modèle de pensée des empiristes britanniques, on désire camoufler la face absolutiste du Léviathan hobbesien – celui qui contrôle la bataille sociale des « loups contre les loups » – et maîtriser les loups d'une façon « démocratique » en contrôlant leurs « réflexes sociaux et leurs rétroactions », alors les failles fondamentales de la cybernétique prennent tout simplement la forme d'un programme politique à appliquer concrètement.

Wiener décrit cette démarche

dans son livre *Cybernétique et société – L'usage humain des êtres humains* (1950). Selon lui, les systèmes hiérarchiques du fascisme et du communisme sont comparables au fonctionnement d'une boîte à musique mécanique, dans laquelle tout est contrôlé de façon centrale et fixe, tandis que les systèmes démocratiques modernes sont capables d'apprentissage, par rétroaction, comme les mécanismes de commande de l'artillerie antiaérienne. Pourtant, que ce soit le contrôle visible et direct d'une boîte à musique ou celui de l'artillerie antiaérienne avec un système fixe, il n'existe pas de liberté à l'intérieur de ces systèmes. La vraie liberté détruirait les « mécanismes de rétroaction » par de nouvelles inventions qui entraîneraient une amélioration du comportement social. Le contrôle cybernétique, au contraire, doit contrecarrer de telles inventions fondamentales, ainsi que les changements sociaux qui en résulteraient, simplement parce que cela détruirait les structures de rétroaction existantes.

Plus on persuade les populations que l'esprit humain n'est pas infini, mais qu'il fonctionne plutôt selon le modèle empiriste de Locke et qu'il faut laisser l'activité de réflexion aux animaux et aux ordinateurs, et mieux fonctionnera le contrôle social « démocratique » de la méthode cybernétique. L'idéologie de la croissance-zéro, dans la forme sous laquelle elle s'est propagée depuis la fin des années 60, sert exactement ce

but.

A ce sujet, ce que Norbert Wiener écrivait dès 1950 dans son *Cybernétique et société* est absolument éloquent. Dans le chapitre intitulé « Le progrès et l'entropie », Wiener constate d'abord que le théorème d'entropie de Carnot mène nécessairement à une vision du monde pessimiste. On arrive à cette conclusion absurde si, à l'instar d'empiristes comme Helmholtz et Boltzmann, on applique sans justification à l'Univers ce que Carnot avait seulement appliqué à la machine à vapeur. Néanmoins, selon Wiener, la raison pour laquelle cela mène à un certain pessimisme se situe dans notre jugement subjectif : nous nous prenons trop au sérieux ! Wiener propose que nous abordions le problème avec un « certain optimisme ». Nous n'avons qu'à nous dire : « Nous allons périr mais faisons-le d'une façon qui respecte la dignité de l'homme. »

Très bien. Mais alors pourquoi le cybernéticien empiriste ne veut pas créer une société qui fasse la promotion de la recherche et de l'éducation universelle, de façon à ce qu'un nombre toujours plus important de personnes puissent faire des inventions ? Parce que son système de pensée ne connaît pas la liberté et parce que la créativité humaine, selon lui, ne se manifeste que par hasard. Wiener est convaincu que les inventions doivent être, d'une certaine manière, considérées comme arbitraires ; ce sont des événements rares dans un système que nous ne comprenons pas très bien.

Wiener estime donc que nous ne devrions pas compter sur ce « pari » – c'est-à-dire la liberté créatrice des êtres humains qui détermine leur vie à long terme.

Aujourd'hui, un demi-siècle après que Wiener ait développé la cybernétique, sa façon de voir est devenue si répandue que ceux qui ont des responsabilités politiques, ainsi que la plupart des scientifiques, ne perçoivent plus la divergence entre, d'une part, le nombre et la qualité des inventions socialement nécessaires et, d'autre part, celles qui ont été effectivement réalisées. Cependant, on prétend qu'il y a un progrès formidable dans le développement des ordinateurs : de nouveaux logiciels chaque jour, de nouveaux réseaux, de nouveaux types de graphiques à interface, de nouveaux jeux, etc.

Et certains diront même que le contrôle social n'est pas si terrible puisque nombreux sont ceux qui s'en accommodent très bien...

En fait, qui, en écoutant la musique de Mozart, goûte encore avec une vraie joie l'esprit créateur du musicien ou son amour de l'humanité ? Souvent, l'auditeur se contentera de glisser le CD dans la machine et de laisser son imagination rêvasser à propos de ses factures de charbon ou de décolletés, alors qu'il écoute des mélodies enchanteresses.

Alors, partons pour le cyberspace ! C'est en tout cas ce que pensent certains s'il n'y avait pas ce foutu « virus ». L'Univers réel ne rêve pas. Il répond à ce virus tel qu'il est et il ne s'inquiète pas de savoir si quelqu'un veut guérir la société à l'aide d'une « thérapie » cybernétique. Il nous fera payer cher cette erreur de système. L'humanité ne peut pas exister dans ce cyberspace, et c'est pourquoi, tout compte fait, l'humanité n'y vivra pas. ■

#### Notes

1. Il s'agit d'une version légèrement abrégée d'une discussion entre le professeur Klaus Haefner, théoricien de l'information et généticien à l'université de Brême, qui est convaincu que le clonage d'êtres humains servira de « réserve standard », et le professeur Joseph Weizenbaum du MIT, un pionnier dans le domaine de l'intelligence artificielle, qui en est devenu l'un de ses plus ardents critiques.

2. Norbert Wiener, *Cybernétique et société – L'usage humain des êtres humains*, Union générale d'éditions, Collection 10-18, 1971.

3. Si l'on considère l'histoire des mathématiques, il est évident que Wiener (qui se qualifie lui-même d'élève de Bertrand Russell, auquel il doit tant) doit avoir commis cette erreur volontairement. Quand, en 1883, Georg Cantor développe la théorie des multiplicités (que l'on réduit en général à la théorie des ensembles, bien que la notion de Cantor n'ait rien à voir avec la notion moderne de cette théorie), il définit « quelque chose qui est apparenté à *ἔιδος* (*eidos*) ou *ἰδέα* (*idea*) platonicienne ». La succession transfinie d'infinis décrit le processus que Leibniz appelle « *Schlauerwerden* » ou la « transgression créatrice des limites » de ce qui est exprimable dans le langage créé par la connaissance existante. Ce processus équivaut à atteindre un nouvel infini. C'est dans ce sens précis que Cantor affirme que l'esprit humain est infini.

Les empiristes, Bertrand Russell en tête, ont livré une guerre sans merci contre Cantor, qui a résulté en une nouvelle interprétation de la preuve de Gödel en 1931 et de la machine de Turing, à l'opposé de ce que ces derniers voulaient exprimer. Gödel comme Turing ont prouvé que Cantor avait raison en montrant, avec une rigueur mathématique, que tout système formel et fixe est incomplet, c'est-à-dire qu'il est fini relativement à l'infini qui est créé par l'esprit humain. Hélas, aujourd'hui, les travaux de Gödel et Turing sont compris dans un sens exactement contraire, c'est-à-dire qu'on les présente comme une preuve des limites de la pensée humaine. L'erreur, et elle est partagée par Norbert Wiener, réside dans le fait qu'ils restreignent la pensée humaine à des conclusions formelles. Pourtant, c'est précisément *contre* ces conclusions formelles que la pensée et la créativité humaine se développent.

4. Norbert Wiener, *Op. cit.*



### John von Neumann (1903-1957)

Le 24 décembre 1999, le *Financial Times* de Londres proclamait John von Neumann « l'homme du siècle ». Les articles qui lui étaient consacrés le saluaient comme « l'artisan de l'ère de l'ordinateur », la personne la « plus remarquable » du *xx<sup>e</sup>* siècle et celui qui a, en quelque sorte, élaboré le patron sur lequel l'homme moderne a été taillé.

Selon ce journal britannique, reflétant en cela l'opinion générale, l'importance de von Neumann pour le développement de la pensée moderne tiendrait à trois grandes réalisations :

1. Von Neumann serait l'inventeur de l'ordinateur. Tous les ordinateurs d'aujourd'hui utiliseraient l'« architecture » développée par von Neumann, permettant d'enregistrer les programmes ainsi que des données dans une mémoire vive.

2. En comparant l'intelligence humaine aux ordinateurs, von Neu-

mann aurait posé les fondements de l'intelligence artificielle qui, selon certains, serait l'un des domaines de recherche les plus prometteurs de notre époque.

3. Avec sa théorie des jeux, von Neumann aurait développé un outil essentiel pour l'analyse économique, qui aurait finalement été consacrée, en 1994, avec l'attribution du prix Nobel d'économie à John C. Harsanyi, John F. Nash et Richard Selten.

Afin de pouvoir mieux juger si John von Neumann a vraiment marqué de façon positive notre monde, nous allons examiner ici tour à tour ses trois « grandes réalisations ».

### L'invention de l'ordinateur

Le terme anglais « *computer* » (ordinateur) permet de se faire une

idée de comment le concept d'ordinateur a évolué dans le temps. Avant la Deuxième Guerre mondiale, un *computer* désignait la *personne* qui effectuait des calculs selon un modèle particulier (en comptabilité, par exemple, ou dans un bureau technique) à l'aide en général d'une calculatrice. Aujourd'hui, *computer* désigne non plus un individu mais une *machine* à calculer, qui est non seulement capable d'effectuer des calculs suivant un modèle déterminé mais pouvant aussi traiter un grand nombre d'informations et de données très diverses suivant un schéma choisi.

Ainsi, nous voyons que le développement de la technologie a changé la réalité recouverte par le mot « *computer* ». C'est pour cette raison que si nous voulons juger comment certaines inventions se sont déroulées, nous ne pouvons pas nous contenter de considérer seulement la fonction d'une technologie. Nous devons aussi voir comment la réalisation économique de cette fonction a été rendue possible, au cours de cycles particuliers de travail à un moment particulier. Il faut donc considérer une « série évolutionnaire » de cette technologie et être attentif à l'émergence de ses différents « organes » qui en ont fait ce qu'elle est aujourd'hui, et qui permettront ultérieurement de nouveaux développements dans une direction donnée.

Dans ce contexte, il est utile de faire un bref survol de l'histoire du développement de la machine à calculer.

L'idée d'une telle machine est née



La machine de Wilhelm Schickard. Elle était capable d'accomplir les quatre opérations de base du calcul.

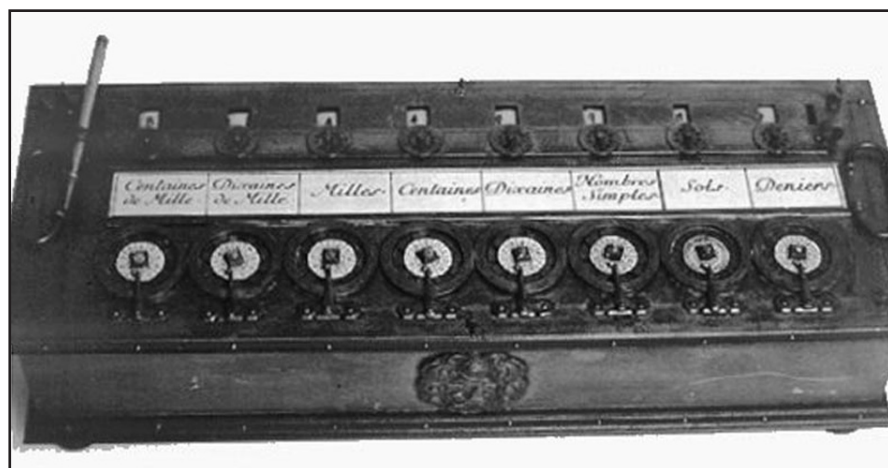
d'une discussion qui a eu lieu en 1617 entre Johannes Kepler, le fondateur de l'astrophysique, et Wilhelm Schickard, théologien et inventeur de machines. Cette machine était capable d'accomplir les quatre opérations de base du calcul – addition, soustraction, division et multiplication. Elle avait une fonction d'addition mécanique ainsi qu'un système de réglettes coulissantes et de fenêtres qui, pour la multiplication de deux nombres, lui permettait d'afficher des résultats intermédiaires, qui n'avaient alors plus qu'à être additionnés le nombre de fois approprié. La machine fut perdue dans la tourmente de la guerre de Trente Ans et sa description ne fut redécouverte dans les papiers de Kepler et de Schickard qu'au XIX<sup>e</sup> siècle.

En 1642, le mathématicien et philosophe Blaise Pascal exposait à Paris une machine à calculer qui, jusqu'à un certain point, était simi-

laire à celle de Kepler-Schickard. Elle ne pouvait qu'additionner et soustraire. De plus, elle fonctionnait non pas dans le système décimal mais avec des unités différentes qui correspondaient au système de valeurs monétaires de l'époque. La machine avait été conçue pour faciliter le calcul financier.

C'est Gottfried Wilhelm Leibniz qui franchira l'étape cruciale suivante. Il était familier avec les travaux de Pascal mais il avait déjà achevé la conception de sa propre machine à calculer quand il s'est rendu à Paris en 1672. Leibniz avait inventé un nouvel « organe » très important : il utilisait un tambour à dents inégales combiné à un chariot mobile. Il s'agissait d'un large système d'engrenage, dont les dents étaient légèrement décalées, qui coulissait selon l'axe de rotation. D'abord, il n'y a qu'une dent qui s'emboîte et, si le tambour est avancé d'un cran, alors deux dents s'emboîtent et ensuite trois, jusqu'à ce que les dix s'emboîtent, lorsque le tambour est déplacé sur toute la longueur de l'axe. Avec un ensemble de plusieurs tambours, il est possible de générer des nombres décimaux (en déplaçant le tambour jusqu'à ce que le nombre de dents correspondant au nombre s'emboîte dans chaque place de décimale), et ceux-ci peuvent être introduits de façon répétée dans le mécanisme d'addition.

Si tout le système de tambours est déplacé d'un ou deux crans en avant, la machine ajoute la somme dix ou cent fois et ainsi la multiplication peut être opérée au moyen d'additions répétées. La division, à travers un processus similaire, est équiva-



La machine à calculer de Pascal.

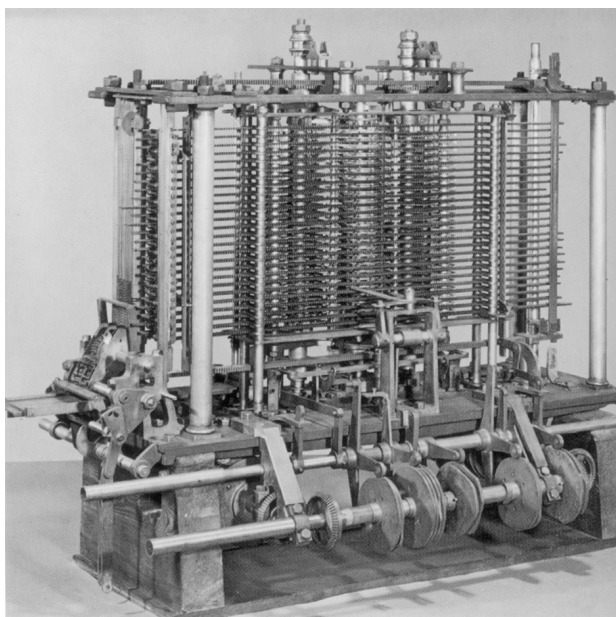
lente à des soustractions répétées. Dès lors, toutes les machines à calculer qui suivront, utiliseront ce principe fondamental de la machine de Leibniz.

Leibniz a aussi étudié différents systèmes de notation numérique et il était arrivé à la conclusion que le système binaire, où seuls les nombres 0 et 1 sont utilisés, est en fait le moyen le plus simple de représenter les nombres. Toutefois, cet avantage a un prix : la représentation des nombres requiert de très longues séries de chiffres et ainsi le nombre d'étapes de calcul devient très grand. Pour une machine à calculer manuelle qui a besoin d'une seule personne pour tourner la manivelle, il est plus pratique d'utiliser un système de numération supérieure comme, par exemple, le système décimal.

On doit l'évolution majeure suivante à Charles Babbage, mathématicien et inventeur britannique, qui nous rapproche beaucoup de l'ordinateur actuel, en développant la première machine à calculer mécanique commandée par un programme. En 1822, Babbage commençait à construire ce qu'il appelait sa « machine à différence » et, en 1833, il débutait la construction d'un « automate de calcul analytique » – la « machine analytique ». Ces deux machines n'étaient pas parfaitement opérationnelles car Babbage butait contre les limites techniques de fabrication de machines de précision. Néanmoins, Babbage avait prévu tous les « organes » qui sont caractéristiques d'un « ordinateur » :

- Un mécanisme de calcul automatique pour toutes les fonctions de calcul.
- Une grande capacité de mémoire pour stocker les données.
- Un système de commande utilisant des cartes perforées.
- Une unité pour entrer des données.
- Une unité pour imprimer les résultats obtenus.

En 1932, environ cent ans après Babbage, l'ingénieur Konrad Zuse a eu l'idée de construire une machine à calculer qui était, dans sa conception, similaire à celle de Babbage puisqu'elle était programmable. Il présenta cette idée en deux inventions brevetées les 11 avril 1936 et 3 juillet 1937, et entre 1938 et 1945, il a construit une série de machines baptisées Z1, Z2, Z3 et Z4.

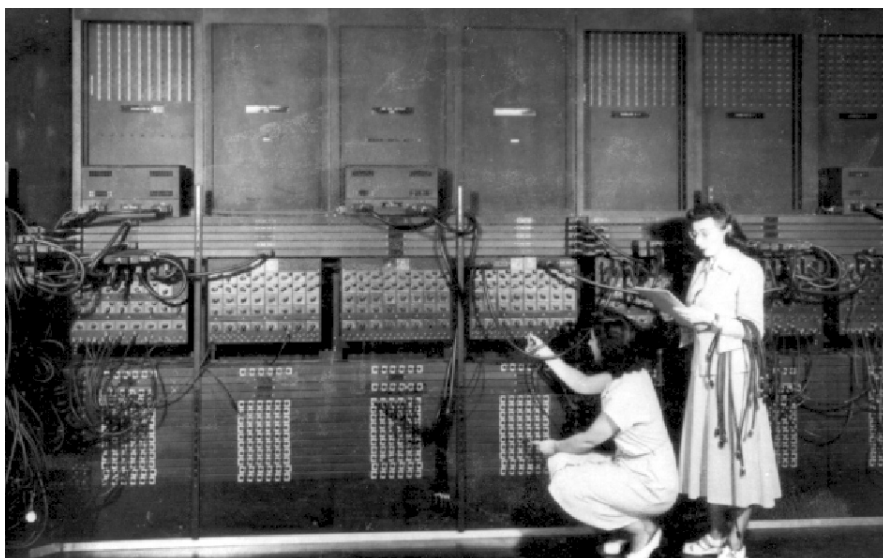


La machine analytique de Charles Babbage. Celui-ci avait prévu tous les organes qui caractérisent l'ordinateur.

L'amélioration apportée par Zuse fut de reconnaître les avantages considérables d'utiliser des éléments commutant binaires en même temps qu'il utilisait un double système de numération. Cela convenait à merveille pour l'utilisation des fonctions de base de la logique « Et », « Ou » et « Négation », ainsi que pour procéder aux différentes étapes du calcul et représenter la virgule décimale flottante. Le programme, que Zuse appelait de façon appropriée « plan de calcul », était enregistré sur une bande perforée (ou, plus économiquement, sur de vieilles pellicules de cinéma). Dans son brevet, Zuse mentionne la possibilité d'enregistrer le « plan de calcul » dans une mémoire

vive, mais c'était impossible à réaliser à cette époque.

Nous devons garder à l'esprit que Zuse a bâti son Z1 et Z2 pendant la guerre, sans aucune aide publique, et qu'il n'y travaillait que pendant son temps libre. En 1940, il signait un contrat avec le Versuchsanstalt für Luftfahrt (Centre d'expérimentation pour l'aéronautique) pour construire le Z3. Celui-ci fut achevé en 1941. Il avait un double mécanisme de calcul consistant en 600 relais et une mémoire de 1400 relais pour 64 nombres de 22 bits. Une multiplication, une division ou le calcul d'une racine carré prenait trois secondes. Le Z3 avait à peu près la taille d'une petite pièce.



Deux programmeurs devant l'ENIAC.



En août 1944, aux Etats-Unis, Howard H. Aiken mettait au point le Mark I. Celui-ci fonctionnait encore avec le système décimal et utilisait des virgules fixes pour les décimales. Une multiplication de deux nombres à 10 chiffres prenait environ six secondes et leur division onze secondes.

Un an plus tard, en Pennsylvanie, J.P. Eckert et J.W. Mauchly construisaient l'ENIAC. Il a fallu attendre deux ans supplémentaires pour que la machine fonctionne correctement. L'ENIAC était la première machine utilisant des tubes électroniques pour commuter les éléments, ce

qui contribuait considérablement à sa vitesse d'opération. Cependant, cette machine à calculer de 72 m<sup>2</sup> au sol, consommant 150 kW et équipée de 17 468 tubes à vide, n'avait même pas réalisé le concept de Zuse d'ordinateur binaire moderne. Les bascules, consistant de deux tubes chacune, étaient utilisées seulement pour représenter les 10 positions d'un engrenage mécanique de calcul (comme celui de la machine à calculer de Leibniz). De plus, l'ENIAC n'était programmable que manuellement et la commande était activée à travers un ensemble de centaines d'interrupteurs et de

connexions câblées.

Lorsque J.W. Mauchly commença à mettre au point l'ordinateur suivant, baptisé EDVAC, il mentionna, pour la première fois, la possibilité d'enregistrer un programme dans une mémoire vive, comme l'avait mentionnée Zuse dans ses brevets de 1936-1937. Mauchly remarquait également la possibilité de changer ces commandes de calculs dans la mémoire vive alors que le programme était en fonction. Le lecteur qui voudrait mieux comprendre ce développement pourrait consulter le rapport de Mauchly, écrit en juin 1945, sur la conception de l'EDVAC,

## Le premier programmeur était une femme

Augusta Ada Byron, comtesse de Lovelace et fille du poète lord Byron, a collaboré pendant plusieurs années avec Charles Babbage. C'est elle qui, en 1830, a écrit le premier programme d'ordinateur de l'histoire, en l'occurrence pour la « machine analytique ». Dans la description de l'ordinateur de Babbage qu'elle a publiée, elle écrivait : « *Il est parfaitement approprié de dire que la machine analytique tisse des modèles algébriques tout comme les métiers de Jacquard tissent des feuilles et des bourgeons.* » En effet, Babbage a compris que les cartes perforées inventées par Joseph Marie Jacquard pour contrôler les opérations des métiers à tisser, pouvaient également être utilisées pour la commande programmée de toute machine et, en particulier, d'un ordinateur.

L'ordinateur de Babbage utilisait des cartes perforées pour trois fonctions différentes. D'abord, les « cartes d'opérations » stipulaient quelles opérations le « moulin » (processeur de l'unité centrale, CPU) était censé effectuer. Ces cartes d'opérations donnaient des instructions comme, par exemple, additionner, diviser, etc., les nombres.

Ensuite, il y avait les cartes variables par lesquelles les valeurs pour les opérations devaient être prélevées dans le « stockage » (mémoire vive, RAM), tout en indiquant la destination pour le stockage des résultats. Ces cartes d'adresse variable stipulent, par exemple, que l'opération contenue sur la carte d'opérations doit être transportée avec les valeurs de la position de stockage 1 ou de la position de stockage 2, et que le résultat doit être déposé dans la position de stockage 3.

Supposons que nous ayons la valeur 1903 à la position de stockage 1 et la valeur 1834 à la position de stockage 2. Si la carte d'opérations indique « soustraction », la machine analytique de Babbage peut retrouver la valeur 69 dans la position de stockage 3 et l'imprimer. L'ordinateur de Babbage peut ainsi calculer que l'ordinateur moderne est inventé précisément 69 ans avant la naissance de John von Neumann. Un troisième type de carte – les cartes nombres – était conçu par Babbage pour avoir un stockage externe de valeurs calculées de la machine analytique comme, par exemple, des logarithmes ou des approximations du nombre  $\pi$ . Ces valeurs avaient

été perforées sur des cartes nombres, de façon à pouvoir les lire plus tard lors d'un calcul. Le stockage extérieur a permis de générer des tableaux et des calculs d'une façon presque illimitée.

### Ce qu'Ada a apporté

La comtesse Lovelace a montré comment la machine analytique peut être utilisée pour calculer des choses concrètes comme les nombres de Bernoulli. Ces modèles de calcul furent les premiers « programmes d'ordinateur ». Un siècle avant nos propres ordinateurs, Lovelace comprenait parfaitement les principes de programmation d'un ordinateur. Ses programmes incluaient des « sous-programmes », des « boucles » et des « sauts conditionnels ». Elle reconnaissait même que « *le mécanisme [de la machine analytique] pourrait opérer avec autre chose que des nombres, dans la mesure où leurs relations naturelles peuvent être exprimées par la science abstraite des opérations* ».

Le concept d'algèbre booléenne\* – la base pour les calculs logiques – est apparu en 1854, deux ans après la mort de Lovelace. Il a fallu encore cent ans avant que Konrad Zuse franchisse l'étape cruciale suivante, en utilisant le CPU de son ordinateur pour le traitement à la fois des nombres et des variables logiques.

Augusta Ada Byron a aussi ré-échi sur les possibilités des futurs ordinateurs et, même à cette époque, elle rejetait l'idée d'intelligence artificielle. Elle insistait sur le fait que les machines n'auraient jamais de libre arbitre : « *La machine analytique n'a aucun désir de produire quoi que ce soit. Elle peut faire tout ce que nous savons lui ordonner de faire.* »

Cette femme remarquable est morte en 1852, à seulement 36 ans, et, après sa mort, son œuvre est tombée dans l'oubli. Le langage de programmation ADA devrait faire revivre sa mémoire.

\* Appelé ainsi en l'honneur de Georges Boole, mathématicien et logicien anglais, auteur du livre *An Investigation of the Laws of Thought* (Un examen des lois de la pensée, 1854).

↳ dans lequel Mauchly décrit également les cinq unités qui forment la base de l'ordinateur telles que celles-ci avaient été développées par Babbage.

Dans ce bref survol historique, nous avons décrit le développement de chaque composante essentielle (organes et principes) d'un ordinateur moderne. Pourtant, aussi étonnant que cela puisse paraître, le nom de von Neumann n'est à aucun moment apparu, malgré le fait que nombreux sont ceux qui prétendent que les ordinateurs modernes ont une « architecture von Neumann ». <sup>1</sup>

## L'intelligence artificielle.

Les conditions propres à la Deuxième Guerre mondiale peuvent expliquer pourquoi le mythe d'un John von Neumann « inventeur de l'ordinateur » s'est répandu, mais elles n'expliquent pas pourquoi cette erreur a perduré pendant les années 50 et 60, jusqu'à devenir l'opinion dominante aujourd'hui. C'est vrai que cela s'accorde si bien avec l'idée selon laquelle von Neumann a établi, dans son livre *The Computer and the Brain* (L'ordinateur et le cerveau, Yale University Press, 1958), les fondements de l'intelligence artificielle...

Dans l'introduction de ce livre, von Neumann déclare : « *Ce qui est en jeu, c'est la tentative de trouver un chemin pour comprendre le système nerveux du point de vue du mathématicien.* » Cela semble très impressionnant mais cette affirmation est modifiée dès la ligne suivante. D'abord, von Neumann précise que ce qui est en jeu, ce n'est pas en fait « *un chemin pour comprendre* » mais simplement une « *réflexion systématique sur la façon dont on pourrait emprunter un tel chemin* ». Ensuite, il ajoute que « *le point de vue du mathématicien* » est assez limité parce qu'il n'y a seulement que des « *aspects logique et statistique au premier plan* ».

En somme, von Neumann dit qu'il est intéressé à réfléchir sur le chemin que l'on peut emprunter afin de comprendre le système nerveux en utilisant des notions de logique et de statistique. Très bien, mais pourquoi ne le dit-il pas dès le départ ? Ce genre d'introduction induit

le lecteur à croire que le sujet de ce livre est complètement différent de ce que celui-ci prétend être. Et en effet, c'est bien le cas.

Le contenu essentiel du livre peut être brièvement résumé de la façon suivante. Von Neumann décrit ce que l'on savait des ordinateurs à cette époque. Il développe en détails la différence entre les ordinateurs analogiques et les ordinateurs digitaux, ces derniers constituant la grande majorité de ceux utilisés actuellement. Dans les ordinateurs analogiques, les nombres sont décrits et liés par des états physiques mesurables (par exemple, une charge électrique), tandis que dans les ordinateurs digitaux, le système de numération (aujourd'hui, exclusivement le système binaire de 0 et 1) est décrit par des symboles ordonnés.

Ensuite, von Neumann explique que l'ensemble des tâches, pour un ordinateur, doit être décomposé en une série d'étapes successives constituées d'« opérations de base » (dont l'ordinateur ne peut se charger qu'en nombre très limité). Ces étapes peuvent être franchies en partie, mais en partie seulement, en parallèle. Sur la base de ce procédé, qui vise à résoudre des problèmes généraux en quelques opérations de base, on en arrive à l'« arithmétique profonde » du processus de calcul : cela consiste en une multiplicité d'étapes faites d'opérations de base qui ont un minimum de différences les unes avec les autres. Cela oblige, en retour, d'avoir une représentation très précise des nombres car les erreurs se multiplient avec le nombre d'étapes dans le calcul, un principe que tous les enfants connaissent grâce au jeu du « téléphone ». Plus grand est le nombre de joueurs qui murmure un message donné et moins le message final ressemblera au message original.

Von Neumann s'intéresse ensuite au système nerveux humain en voulant « *discuter des points sur lesquels les deux "machines" se ressemblent aussi bien que des points sur lesquels elles diffèrent* ». Dans un premier temps, il dit que les données voyagent dans le système nerveux de la même façon que dans l'ordinateur, c'est-à-dire qu'elles sont transportées par courant électrique. Et il observe également que le cerveau a une capacité de mémoire (ce qui ne devrait pas trop nous surprendre

étant donné la capacité des créatures vivantes de se rappeler les choses). Von Neumann compare ensuite la grandeur, la quantité et la densité de stockage entre, d'un côté, les éléments électroniques des ordinateurs les plus modernes et, de l'autre, les cellules nerveuses humaines. Il trouve dans le système nerveux une représentation numérique qui est un mélange d'analogique et de digital – les grandeurs sont représentées de façon « analogique » par la fréquence d'impulsions « digitales » particulières. Enfin, il constate que la précision de cette représentation numérique est très petite en comparaison à celle des ordinateurs les plus simples. Néanmoins, étant donné que le système nerveux fonctionne avec une grande précision, von Neumann conclut : « *Par conséquent, le système nerveux semble utiliser un système de représentation qui diffère complètement des systèmes connus en mathématique et arithmétique ordinaire.* »

Est-ce réellement la différence entre ces deux « machines » – l'ordinateur et le cerveau ? Pas du tout ! Les résultats des spéculations de von Neumann sont plutôt maigres mais il n'est pas intéressé aux résultats concrets. Retournons à l'introduction de son livre où il déclare que « *c'est la tentative de trouver un chemin pour comprendre le système nerveux* ». Certes, mais ce chemin dans lequel von Neumann s'est engagé ne peut justement pas mener à des résultats significatifs. C'est simplement un mauvais chemin, par lequel beaucoup se sont égarés dans l'histoire dès qu'ils ont essayé d'expliquer les êtres humains aux moyens de procédés issus de nouvelles technologies. De telles personnes réduisent les êtres humains à des processus que les êtres humains, en tant qu'êtres créateurs, ont eux-mêmes créés. Elles oublient ainsi qu'en tant que créateurs de ces nouveaux processus, les êtres humains leurs sont infiniment supérieurs.

Aujourd'hui, nous sourions avec compassion aux efforts du physicien Julien Offroy de la Mettrie, athée radical des Lumières, qui, dans son livre *L'Homme-machine* (1747), cherchait à réduire les êtres humains à des mécanismes d'horlogerie. Toutefois, quand von Neumann tente en 1958 de comparer les fonctions du cerveau humain avec

les conceptions et les processus du « cerveau électronique » des ordinateurs modernes, nombreux sont ceux qui restent subjugués d'admiration naïve. Pire, certains sont convaincus que le cerveau humain fonctionne de cette façon mécanique et, sans y paraître, étendent cette approche pour expliquer la pensée humaine elle-même, c'est-à-dire, en réalité, la pensée créatrice. Ils ne comprennent pas, avec leur babillage sur l'« intelligence artificielle » et les « ordinateurs pensants », qu'ils réduisent l'être humain d'une façon simpliste à une machine, laquelle ne pourrait en aucune manière exister sans l'esprit créateur de l'être humain.

## La théorie des jeux

En 1944, John von Neumann écrit en collaboration avec Oscar Morgenstern un livre intitulé *Theory of Games and Economic Behavior* (Théorie des jeux et comportement économique, Princeton University Press). Les postulats de la théorie des jeux développés dans cet ouvrage avaient été proposés par von Neumann dans un essai qui s'intitulait *Zur theorie der Gesellschaftsspiele* (Sur la théorie des jeux sociaux, 1928), et publié dans le journal de mathématiques de Berlin *Mathematischen Annalen*. Ses réflexions avaient suscité peu d'intérêt à l'époque, mais, une fois enrichies par l'apport d'Oscar Morgenstern et par l'application des dogmes économiques néolibéraux radicaux, elles sont apparues comme parfaitement pertinentes pour le contexte du début de la Guerre froide.

A ce sujet, nous devons mentionner le fait que même le *Financial Times* dans son éloge n'a pas pu éviter de parler de la fameuse déclaration qu'avait faite von Neumann en 1950 : « Si vous me demandez pourquoi ne pas bombarder les Russes demain matin, je dirais pourquoi ne pas les bombarder aujourd'hui même ? » Le *Financial Times* explique l'anticommunisme de von Neumann par le fait que, juste après la Première Guerre mondiale, alors qu'il était enfant, sa famille avait dû quitter temporairement la Hongrie quand le régime communiste s'est installé.

Oskar Morgenstern, le coauteur de von Neumann, appartient à la même école d'économie libérale que Frie-

derich von Hayek. Après la Première Guerre mondiale, il habitait Vienne où un gouvernement socialiste était au pouvoir. Morgenstern connaissait Otto Bauer, l'expert économique du gouvernement, parce qu'ils avaient tous deux fréquenté le séminaire politique de Boehme-Bawerk. A la suite de longues discussions, il a réussi à convaincre Bauer de s'éloigner du marxisme.

Dans son essai de 1928, dont le ton contraste avec celui, objectif et théorique, de son livre de 1944, von Neumann explique sans détours et avec moins d'euphémisme pourquoi la théorie des jeux est l'outil idéal pour établir les fondements du dogme économique libéral. Dans cet ouvrage, il écrit : « *En fin de compte, tout événement quel qu'il soit, dans des circonstances extérieures données et des personnes agissantes données, [...] peut être vu comme un jeu social.* » Dans la même veine, il dit que « *le problème principal de l'économie nationale classique est le suivant : que va faire l'"homo economicus", caractérisé par son égoïsme absolu, dans des circonstances extérieures données ?* ».

Von Neumann réduit alors la notion d'économie nationale classique au dogme libéral d'un Thomas Hobbes, d'un Adam Smith ou d'un Bernard de Mandeville. Ainsi, ce dernier, dans la *Fable des abeilles* (1723), représentait l'égoïsme humain comme la force motrice cruciale pour l'action morale et prétendait prouver d'une façon satirique que les vices privés servaient mieux l'intérêt général que les vertus publiques.

Selon ce dogme économique, il ne peut exister de principe supérieur qui puisse fonctionner (comme l'amour fraternel chrétien ou le droit à la « *poursuite du bonheur* » qui figure dans le Préambule de la constitution américaine) et dont l'objectif est de favoriser au maximum le bien commun. Du point de vue mathématique, cela signifie, comme von Neumann l'observe à juste titre, que les méthodes mathématiques développées pour les problèmes physiques ne sont d'aucune utilité pour déterminer des conditions optimales pour la théorie économique. D'un autre côté, même les méthodes mathématiques du calcul de probabilité sont insuffisantes pour résoudre ce « *problème principal de l'économie nationale classique* ». Des

événements hasardeux se produisent mais, ce qui est plus fondamental, les personnes agissantes développent des stratégies, de sorte qu'elles n'agissent pas en général selon des principes de probabilité statistique. Elles décident « librement » et « rationnellement », en « égoïste absolu », et considèrent seulement leur avantage personnel. Théoriquement, l'outil le plus approprié pour l'étude de cette situation est, selon von Neumann, la théorie des jeux.

Le « dilemme des prisonniers » est un exemple de l'application de la théorie des jeux qui en montre très bien les points forts et les points faibles. On suppose la situation suivante : Max et Melvin partagent une même cellule en prison. Le procureur ne peut pas prouver leur crime. Il dit à chacun d'entre eux individuellement : « Ecoute, si vous plaidez tous les deux coupables, vous ne serez pas condamnés aux 5 ans de réclusion stipulés par la loi mais seulement à 4 ans. Cependant, n'allez pas croire que vous sortirez d'ici si vous ne dites rien. Nous avons assez de preuves indirectes pour vous mettre tous les deux derrière les barreaux pour 2 ans, même sans aveux de votre part. Néanmoins, si tu coopères et témoignes contre ton ami, il aura 5 ans et j'appliquerai la clause de "témoignage contre son complice" dans ton cas et tu seras libre. »

Une fois que Max et Melvin se retrouvent dans la cellule, ils se grattent la tête et les deux pensent « rationnellement », c'est-à-dire selon la théorie des jeux, et, par conséquent, ils pensent tous les deux la même chose.

Considérons la situation du point de vue de Melvin :

Si je ne témoigne pas et que Max ne témoigne pas, j'aurai 2 ans.

Si je témoigne et que Max ne témoigne pas je n'aurai rien.

Si je ne témoigne pas et que Max témoigne, alors j'aurai 5 ans.

Si je témoigne et que Max témoigne, nous aurons tous les deux 4 ans.

Sans se soucier si Max ou Melvin ont bien commis le crime ou pas, et sans considérer si Max témoigne ou non <sup>2</sup>, il est avantageux pour Melvin de témoigner dans tous les cas. Si Max ne témoigne pas alors Melvin ne restera pas en prison, au lieu des 2 ans qu'il aurait eus s'il n'avait pas

lui-même témoigné. Dans le cas où Max témoigne aussi, Melvin n'aura que 4 ans au lieu des 5 ans si celui-ci était resté silencieux.

Le même calcul est valable pour Max et donc, les deux devraient agir rationnellement, au sens où la théorie des jeux l'entend, c'est-à-dire d'une façon absolument égoïste. Conclusion : les deux devraient confesser le crime dont les accuse le procureur. Ainsi, chacun d'entre eux sera condamné à 4 ans. Max est content, Melvin est content, John von Neumann est content et le procureur aussi.

Ce simple exemple, souvent utilisé pour expliquer le fonctionnement de la théorie des jeux, devrait convaincre la plupart des gens que les règles concernant le témoignage contre son complice sont une absurdité. Ensuite, il démontre de façon convaincante comment l'approche de la théorie des jeux s'effondre aussitôt que les participants divergent, même légèrement, de la norme de comportement définie par l'égoïsme absolu. Si, par exemple, Melvin et Max avaient réellement commis le crime et avaient décidé, au nom du code d'honneur des malfaiteurs, de ne pas témoigner l'un contre l'autre, ils auraient eu chacun seulement 2 ans. (Pour les partisans de la théorie des jeux, remarquons que ce code d'honneur entre malfaiteurs, autodéterminé mais pas égoïste, représente un paradoxe réel car la notion de coalition ne s'inscrit pas dans le comportement décrit dans la théorie des jeux.) La méthode de la théorie des jeux échoue également dans des cas plus compliqués, comme celui illustré par le film de Billy Wilder *Témoin à charge*, d'après un roman d'Agatha Christie, ou encore dans le cas de la vie réelle ou de l'économie réelle.

Ce n'est pas que la réalité soit trop complexe pour être comprise par la théorie des jeux. Ce problème pourrait être résolu en travaillant sur les mathématiques et en développant la théorie. La théorie des jeux échoue systématiquement parce que le dogme économique auquel elle est liée, pour le meilleur ou pour le pire, contient une erreur de principe. Elle ne peut pas expliquer comment on crée de véritables richesses. Le marché ne peut pas générer de véritables richesses mais seulement, dans le meilleur des cas, les distribuer. Il est faux de

croire comme Mandeville que, par une loi mystérieuse, les vices privés engendreraient l'intérêt général des participants au jeu social. Sans un horizon qui fournisse une perspective à l'activité économique, aucune économie nationale ne peut durer longtemps. L'égoïsme général ne peut pas remplacer les innovations créatrices qui contiennent toujours des changements dans la « règle du jeu » économique et sociale.

Lorsque ce principe supérieur se fait sentir dans des activités concrètes, la théorie des jeux ne fonctionne jamais. Autrement dit, quand la théorie des jeux fonctionne, c'est que l'économie a perdu un horizon qui s'ouvre sur le futur, sans lequel elle ne peut pas exister.

Certes, pour des spéculateurs irresponsables et immoraux ou pour des malfaiteurs, l'approche de la théorie des jeux est idéale. Elle fonctionne si bien qu'elle a même été récompensée par des prix Nobel. Il est sans doute temps que l'on s'en inquiète.

## Un problème dans la façon de penser

La citation suivante, tirée d'une description actuelle des applications de la théorie des jeux, montre bien en quoi il y a un problème dans la façon de penser quand on combine l'intelligence artificielle à la théorie des jeux<sup>3</sup> : « *Les méthodes de la théorie des jeux peuvent être appliquées à chaque fois que l'on étudie la compétition que se livrent des "individus" pour des ressources. [...] Dans l'intelligence artificielle et les recherches menées sur la "vie artificielle", des agents artificiels doivent être programmés de telle façon qu'ils "survivent" ou réussissent dans un environnement (réel ou simulé). Ici aussi, des situations de compétition apparaissent souvent, dans lesquelles les agents affrontent d'autres agents ou des obstacles réels pour se procurer des ressources. Après tout, dans les jeux d'ordinateurs modernes, l'adversaire artificiel a une stratégie qui donne l'impression qu'il est un adversaire réel. L'adversaire, opérant en temps réel, ne devrait pas être invincible mais agir selon un schéma qui ne peut pas être facilement perçu.*

*Les jeux de stratégie en temps réel et qui sont devenus populaires ces dernières années (Dune II, Command & Conquer, War Craft) en donnent un bon exemple : ils mettent en scène deux "tribus" ou deux "races" en compétition qui établissent des colonies et des bases d'opération ayant des ressources limitées, avec comme objectif de conquérir le territoire de l'adversaire. »*

L'impact éducationnel de ces jeux « populaires » est prévisible : le joueur met en pratique un comportement « rationnel », au sens de la théorie des jeux, c'est-à-dire un égoïsme absolu. Les individus formés par l'intelligence artificielle sont ensuite des sujets d'étude parfaits pour la théorie des jeux appliquée au comportement économique, puisqu'en toute probabilité, ils se comporteront de façon « rationnelle ».

Ainsi, les deux aspects vont ensemble. Mais ne manque-t-il pas quelque chose ? En effet, la liberté humaine. C'est ce qui est toujours exclu de la « carte modèle » de von Neumann. ■

### Notes

1. J'aimerais faire un bref commentaire sur le livre d'Alan Turing *On Computable Numbers* (Sur les nombres calculables, 1936), souvent cité comme l'élaboration du concept de « machine universelle ».

Il s'agit d'un texte théorique. Si nous prouvons que les trois opérations « aller un pas à l'ouest », « aller un pas au nord » et « aller un pas au sud », permettent à quelqu'un d'atteindre tout point de la surface de la Terre, à partir de n'importe quel point donné, cela ne signifie pas pour autant que je sois l'inventeur d'un système universel de transport. De même, Alan Turing n'est pas l'inventeur de l'ordinateur. Les machines utilisées pour déchiffrer le code Enigma de l'Allemagne au laboratoire de cryptographie de Bletchley Park pendant la guerre, n'étaient pas non plus des calculateurs universels et n'étaient pas même programmables sans câblage.

2. Le fait que la vérité ne fasse aucune différence pour les résultats de la théorie des jeux dans cet exemple juridique, correspond à l'axiome (erroné) en économie selon lequel la réalité économique n'a rien à voir avec la réalité physique. Les marchés d'aujourd'hui dominés par les affaires financières et la spéculation opèrent pourtant comme si c'était le cas.

3. Tobias Thelen, *Game Theory*, Universität Osnabrueck, 1998.