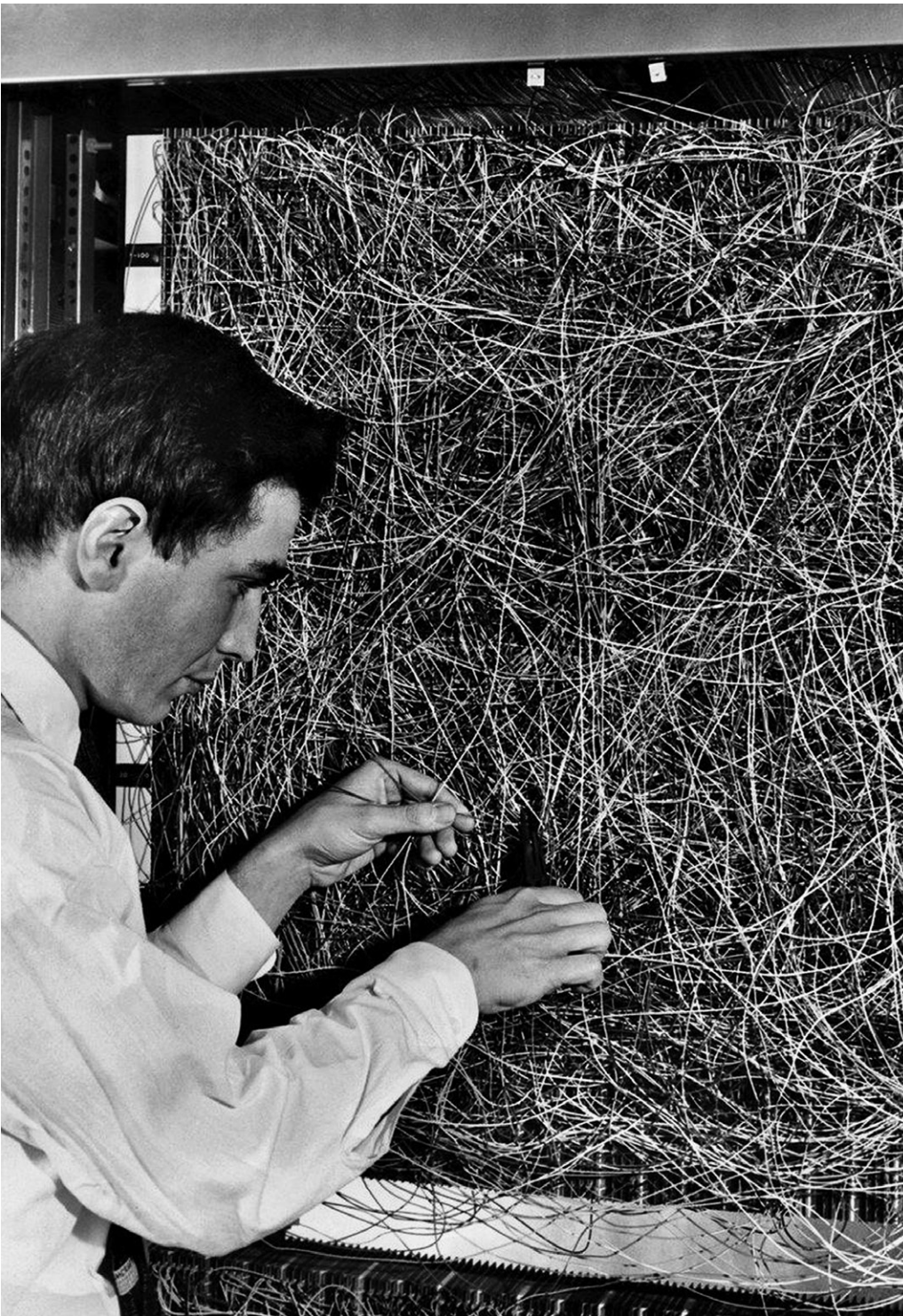


Corrélations, les intelligences simulées

La généralisation d'un univers computationnel fondé sur la traduction de l'ensemble de nos sources d'informations et de connaissances en un stock infini de données aura imposé de la conception de nouvelles infrastructures quant à l'optimisation de leur stockage et des conditions de leur gestion. La constitution de vastes *datacenters*, la configuration d'un considérable réseau de canaux de transferts, a imposé la définition de nouveaux modèles algorithmiques du traitement des données selon des fonctionnalités de profilages et d'analyse avancée entièrement organisées par des applications d'intelligence artificielle et des programmes d'apprentissage automatique (*machine learning*).

Aux premiers systèmes experts, aux logiciels d'aides au diagnostic, a succédé une myriade d'applications greffées par centaines sur l'ensemble des technologies qui encadrent les activités humaines. Ces intelligences artificielles faibles (*weak AI*), que l'on distinguera des modèles d'intelligences artificielles développant des capacités génériques, se sont multipliées à l'infini, dissimulées dans nos instruments et nos appareils ou dicibles et évidentes dans notre quotidien comme aujourd'hui avec des assistants personnels du type



↑ Fig. 1 – Un ingénieur du Cornell Aeronautical Laboratory travaillant sur le réseau de neurones artificiels Perceptron développé par Frank Rosenblatt, Buffalo, Buffalo, circa 1960.

Cortana ou Siri. L'ensemble de ces filtres organise aussi bien l'optimisation de multiples services que le contrôle social et politique, l'espace-temps de nos quotidiens, notre domaine cognitif et notre relation sensible à l'altérité et à l'environnement. S'impose alors l'idée d'une intelligence artificielle extensive, qui après l'âge de la machine et de l'automation, celui des médias et du contrôle des images, pourrait s'immiscer dans tous nos domaines d'activité et suppléer à toute décision humaine. L'ensemble des interrogations qui avaient accompagné le développement historique de l'informatique dans l'après-guerre semblent ressurgir, celles des interactions entre l'homme et la machine de la robotique, tout aussi bien que les questions touchant le contrôle ou les possibles extensions des capacités cognitives. La perspective d'une domination algorithmique globale, forme contemporaine du HAL 9000 de Stanley Kubrick, réapparaît dans nombre de discours et de publications¹, au gré des applications industrielles et militaires et au travers des programmes d'intelligences artificielles, objet d'investissement massif des GAFAM². L'opposition entre la spécificité des capacités cognitives de l'homme, les potentialités du cerveau, et l'idée d'une mécanisation de la pensée n'a pourtant rien de nouveau et trouve son origine aux sources d'une compréhension philosophique de la rationalité, de l'opposition historique de la raison et de l'intuition. L'avènement d'une nouvelle pensée des automates, non plus attachée simplement aux procédures mécaniques, mais centrée sur des processus logiques trouve son origine dans l'élaboration des premières machines à calculer, Pascal et Leibniz posant les prémisses d'une ordination du calcul, d'un ordre computationnel. Avant d'être une machine, un instrument mécanique, qui dans son histoire est liée au développement industriel et par extension à une idéologie de la technique, l'ordinateur se définit tout d'abord selon une construction logique, une formalisation abstraite ordonnée par les principes de l'inférence inductive, inférence dont on pourrait tracer les figures historiques d'Aristote jusqu'aux moteurs d'inférences ayant animés jusqu'à nos jours l'ensemble des programmes informatiques.

On pourrait ainsi retracer une histoire parallèle de ces formes d'organisations, bases formelles

¹ On citera entre autres Pedro Domingos, *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*, Londres, Penguins books, 2015 et David Weinberger, *Too Big to Know: Rethinking Knowledge Now That the Facts Aren't the Facts, Experts Are Everywhere, and the Smartest Person in the Room Is the Room*, New York, Basic Books, 2012.

² Outre Google AI et Google Brain, Google développe TensorFlow, une plateforme *open source* de *machine learning* et Google DeepMind qui sous la direction de Demis Hassabis combine les recherches sur le *deep learning* et les neurosciences. Facebook développe FAIR sous la direction de Yann Le Cun, un ensemble de laboratoires ayant développé l'outil de classification Fasttext. Outre Alexa, l'interface d'assistance domestique, Amazon crée Flywheel pour optimiser l'ensemble de son circuit de distribution. Apple, après la conception de Siri, l'assistant intelligent coordonnant sa ligne d'appareils, déploie Overton, un programme d'assistance à la construction d'applications en *deep learning* alors que Microsoft conforte l'ensemble de sa plateforme Python.

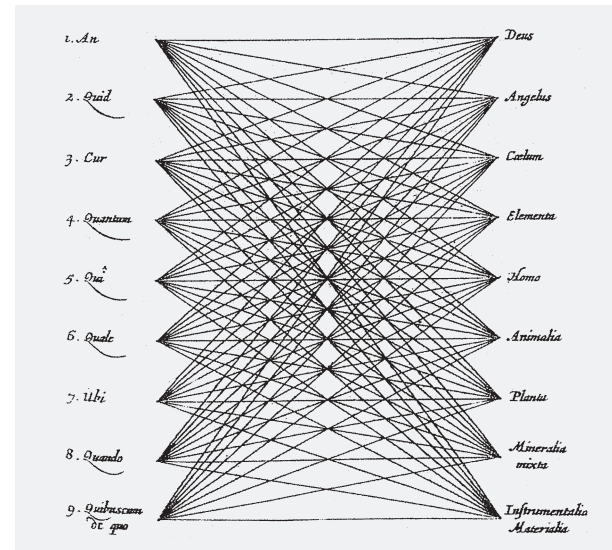


Fig. 2 - Athanasius Kircher, schéma universel servant à poser des questions sur tous les sujets possibles, *Ars magna sciendi*, *Opus Magnum*, Amsterdam, Johann Jansson van Waesberghe/Elizeus Weyerstrae, 1669.

de l'*intelligere*, capacité synthétique à discriminer, à classer, structuration qui depuis Aristote avait pris la forme de l'inférence logique, dualisme de la déduction et de l'induction transcrite par Porphyre avec la *scala predicamentalis* en une classification catégorielle du savoir. L'*Ars Magna* (1270) de Raymond Lulle et l'ordonnement de la connaissance sous la forme d'un arbre (*Arbor scientiæ*) a constitué un modèle d'organisation transcrit en de multiples gravures dans les ouvrages de Gregor Reisch (*Margarita Philosophica*, 1504), de Pierre de la Ramée (*Professio Regia*, 1576), d'Athanasius Kircher^{fig.2} (*Ars Magna Sciendi*, 1669) dont les premiers diagrammes combinatoires ont influencé profondément Gottfried Wilhelm Leibniz. Les arbres de classifications ont formalisé ainsi toutes les disciplines scientifiques, de l'*Encyclopédie* de Diderot & d'Alembert (1752) aux vastes classifications des espèces de Jean-Baptiste de Lamarck (1815) à Charles Darwin (1859)³. Si l'arbre reste un modèle opératif tout au long du XIX^e et du XX^e siècle, les développements de la logique ont introduit d'autres formes d'organisation au travers des idéographies de Gottlob Frege (*Begriffsschrift*, 1879) ou de Rudolf Carnap (*Notes on Frege's Begriffsschrift seminar*, 1910-1914). C'est bien cette formalisation de la logique qui a nourri les échanges entre Rudolf Carnap et Kurt Gödel, affirmation d'un théorème d'incomplétude qui a ouvert la voie à une arithmétisation de la logique soit, la numération

³ « Les arbres (pour Darwin) ont fourni un cadre commun, cohérent mathématiquement et ouvert à un traitement statistique reliant bien au-delà de l'argumentation formelle, l'anatomie, la paléontologie, la biogéographie à la théorie de l'évolution selon la logique d'un développement comparé. » Mark A. Ragan, « Trees and Networks Before and After Darwin », *Biology Direct*, vol. 4, N° 43, 2009, p. 27.

4

« Le but de ce traité est d'étudier les lois fondamentales des opérations de l'esprit par lesquelles s'effectue le raisonnement ; de les exprimer dans le langage symbolique d'un calcul, puis, sur un tel fondement, d'établir la science de la logique et de constituer sa méthode ; de faire de cette méthode elle-même la base d'une méthode générale qu'on puisse appliquer à la théorie mathématique des probabilités. » George Boole, *An Investigation of the Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, New York, MacMillan & Co, 1854, p.1.

5

Alan Turing, « On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs Problem », *Proceedings of the London Mathematical Society*, 2, vol. 42, N°1937, p. 232.

6

Jean Lassègue, « L'actualité de Turing : l'inférence dans la pensée, le calcul et les formes biologiques », *Séminaire de Philosophie et Mathématiques*, fascicule 2, « L'actualité de Turing », 1996, p. 20.

7

Alan Turing, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind*, N°59, 1950, p. 433-460.

de l'inférence dans un système formel, définition de la notion d'algorithme qui a formalisé par ce rapprochement entre dérivabilité et calculabilité la notion contemporaine de computation. L'idée d'une mécanisation de la pensée échappe même à la notion physique de la machine, processus purement abstrait imaginé par Alan Turing qui n'est qu'un modèle de calcul confondu avec celui de l'exécution d'un algorithme (*Machine de Turing*, 1936). L'algébrisation de la logique en un système symbolique binaire par George Boole a constitué le socle de toute formalisation computationnelle jusqu'à aujourd'hui. Boole imaginait déjà que l'inférence statistique et le calcul des probabilités définiraient les lois d'un modèle, d'une modélisation des lois de la pensée⁴, une idée qui articulera la démarche de Turing.

« Si une machine imprime deux types de symboles, dont le premier type (appelé chiffres) est entièrement composé de 0 et 1 (les autres étant appelés symboles du deuxième type), alors la machine sera appelée une machine informatique⁵. »

La métaphore de la machine est chez Turing porteuse d'ambiguïté, machine *in abstracto* qui est d'abord un objet mathématique où la forme universelle de l'intelligence est ramenée à l'inférence computationnelle, une « intelligence » restant indépendante des substrats physiques que ce soit un support biologique (cerveau) ou mécanique (ordinateur).

« Turing a précisé ce qu'il fallait entendre par « mécanique » dans le rapport d'inférence, il a intégré cette idée à un corpus scientifique extrêmement large, allant de la calculabilité des nombres réels à des questions proprement logiques touchant la nature de la déductibilité dans les systèmes formels, mais aussi à la théorie des jeux et à des modèles informatiques de processus chimiques à l'œuvre dans la morphogenèse⁶. »

La machine est un modèle, elle est même un modèle de modèles au sens où Turing affirme avec le « jeu de l'imitation » qu'elle est capable de reproduire et de simuler tout autre dispositif logique, de simuler le comportement humain, de simuler la faculté de simulation⁷, machine dotée tout à la fois d'une mémoire et d'une primitive capacité d'apprentissage. La création d'un « automate à états finis » sera



Fig. 3 – Nathan Juran, Le cerveau de la planète Arous, 1957.

8

« Le comportement de certaines machines et certaines réactions d'organismes vivants impliquent une rétroaction continue de l'objectif qui modifie et guide l'objet... Si un ingénieur devait concevoir un robot, à peu près semblable dans son comportement à celui d'un animal ou d'un organisme, il ne tenterait pas actuellement de le fabriquer à partir de protéines et d'autres colloïdes. Il devrait probablement être construit à partir de pièces métalliques, de certains diélectriques et de nombreux tubes à vide. » Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener, Julian Bigelow, « Behaviour, Purpose and Teleology », *Philosophy of Science*, N°10, 1943, p. 19-20.

9

On mentionnera l'ouvrage seminal de Claude E. Shannon et Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Champaign, The University of Illinois Press, 1949 et celui de Norbert Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Hoboken, John Wiley & Sons Inc., 1948.

la préoccupation de nombre de mathématiciens dont Norbert Wiener^{fig.3} qui initiera avec le physiologue Arturo Rosenblueth la notion de *feedback*, de rétroaction pour tout système ou programme gérant un système de données ou d'informations (entrée-sortie d'un signal) ouvrant la voie à la modélisation de systèmes interactifs et de contrôle⁸. Le développement de ces recherches sur les réseaux d'information dans les systèmes complexes basés sur des systèmes statistiques trouvera son accomplissement avec le modèle de Shannon et Weaver basé sur une méthode statistique permettant de quantifier le contenu « moyen » en information d'un ensemble de messages. Norbert Wiener imposera alors la notion de cybernétique pour circonscrire l'ensemble de ce champ de recherche⁹. Mais ce sont les conférences Macy initiées par le neurologue Warren McCulloch entre 1942 et 1953 qui réuniront entre autres des mathématiciens et des logiciens (Rudolf Carnap, John von Neumann, Norbert Wiener), des psychologues, psychanalystes et spécialistes des neurosciences (Lorente de Nó, Wolfgang Köhler, Allen Newell, William Grey Walter, William Ross Ashby), des linguistes (Roman Jakobson, Noam Chomsky) ainsi que des anthropologues et sociologues (Talcott Parsons, Margaret Mead, Gregory Bateson), des théoriciens des systèmes, de l'information (Heinz von Foerster, Claude Shannon) débattant aussi bien des sciences cognitives,

10

On peut se référer aux transcriptions de ces conférences: Claude Pias, *Cybernetics, the MACY Conferences 1946-1953*, 2016, ainsi qu'aux deux ouvrages de référence: Steve Joshua Heims, *The Cybernetics Group*, Cambridge (MA), The MIT Press, 1991 et Jean-Pierre Dupuy, *Aux origines des sciences cognitives*, Paris, Éditions La Découverte, 1994.

11

Phil Husbands et Owen Holland, « The Ratio Club: A Hub of British Cybernetics », Phil Husbands et Owen Holland, Michael Wheeler (dir.), *The Mechanical Mind in History*, Cambridge (MA), The MIT Press, 2008.

des neurosciences et du fonctionnement du cerveau que des sciences de l'information, systèmes auto-régulés qui constitueront le socle d'une large réflexion sur le fonctionnement de l'esprit¹⁰. Parallèlement un courant cybernétique anglais, le Ratio Club¹¹ se forma dès (1949) autour du neurologue John Bates. Il rassemblait entre autres Alan Turing, Kenneth Craik, Conrad Hal Waddington, Oliver Selfridge, Warren McCulloch, William Ross Ashby, et William Grey Walter. Le Ratio Club s'attachait aux théories de l'information, à la reconnaissance de formes (*pattern recognition*), à la classification et aux prémices de la computation avec la conception de ACE (*Automatic Computing Engine*), prototype même de l'ordinateur qui devait simuler les fonctions du cerveau. La question centrale des rapports de l'homme et de la machine, d'une simulation des fonctions cognitives par W. Ross Ashby (auteur de *Design for a Brain: The Origin of Adaptive Behavior*, 1952) trouvera un accomplissement avec l'invention de l'*Homéostat* (1946-1947). Un automate doué de la capacité de faire des inférences inductives en ayant des stratégies aléatoires et s'adaptant comme un organisme vivant aux modifications du contexte. William Grey Walter qui publiera *The Living Brain* (1953), sera par ailleurs le concepteur des fameuses *Tortues de Bristol* (1947), premiers robots électroniques autonomes. Ces automates, forme primaire d'une intelligence artificielle donneront lieu à un intense mouvement de recherche générant à sa suite un véritable zoo cybernétique, avec entre autres, la mite *Palomilla* (1949) de Norbert Wiener, le renard *Miso* (1951) d'Albert Ducrocq, la souris du *Theseus Maze* (1952) de Claude Shannon, l'*Adaptive Reorganizing Automaton* (1958) de Heinz von Foerster, le chien *Cyber* (1958) d'Anne H. Bruinsma, la tortue *Logo* (1969) de Marvin Minsky et Seymour Papert et pour finir des gerbilles, petits rongeurs se confrontant à une construction robotisée au sein de l'installation *SEEK* (1970) de Nicholas Negroponte au MIT.

La corrélation entre inférence inductive et statistique trouvera sa pleine expression dans la théorie des jeux, qui s'attache, telle que définie par Ernst Zermelo, le fondateur de la théorie des ensembles, aux interactions stratégiques entre agents (donnant l'exemple des échecs comme un jeu à somme nulle). Elle trouvera son accomplissement logique

avec le célèbre théorème de John von Neumann, l'algorithme du *Minimax* (1926), un classificateur assurant une valeur aux coups et minimisant les pertes. Tous les jeux combinatoires fascineront les mathématiciens et les pionniers du calcul programmable préfigurant l'informatique. Charles Babbage, l'inventeur de la *Machine analytique* (1834) qui imagina programmer un jeu de tic-tac-toe, Leonardo Torres Quevedo et son automate électromécanique *El Ajedrecista* (1912) ont anticipé la mise en scène d'une compétition entre intelligence humaine et intelligence artificielle. Les méthodes algorithmiques combinatoires vont alors rapidement évoluer, des arbres de décision aux chaînes de Markov, de l'inférence bayésienne à la *Méthode de Monte-Carlo* de Stanislaw Ulam jusqu'aux réseaux neuronaux.

Le *Turochamp* (1948) d'Alan Turing et David G. Champernowne, simple système heuristique de règles théoriques, le *Plankalkül* (1942-1946) de Konrad Zuse ou l'automate primitif de Claude Shannon — qui publient simultanément en 1949 *Programming a Computer for Playing Chess* —, définissent des routines informatiques et feront des jeux combinatoires le champ privilégié d'une démonstration des capacités de calcul des ordinateurs. Arthur Samuel, Allen Newell, Herbert Simon et John McCarthy développent eux aussi des programmes de jeu de dames ou d'échecs jusqu'à l'organisation de compétitions entre homme et machine avec le supercalculateur *Deep Thought* (1985) échouant à battre Garry Kasparov en 1989 mais qui, évoluant en *Deep Blue*, le vaincra en 1996, confortant l'image fantasmagique d'une intelligence computationnelle supérieure à l'humain. Le fait qu'Arthur Samuel soit le concepteur historique d'un programme d'apprentissage machine, que John McCarthy, créateur du langage LISP, ait créé l'algorithme d'optimisation du minimax Alpha-beta (programme d'élagage des « trees », 1955) décisif pour l'intelligence artificielle ou qu'Allen Newell et Herbert Simon aient conçu avec *Logic Theorist* (1955), le premier programme d'intelligence artificielle susceptible de simuler le raisonnement humain, définit la cohérence et la spécificité d'un champ de recherche entièrement assujéti à une approche purement logique de la simulation et de la cognition. Tous seront présents à la conférence de Dartmouth (1956) organisée par Marvin Minsky et John McCarthy,

12

W. Ross Ashby, *Symposium on the Mechanization of Thought Processes*, Teddington, November 1958, Richmond, Her Majesty's Stationery Office, 1959.

rejoints entre autres par Claude Shannon, Julian Bigelow, John Holland, Oliver Selfridge, Ray Solomonoff, Donald MacCrimmon MacKay, etc.

Cet événement fondateur donnera naissance au concept d'intelligence artificielle arrétant des thématiques ouvertement tournées vers le développement de l'informatique, des automates, du traitement des langages naturels et du code, ainsi que des réseaux neuronaux. Mais c'est sans doute la conférence de Teddington (1958), *La mécanisation des processus de pensée*¹², qui marquera une forme de rupture entre les tenants de l'intelligence artificielle symbolique, Marvin Minsky, John McCarthy, Donald MacCrimmon MacKay, Gordon Pask et, d'une certaine manière, les promoteurs d'une compréhension plus ouverte au connexionisme fondée sur une approche des réseaux neuronaux développée par Oliver Selfridge et Frank Rosenblatt. Le premier modèle d'un réseau neuronal artificiel avait été présenté par Warren McCulloch et Walter Pitts^{fig.4} au symposium Hixon en 1948, un neurone axiomatisé conçu comme un calculateur basé sur la logique booléenne. Le cerveau est alors considéré comme un réseau idéalisé de neurones formels.

« Le système nerveux dans son ensemble est ordonné et opéré selon des principes statistiques. Il ajuste ainsi les lois du « tout ou rien » régissant ces éléments à un monde physique de variation continue¹³. »

Mais c'est Frank Rosenblatt qui définira dès 1961 un réseau neuronal basé sur la physiologie de l'œil, un réseau neuronal opératif susceptible de reconnaître des formes et développé sur le puissant ordinateur Ferranti Mark 1, anticipant d'une certaine manière les réseaux de neurones multicouches qui nous sont aujourd'hui familiers. Au-delà de l'intelligence artificielle symbolique que John Haugeland nommera GOFAI (*Good All-Fashioned Artificial Intelligence*) et qui au travers de systèmes experts, cherchait à reproduire le fonctionnement cognitif de l'intelligence humaine, le perceptron s'est affirmé comme un modèle abstrait, un modèle connexionniste simulant le fonctionnement du cerveau, susceptible non seulement de percevoir les formes (*patterns*) mais aussi d'en garder la mémoire pour établir une capacité d'apprentissage (*learning*).

13

Warren S. McCulloch, Walter H. Pitts, « The Statistical Organization of Nervous Activity », *Biometrics*, vol. 4, N° 2, juin 1948, p. 98.

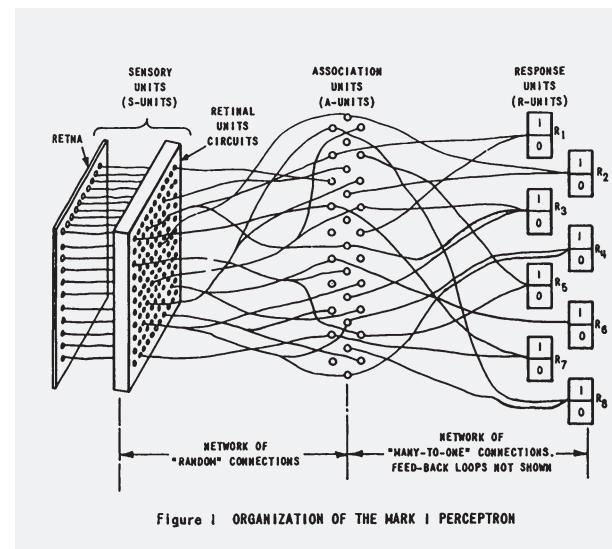


Figure 1 ORGANIZATION OF THE MARK I PERCEPTRON

Fig. 4 - Frank Rosenblatt, diagramme de l'organisation du Perceptron I. *Mark I Perceptron Operators Manual*, Cornell Aeronautical Laboratory, Buffalo, 1960.

14

Frank Rosenblatt, *Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*, Cornell Aeronautical Laboratory Inc., 1961, p. 574.

15

Marvin L. Minsky, Seymour A. Papert, *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*, Cambridge (MA), The MIT Press, 1969, p. 239-240.

« Plutôt que d'essayer d'inventer ou de construire une machine qui calculera des choses comme des similitudes ou des propriétés géométriques, des stimuli, l'approche a été de commencer par un réseau hypothétique de neurones idéalisés, ou cellules nerveuses, ressemblant au cerveau dans son organisation générale, puis d'analyser mathématiquement le système pour déterminer s'il possède ou non des propriétés psychologiques d'intérêt¹⁴. »

En 1969, Marvin Minsky qui avait lui-même développé un réseau neuronal artificiel sur un modèle symboliste (SNARC, 1951), publia, avec Seymour Papert, un ouvrage intitulé *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry* mettant à mal le modèle de Rosenblatt le définissant comme limitatif pour promouvoir le « rôle crucial de l'heuristique¹⁵ » et récusant une modélisation par trop formelle. Une position d'autorité qui de la part d'un haut responsable du MIT eu pour effet de suspendre les budgets de recherche de Frank Rosenblatt, et pour conséquence de mettre en sommeil des modèles qui avaient anticipé les architectures parallèles (*multi-layered perceptrons and parallel computing*) et d'une certaine manière les modèles d'apprentissage profond (*deep learning*).

La cybernétique est tout d'abord une science des systèmes, une science du contrôle et de l'information qui s'est prioritairement attachée à la modélisation d'une machine abstraite de transfert

d'informations uniquement définie par un système d'entrée-sortie (*input-output*) en une boîte noire tel que l'avait définie W. Ross Ashby, mais qui d'autre part a induit une porosité entre artificiel et vivant, définissant par là même l'ordre d'une nouvelle ontologie de la relation.

« La théorie de la boîte noire est simplement l'étude des relations entre l'expérimentateur et son environnement. Une étude du monde réel devient alors l'étude des transducteurs¹⁶. »

L'algorithme d'apprentissage du perceptron introduit une boucle d'apprentissage, une boucle de rétroaction (*feedback loop*) qui adapte les paramètres de contrôle, et induit un renforcement des liens entre les neurones opérationnels. Ces boucles de rétroaction sont définies comme négatives (*negative feedback loops*) si le système s'adapte progressivement et s'ajuste à son environnement et permettent donc une régulation, ce qui constituait l'objectif-primordial de la cybernétique de premier ordre (représentée par Norbert Wiener, W. Ross Ashby, W. Grey Walter, etc.) qui s'attachait à une indépendance des systèmes. Les boucles de rétroaction sont positives (*positive feedback loops*), si elles se développent hors de contrôle et déstabilisent le système, systèmes qui selon la cybernétique de second ordre pourraient favoriser l'émergence de nouvelles structures; une position défendue par des auteurs comme Heinz von Foerster, Gordon Pask et Ernst von Glasersfeld, qui prônaient une application récursive de la cybernétique sur elle-même. Gordon Pask, tout à la fois psychologue et pionnier de la cybernétique, mettra en scène des installations comme *Eukrates* (1961) établissant des jeux d'interactions entre l'homme et la machine ou des dispositifs de rétroaction stabilisent les interrelations et établissent des systèmes assistés de contrôleurs auto-organisés. *Colloquy of Mobiles* (1968) mettra en scène un dispositif favorisant l'interaction entre les spectateurs et des mobiles intelligents.

« Il est possible de construire un modèle statistique d'un morceau arbitraire et abstrait du cortex et de tester son comportement par rapport à une prédiction fondée sur des expériences... il simule un contrôleur, il agit comme un contrôleur semblable au cerveau¹⁷. »

La définition d'un cerveau abstrait, adaptatif, d'un cerveau cybernétique, pourrait établir

16

W. Ross Ashby, *An Introduction to Cybernetics*, Londres, Chapman & Hall LTD, 1956, p.110.

17

Gordon Pask, *An Approach to Cybernetics*, Londres, Hutchinson & Co, 1961, p.80.

18

Andrew Pickering, *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago, The University of Chicago Press, 2010, p.387.

19

Andrew Blauvelt, *Hippie Modernism: The Struggle for Utopia*, Walker Art Center, 2015. John Markoff, *What the Dormouse Said. How the Sixties Counterculture Shaped the Personal Computer Industry*, Londres, Penguins Book, 2005. Fred Turner, *Aux sources de l'utopie numérique. De la contre culture à la cyberculture*, Stewart Brand, un homme d'influence, Caen, C&F Editions, 2012. Mathieu Triclot, « Cybertrance Devices: Countercultures of the Cybernetic Man-Machine », *SubStance*, vol.47, N°3, 2018, p.70-92.

ce que Andrew Pickering nommera une ontologie non moderne, une ontologie en devenir, soumise à la mutation permanente des champs d'interrelations.

« Le Cerveau performatif est nécessairement un cerveau relationnel qui répond à son contexte, y compris les technologies du soi qui peuvent évoluer et qui répondent à de nouvelles performances... Les modèles cybernétiques du cerveau et les compréhensions du soi pointent immédiatement vers un décentrement de l'esprit et du soi¹⁸. »

Il rendra manifeste ce moment historique d'un avènement de la cybernétique, d'un ordre computationnel qui réorganise le domaine cognitif et le champ d'une expérience personnelle de l'homéostasie qui selon lui, se manifeste avec la publication de l'ouvrage *Les Portes de la perception* (1954) d'Aldous Huxley, mais aussi par la création de la *Dream Machine* (1960) de Brion Gysin, fortement influencé tout comme William Burroughs par les expériences de W. Grey Walter sur les effets psychiques de la lumière stroboscopique. Nombre de publications¹⁹ font aujourd'hui le lien entre les expériences développées par la DARPA sur les drogues, le LSD (programme ECM, d'état modifié de la conscience auquel ont participé aussi bien Timothy Leary, qu'Allen Ginsberg ou John Lilly), et les effets sur la culture psychédélique associant dans l'imaginaire cybernétique, technologies et expériences de soi. De multiples recherches dans l'art et l'architecture radicale multiplieront les installations ou les dispositifs se référant à la notion dynamique du « feedback » comme la *Knowledge Box* (1962) de Ken Isaacs, les interventions de Jud Yalkut (collectif USCO, 1966), le *Movie-Drome* (1968) de Stan Vanderbeek, la *Black TV* (1968) d'Aldo Tambellini développant toute la notion d'un « *expanded mind* ». *Expanded Mind* (1967) est d'ailleurs le titre d'une œuvre des architectes Haus-Rucker-Co, l'une des multiples créations où les casques s'imposaient comme les outils d'une extension cognitive, le *Soul Flipper* (1969) de Coop Himmelb(l)au, le *TV-Helmet* (1967) ou la *Small Room* (1967) de Walter Pichler, *Immersion* (1967-1970) d'Ugo la Pietra, le *Mask with Mirrors* (1967) de Lygia Clark, le *Helmet No. 3* (1968) de Stelarc. Mais c'est sans doute l'œuvre d'Alvin Lucier, *Music for Solo Performer* (1965) qui intégra avec le plus d'efficacité la réalité du « feedback », les ondes Alpha captées par son

casque d'encéphalographie étant retraitées en boucle par un ordinateur lors d'un concert sans instruments. L'expansion de l'esprit intensifiée par des performances sous LSD trouvera une dimension publique au travers des expériences comme *Infinity Projector* (1966) de Richard Aldcroft qui fit en son temps la couverture du magazine *Life* (1966), ou par les recherches du neurophysiologue John Lilly qui, après ses investigations en laboratoire sur la cognition des dauphins, multiplia les expériences sous psychotropes dans des caissons d'isolation sensorielle, expériences qu'il relatera dans son livre *Programming and Metaprogramming in the Human Biocomputer: Theory and Experiments* (1972).

Alors que l'intelligence artificielle semble s'imposer comme un nouveau phénomène de société, s'immisçant au sein de l'ensemble de nos dispositifs, de nos technologies; changeant la nature de nos économies, la nature de nos représentations politiques, l'équilibre des tissus sociaux aussi bien que la structure de nos facultés cognitives, il semble que l'ensemble des débats, des problématiques, des inquiétudes apparues avec l'émergence du mouvement cybernétique s'imposent à nouveau. L'intelligence artificielle n'est pas un fait nouveau, et les expressions idiomatiques anglo-saxonnes, *deep learning*^{fig.5}, *machine learning*, *pattern language*, qui semblent être les marqueurs d'un nouvel

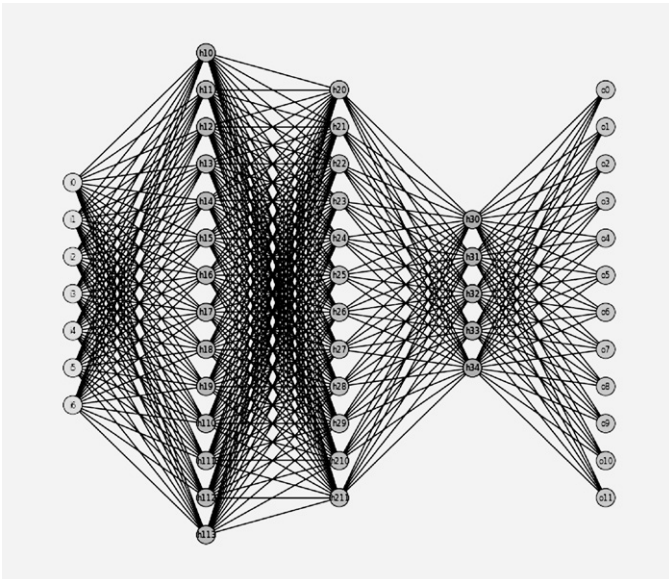


Fig.5 – Réseau de neurones artificiels convolutifs.

état d'un pan-computationalisme, masquent l'histoire parfaitement établie du déploiement de l'inférence logique, de l'inférence statistique bayésienne qui définit encore les principes de classification et organisent les méthodes d'apprentissage comme systèmes de modélisation des données, un apprentissage profond autorisé par les capacités massives de traitement des ordinateurs. La mutation la plus intéressante semble résider dans l'apport d'un noyau de convolution qui traite en permanence le point de correspondance entre des milliers de formes pour définir l'identité possible d'un motif, d'une figure :

« Bien que le rôle de la couche de convolution soit de détecter les conjonctions locales de caractéristiques de la couche précédente, le rôle de la couche de mise en commun (*pooling*) est de fusionner des caractéristiques sémantiquement similaires en une seule²⁰. »

20

Yann Le Cun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton, « Deep Learning », *Nature*, vol. 521, mai 2015, p. 439. On mentionnera l'article fondateur: Yann le Cun, Françoise Fogelman-Soulié, « Modèles connexionnistes de l'apprentissage », *Intellectica*, Apprentissage et machine, N° 2-3, 1987, p. 114-143.

Ainsi se définit le modèle qui aujourd'hui semble partagé par tous les programmes d'identification de formes, aussi bien médicaux, industriels, que les programmes de reconnaissance faciale établis comme un nouveau système de contrôle en temps réel. Des outils numériques similaires (Python, MATLAB, TensorFlow, etc.) sont aujourd'hui utilisés par un grand nombre d'artistes travaillant à partir de banques de données, visuelles, sonores, et graphiques pour initier de nouveaux vocabulaires de formes sur des bases génératives. Après la totale digitalisation de l'ensemble de ce qui constituait le domaine de l'information vers celui d'infinis stocks de données, l'enjeu semble bien porter sur les conditions de traitement, le mode d'organisation et l'usage des algorithmes de classification. Construire une perspective critique et définir les conditions politiques et sociales des usages discriminants de l'apprentissage machine, c'est revendiquer un accès libre et ouvert aux outils technologiques et aux réseaux qui les animent et organiser d'autres méthodologies quant à la formalisation des modèles. L'enjeu ne peut plus simplement tenir à la revendication politique d'un accès ou à celle d'une économie sociale des usages mais doit s'ouvrir à une réappropriation de l'ensemble des dispositifs et des outils de production qui instruisent l'économie symbolique mais aussi financière du « *big data* », soit une capacité à intervenir et à diversifier les modes d'acquisition

21

« Les approches par systèmes multi-agents entendent procéder aujourd'hui du bas vers le haut et non du haut vers le bas, elles s'engagent donc ontologiquement en faveur de systèmes cibles locaux et individuels », Franck Varenne, « Complexité et portée des modèles : modèles globaux, modèles locaux », Yves Charles Zarka (sous la dir.), *Pour un monde habitable. La Terre-Sol. Le monde émergent*, Malakoff, Armand Colin, 2014, p. 187.

22

John Woods, *Errors of Reasoning. Naturalizing the Logic of Inference*, College Publications, 2013.
Lorenzo Magnani, « The Urgent Need of a Naturalized Logic », *Philosophies*, vol. 3, N° 44, 2018.

23

Jean Petitot, « Phénoménologie naturalisée et morphodynamique : la fonction cognitive du synthétique a priori », *Intellectica*, 1993, vol. 2, N° 17, p. 80. On mentionnera par ailleurs l'ouvrage : Jean Petitot, Francisco J. Varela, Bernard Pachoud, Jean-Michel Roy, *Naturaliser la phénoménologie. Essai sur la phénoménologie contemporaine et les sciences cognitives*, Paris, CNRS Éditions, 2002.

24

Les laboratoires des unités de recherche de NeuroSpin ont radicalement changé la cartographie de l'anatomie du cerveau à des échelles sans précédent. Denis le Bihan, *Le cerveau de cristal. Ce que nous révèle la neuro-imagerie*, Paris, Odile Jacob, 2012.

et de structuration des données (*datasets*). Il s'agit de définir des alternatives aux méthodes de correction (*reinforcement*), de profiler les filtres permettant leurs classifications afin d'étendre et d'enrichir l'accès à ces matrices qui doivent s'ouvrir à des emplois et à des usages plus partagés. Le cadre défini par la cybernétique semble plus que jamais récurrent avec l'affirmation de modèles multi-agents, partant « du bas vers le haut », prônant une intelligence artificielle distribuée mais aussi une possible capacité générique, une fonction d'émergence que ce soit dans le domaine des simulations sociales à agents comme le propose Franck Varenne²¹ ou plus directement si l'on suit les textes de John Woods ou de Lorenzo Magnani²², aux sources d'une construction logique en revalorisant la notion d'abduction. Entre phénoménologie, structuralisme, et cybernétique, la notion d'une naturalisation avait été proposée par Jean Petitot avançant l'idée d'un monisme naturaliste dans ses recherches autour d'une neuro-mathématique de la vision, s'attachant directement aux processus « d'(auto) organisation et d'(auto) régulation effectués à l'échelle neuronale <microscopique> sous-jacente. Cette approche émergentielle est en particulier celle du connexionnisme et de la morphodynamique²³ ». La tension entre le formalisme de l'intelligence artificielle, d'une logique systématique de l'inférence et une approche physiologique du cerveau est aujourd'hui bousculée par des techniques d'imagerie sans précédent²⁴. Des projets comme *Human Brain* qui poursuivent la construction d'un cerveau synthétique et la simulation d'un cerveau humain grâce à un supercalculateur, ou le *Human Connectome Project* qui se propose de compiler l'ensemble des données neuronales, s'inscrivent dans cette démarche. On peut s'interroger sur ces domaines exogènes de la simulation et sur ces ontologies disparates. Ces intelligences artificielles ou ces artefactualités de l'intelligence nous ont de toute manière impliqués au cœur d'un nouveau paradigme, celui défini par la logique et les morphologies de la convolution, des « convolutions » qui bousculent tous les discours identitaires, qu'ils soient positivistes ou critiques sur la technique, sur l'image ou sur les principes d'un usage de l'algorithmique et du statut du nombre. Sans doute faut-il, face aux systèmes simulateurs, à l'unilatéralité de l'inférence statistique, retrouver la dynamique inférentielle de l'expérience

25

Charles Sanders Peirce, « Collected Papers », *Science and Philosophy*, vol. 7, Arthur W. Burks éditeur, Harvard University Press, 1958, p. 59.

abductive, ou tout du moins réfléchir à la tension critique entretenue par les courants philosophiques entre intuition et abduction. S'emparer des domaines intermédiaires, des correspondances et des corrélations locales entre les données c'est ce que peuvent proposer des artistes, des créateurs, des ingénieurs, des penseurs pour ouvrir à des alternatives, à d'autres dynamiques sociales et politiques face à l'objectivisme des modèles.

« La logique ne s'engage pas à vous informer du type d'expériences que vous devez faire afin de déterminer au mieux l'accélération de la gravité ou la valeur de l'Ohm ; mais elle vous dira comment procéder pour former un plan d'expériences et d'expérimentation²⁵. »