

Petite histoire des machines logiques, fondements d'une meilleure compréhension du monde

Autor(en): **Hartmann, Georges**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue syndicale suisse : organe de l'Union syndicale suisse**

Band (Jahr): **59 (1967)**

Heft 1

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-385430>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

toire est un moyen d'organiser l'utilisation future de notre espace en fonction des besoins essentiels: l'homme a besoin d'air et d'eau purs, de silence et de verdure; il doit pouvoir habiter, circuler, travailler, se reposer de façon que sa vie soit meilleure et plus harmonieuse. L'aménagement de notre sol exige plans et investissements, mais aussi sacrifices. Il est un acte politique, juridique, social, économique, qui concerne chaque citoyen.»

Cette déclaration de foi de la «Voie suisse» à l'Exposition nationale, nos organisations syndicales l'ont faite leur tout au long de leur existence et sauront la faire devenir réalité, avec l'aide de toutes les bonnes volontés qui ne manquent pas dans notre pays.

Petite histoire des machines logiques, fondements d'une meilleure compréhension du monde

Par le Dr *Georges Hartmann*,
chargé de cours à la Faculté de droit et des sciences économiques
et sociales de l'Université de Fribourg

«Mieux explorer, comprendre
et contrôler le monde...

«L'automation permet d'aborder de nombreux problèmes qui ont obsédé l'homme depuis des siècles. Elle crée une nouvelle abondance de biens matériels et de ressources techniques. Elle aide également l'homme à développer davantage son talent et ses capacités afin de mieux explorer, comprendre et contrôler le monde où il vit.» C'est en ces termes prospectifs autant que justifiés qu'était rédigé un petit avertissement aux visiteurs dans l'enceinte de l'Exposition universelle de Bruxelles en 1958. Ce constat prend en effet chaque année plus de signification. L'esprit technique et l'esprit logique des hommes sont à la base des moyens qui ont rendu et rendront toujours plus nécessaire l'emploi judicieux d'ordinateurs électroniques.

Dans un précédent article¹, nous avons décrit brièvement l'histoire des automates «mécaniques» construits depuis l'antiquité à l'époque moderne et destinés à étonner les fidèles des princes de l'Eglise et de l'Etat ou à distraire les cours des seigneurs; nous avons rappelé que le caractère utilitaire des automates n'est apparu que depuis quatre siècles avec la montre mécanique à ressorts et surtout depuis deux

¹ Dr Hartmann, G., Du machinisme aux automates mécaniques et l'imitation de la vie, *Revue syndicale suisse*, N° 5, mai 1966, p. 131 et s.

cents ans avec la machine à vapeur, ce phénomène à la fois technique, économique et social qui a marqué la première phase de la révolution industrielle. La troisième étape est plus récente: elle a été ouverte par trois innovations qui d'ailleurs s'interpénètrent et ont des effets réciproques: la libération de l'énergie atomique, l'automatisation et la recherche spatiale.

L'automatisation, notamment, n'aurait pas vu le jour sans l'accumulation des inventions techniques réalisées au cours des siècles passés mais surtout sans le développement progressif des processus logiques de l'esprit humain. Car l'insuffisance dans les méthodes peut être à long terme, dans certains cas, plus lourde de conséquences que dans les réalisations techniques proprement dites. Or, précisément, *l'automatisation et la recherche opérationnelle de l'époque moderne posent le plus souvent des problèmes qui nécessitent des processus logiques plus qu'ils n'exigent l'application de formules mathématiques.*

On sait que la logique est la science qui enseigne les règles de la pensée, les conditions nécessaires et les procédés employés pour raisonner et acquérir la connaissance. En effet, la logique a préoccupé de tous temps l'esprit et la curiosité des hommes. Certains d'entre eux se sont même hasardés à concevoir des moyens techniques permettant d'aider le raisonnement et de résoudre des problèmes auxquels seule la logique pouvait apporter des solutions. Ces moyens furent des «machines logiques»: non pas des jouets d'ingénieur mais des installations mécaniques puis électriques et électroniques construites spécialement pour faciliter la recherche de solutions à des problèmes de logique formelle (étude abstraite des concepts, des jugements, des raisonnements) par opposition à ceux de logique appliquée (méthode envisageant le contenu des opérations de la pensée et les modifications qu'elles éprouvent lorsqu'on les applique à une catégorie déterminée de phénomènes).

Or, une étude américaine, «Logic Machines and Diagrams», de Martin Gardner (traduite par les éditions Dunod), à laquelle nous empruntons certains éléments de cette rétrospective, nous apprend que ce souci humain de la mécanisation de la logique remonte déjà au XIII^e siècle.

Le théologien franciscain et visionnaire espagnol *Raymond Lulle*, né en 1235 à Palma de Majorque et mort en 1315, semble avoir été le premier à envisager un *dispositif mécanique pour aider le raisonnement*. Sur la montagne désolée du Mont Randa, après de nombreux jours de jeûne et de contemplation, selon la tradition, Raymond Lulle eut une illumination divine dans laquelle lui fut révélé le Grand Art (son fameux *Ars magna* grâce auquel il put confondre les infidèles et établir avec certitude le dogme de la foi). Cet ouvrage consistait dans un *tableau de toutes les idées* à l'aide duquel l'auteur se flattait de fournir des arguments pour tous les sujets, et de résoudre toutes les questions posées sur le plan formel. C'était une sorte de machine

à raisonner ou de mécanique intellectuelle, dont la réputation devait dépasser de loin l'intérêt pratique, selon les remarques du commentateur des «Principes de la philosophie» (1644) de Descartes. Ce dernier lui-même y souligna ce passage: «Je pris garde que... les instructions des sciences... servent plutôt, ...comme l'art de Lulle, à parler sans jugement de celles qu'on ignore, qu'à les apprendre.» Malgré les controverses et les jalousies entre savants ou ordres monastiques, la tentative de Lulle fut cependant la plus ancienne dans l'histoire de la logique formelle pour découvrir des vérités non mathématiques à l'aide de tables de combinaisons multiples établies avec le concours de diagrammes géométriques et de cercles tournants et aussi la première tentative pour employer un dispositif mécanique devant faciliter les opérations d'un système logique. Puis vinrent, sur le plan de l'esprit seulement, les deux grands savants Laplace et Kant.

Dans son «Introduction à la théorie analytique des probabilités»², le mathématicien et astronome *Laplace* (1749–1827) avait dit: «Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux.»

Laplace avait ainsi imaginé un «*cerveau universel*» idéal qui aurait pu théoriquement prédire l'état de l'univers au moment t_2 s'il avait connu les vitesses, les positions et les masses des éléments de l'univers à un instant antérieur t_1 .

Mais dans un passage assez peu connu de sa «Critique de la raison pratique»³, le philosophe *Emmanuel Kant* (1724–1804) avait même déjà appliqué le déterminisme de Laplace bien avant celui-ci et non pas seulement à la matière mais aussi à l'esprit humain. Il avait écrit:

«On peut donc accorder que, s'il était possible pour nous d'avoir de la manière de penser d'un homme, telle qu'elle se montre par des actions internes aussi bien qu'externes, une connaissance assez profonde pour que chacun de ses mobiles, même le moindre, fût connu en même temps que toutes les occasions extérieures qui agissent sur ces derniers, on pourrait calculer la conduite future d'un homme avec autant de certitude qu'une éclipse de lune ou de soleil, et soutenir cependant que l'homme est libre.»

Selon l'astronome britannique *Hoyle*, la matière se créerait de façon continue dans l'univers et compenserait l'effet de l'expansion (dilatation à raison de 200 km par seconde) de l'univers qui garderait ainsi une densité constante tout au long de son histoire: sous l'influence

² Œuvres complètes, vol. VII, Paris 1886, p. VI.

³ Traduit par François Picavet, Paris 1943, p. 105.

d'un champ de force C il apparaîtrait deux atomes d'hydrogène juvénile par mètre cube d'univers chaque milliard d'années. Si l'on admet avec Hoyle que la masse de chaque astre dépend de tout le reste de l'univers, on reconnaît ipso facto que la cybernétique trouve là une application au niveau le plus élevé du mouvement, de l'énergie et de la vie.

Ces deux citations empruntées aux théories déterministes de Laplace et de Kant ainsi que la théorie de Hoyle forment déjà de manière magistrale les fondements de ce que nous appelons aujourd'hui la recherche opérationnelle avec tous ses critères de programmation et ses cheminements basés sur la logique.

Mais, Lord Stanhope fut le premier à utiliser un dispositif pour résoudre des problèmes de logique formelle. L'inventeur de la première *machine logique mécanique* connue, au sens strict du mot, fut en effet un Anglais, à la fois homme d'Etat et savant, le troisième comte *Stanhope (1753-1816)*. Son curieux appareil qu'il appelait «démonstrateur» pouvait être utilisé pour résoudre des syllogismes traditionnels, des syllogismes numériques aussi bien que des problèmes de probabilité.

En plus de sa machine logique il imagina aussi une *calculatrice arithmétique* qui utilisait des roues à engrenages (Musée d'histoire des sciences d'Oxford) de la même manière que les machines à calculer de Schickart, de Pascal, de Leibniz. Le prochain grand pas dans l'histoire des machines logiques fut fait en 1869, quand William Stanley Jevons, économiste et logicien anglais (auteur de la théorie des cycles des taches solaires de dix ans et demi⁴ produisit le premier projet de sa fameuse machine logique, première machine capable de résoudre un problème compliqué plus rapidement qu'on ne peut le faire sans machine.

⁴ Avec une croissance de quatre ans et demi et une décroissance de six ans et demi, les taches solaires, gigantesques protubérances de centaines de milliers de kilomètres de hauteur à la surface de la photosphère, provoquent des tourbillons de particules d'électrons qui entraînent vingt-quatre heures plus tard des perturbations magnétiques dans l'atmosphère terrestre, affolant les boussoles, déclenchant des aurores boréales, des courants telluriques, des tremblements de terre, des éruptions volcaniques, une activité biologique, psychique et sociale particulière des hommes et des animaux, etc. Or, à la suite de Herschell qui lui en a tracé le chemin, W. S. Jevons avait soutenu la thèse de la coïncidence tous les onze ans des taches solaires et de l'activité magnétique du soleil avec les modifications climatiques terrestres, les mauvaises récoltes, la baisse des revenus et du pouvoir d'achat des paysans et par conséquent la diminution des affaires dans certaines activités industrielles étroitement liées à l'activité agricole (machines agricoles, engrais, conserves, textiles, etc.). Cette même thèse a ensuite été défendue par l'Américain Moore (cycle de huit ans-rotation de Vénus) et l'Anglais Sir William Beveridge devait aussi démontrer qu'entre 1850 et 1920 les cycles variables du prix du blé et les cycles météorologiques pouvaient être exactement superposés.

Voir aussi Hartmann, G., *Conjonctures économiques d'hier, d'aujourd'hui, de demain. Récession ou crise?* Ed. Générales S. A., Genève, 171 p.

«*L'abaque logique*» de Jevons (construit en 1869 par un jeune horloger de Salford) était un procédé pour économiser du travail qui requérait seulement l'addition de clés, de leviers et de poulies pour devenir une machine logique. Cet appareil était une forme primitive de la future machine à cartes perforées.

Le pas suivant dans la construction de machines du type Jevons a été fait par l'Anglais *Charles P. R. Macaulay* à Chicago, qui prit en 1910 un brevet américain pour une *machine logique*.

Ces machines, certes, doivent être considérées comme des tentatives rudimentaires. Mais à présent, les machines logiques qui opèrent par relais électriques ou électroniques offrent le plus promettant avenir à toutes les applications des sciences, de l'industrie et de l'administration.

Qui construisit le premier une *machine logique électrique expérimentale*? *Allan Marquand*, professeur de logique à l'Université de Princeton en 1882 pour son ami le professeur Charles G. Rockwood Jr du Département de mathématiques de l'Université de Princeton.

Le premier homme qui construisit une *machine logique électrique* fut *Benjamin Burack*, du Département de psychologie du Roosevelt College de Chicago. Cette machine, construite en 1936, permettait de tester tous les syllogismes, y compris les formes disjonctives et hypothétiques ainsi que la conversion et la permutation des propositions.

En 1937, *Claude E. Shannon* (aujourd'hui membre de l'état-major du Laboratoire de recherche électronique de l'Institut de technologie de Massachusetts) expliquait pour la première fois comment *des relais et des connexions peuvent être exprimés en équations*, le calcul pour manipuler ces équations apparaissant alors dans un rapport d'isomorphisme avec le calcul propositionnel de la logique symbolique, la valeur de «vrai» ou de «faux» correspondant à *l'ouverture ou à la fermeture d'un circuit électrique*, correspondant au code «1» ou «0» que constitue le *système binaire* déjà employé par les Chinois, proposé par Leibniz en 1690 et utilisé aujourd'hui pour le traitement de l'information par les ordinateurs électroniques. L'analogie entre le circuit de connexion et le calcul des propositions avait déjà été suggérée dès 1910 par Erenest dans un journal russe et puis résolue ultérieurement par le physicien russe Schestakof. Indépendamment de ces travaux, les mêmes vues avaient été présentées en 1936 par les Japonais Nakasima et Hanzawa.

La thèse de Shannon *éclairait aussi les aspects logiques des machines à programmer*: donner des ordres à une calculatrice, lui dire d'accomplir certains pas dans certaines circonstances, c'est en effet plus affaire de logique que d'arithmétique et les calculatrices électroniques modernes ont été construites en donnant de plus en plus d'importance aux circuits spéciaux conçus spécifiquement pour traiter les aspects logiques du travail des calculatrices électroniques.

La première *machine électronique* conçue seulement pour la logique propositionnelle fut construite en 1947 par deux étudiants de seconde année de l'Université d'Harvard, *William Burkhart et Théodore A. Kalin*. Fatigués de résoudre des problèmes par la méthode laborieuse du crayon et du papier, ils décidèrent de construire eux-mêmes un appareil électrique qui ferait leur travail automatiquement.

A présent, William Burkhart est membre de l'état-major de l'Organisation de recherche Arthur D. Little à Cambridge dans le Massachusetts et Théodore A. Kalin chef du Laboratoire des calculateurs au Centre de recherche de l'aviation à Cambridge.

La calculatrice logique électrique Ferranti de Wolfe Mays, maître de conférences de philosophie à l'Université de Manchester et de D. G. Prinz de Ferranti Ltd à Manchester, l'appareil électronique du Laboratoire national de physique de Prétoria, qui donnait ses solutions sur un écran oscilloscopique, le calculateur à raisonnement logique mécanisé du Laboratoire Ferranti Ltd d'Edimbourg, la machine logique de Robert W. Marks à New York, le calculateur logique à réglage automatique du Laboratoire Ferranti d'Edimbourg (utilisant le principe de la rétroaction et abrégeant le temps d'examen requis pour trouver une réponse), la machine du Centre de recherche de Burrough et la machine de Roger W. Holmes, professeur de philosophie à Mt. Holyoke College, dans le Massachusetts, ont été *construites entre 1949 et 1954* et ont *toutes été conçues* pour parcourir des tables de vérité, pour tester des théorèmes – ce qui est en grande partie *l'objet de la logique moderne* –, pour vérifier la cohérence de documents légaux, de livres de réglementations, de rapports politiques, pour adapter la signalisation des aiguillages des voies de chemins de fer, pour préparer les horaires de sociétés de transport, des cours d'université, pour préparer les plans d'atterrissage dans les aéroports, pour résoudre les problèmes de recherche opérationnelle.

On développe actuellement de plus en plus des ensembles de traitement électronique de l'information (que ses inventeurs ont appelé «*machine de la théorie logique*») capables de *rechercher des preuves* de théorèmes logiques de la même façon dont un logicien cherche de telles preuves, c'est-à-dire par approximations successives, intuition et pur hasard. La machine démarre avec quelques axiomes de base dans sa mémoire, puis elle essaie de trouver une chaîne de théorèmes qui incluront éventuellement le théorème qu'elle essaye de trouver. Plusieurs indications guident la machine dans le sens le plus favorable et la machine modifie ainsi ses recherches à la lumière de ses expériences. Bien que «*la machine de la théorie logique*» ait été conçue seulement pour le calcul des propositions, sa technique est applicable aux logiques dans lesquelles aucune décision n'est possible... Le système ne garantit pas qu'une preuve sera trouvée ou qu'un problème sera résolu. Mais elle fournit efficacement une technique qui double l'habileté d'un logicien, être humain, dans la *décou-*

verte des preuves et dans la résolution du problème posé, dans un temps de calcul raisonnable et dans des domaines où des procédés mécaniques exhaustifs sont impossibles, ou ne sont pas connus ou sont peu pratiques. C'est en 1956 que les premiers tests empiriques satisfaisants furent faits dans ce domaine par la société américaine *Rand Corporation* au moyen de sa calculatrice *Johnniac*.

Dans un article paru dans l'*Atlantic Monthly* («Comme nous pouvons penser», juillet 1945), *Vannevar Bush*, un des pionniers de la cybernétique, proposait ce qu'il appelait une machine «*Memex*». Elle devait stocker une énorme quantité d'informations sur microfilm ou dans des dispositifs électroniques, en présentant un système très élaboré de références entre les diverses données selon un processus analogue à celui dont les idées sont associées dans l'esprit humain. Si on pose une question au sujet des données qu'elle stocke, un système de prospection dans le «*Memex*» devait rapidement imprimer et fournir toute information appropriée. Des circuits logiques devaient évidemment jouer un large rôle dans la construction de telle machine.

Il est surprenant d'apprendre qu'une machine de ce type (intégrant les données enregistrées avec des degrés de probabilité) fut suggérée dès 1851 par l'éminent chirurgien anglais, le docteur Alfred Smee, dans un étrange petit livre intitulé «Le processus de la pensée». Le docteur confessait, cependant, que la machine qu'il avait dans l'esprit devrait «couvrir une aire probablement supérieure à la ville de Londres». Les méthodes électroniques modernes pour stocker l'information ont, naturellement, rendu possible la construction de telles machines sur une échelle beaucoup plus petite que le docteur n'avait osé le rêver.

Dans ces dernières années, *H. G. Wells* devint convaincu que la complexité accélérée de la science avait créé un problème de communication et de stockage de l'information qui réclamait des plans audacieux. Il y a maintenant plusieurs milliers de périodiques publiés aux Etats-Unis qui traitent uniquement de biologie. Un savant trouve souvent plus rapide et moins onéreux de réétudier complètement un problème que de chercher dans une montagne de littérature les traces de recherches antérieures. Dans son livre «Cerveau du monde», 1938, Wells plaide pour une gigantesque «chambre de compensation» vers laquelle tous les rapports de recherche seraient canalisés et à partir de laquelle serait distribuée l'information à toutes les parties intéressées. Ce «cerveau du monde» stockerait des informations sur microfilms et publierait de vastes encyclopédies constamment mises à jour. Ce serait, écrit Wells, «une organisation double: un perpétuel travail de condensation et de confrontation d'une part et un système de publication et de distribution d'autre part. Ce serait une «chambre de compensation» pour les universités et les institutions de recherche; elle jouerait le rôle d'une écorce cérébrale par rapport à ces centres nerveux essentiels».