

---

# Quelques éléments pour une préhistoire de l'intelligence artificielle dans les quatre derniers siècles

---

Pierre Marquis<sup>1</sup>

Odile Papini<sup>2</sup>

Henri Prade<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CRIL, Université d'Artois, Lens

<sup>2</sup> LSIS, Université d'Aix-Marseille

<sup>3</sup> IRIT, Université de Toulouse & CNRS

marquis@cril.univ-artois.fr odile.papini@univ-amu.fr prade@irit.fr

## Résumé

L'intelligence artificielle (IA) n'est pas née ex nihilo au milieu des années 50 du XX<sup>e</sup> siècle. Au delà de ses racines immédiates dans la cybernétique et l'informatique qui firent leurs débuts presque deux décades plus tôt, son émergence est le résultat d'un long et lent processus dans l'histoire de la pensée, qui peut s'articuler autour de deux questions principales : la formalisation du raisonnement et la conception de machines ayant des capacités d'autonomie en termes de calcul et d'action. Le but de cet article est de rassembler des éléments insuffisamment connus sur la préhistoire de l'IA dans les 350 années qui précèdent la naissance de ce domaine de recherche, une période où seulement un tout petit nombre de noms très connus, comme Thomas Bayes ou Georges Boole, sont habituellement mentionnés en relation avec l'IA.

## Abstract

Artificial Intelligence (AI) was not born ex nihilo in the mid-fifties of the XX<sup>th</sup> century. Beyond its immediate roots in cybernetics and in computer science that started about two decades before, its emergence is the result of a long and slow process in the history of humanity. This can be articulated around two main questions : the formalization of reasoning and the design of machines having autonomous capabilities in terms of computation and action. The aim of this paper is to gather some insufficiently known elements about the prehistory of AI in the last 350 years that precede the birth of this research area, a time period where only a few very well-known names, such as Thomas Bayes and Georges Boole, are usually mentioned in relation with AI.

## 1 Introduction

Comme il est bien connu, l'acte de naissance de l'intelligence artificielle (IA) correspond à un programme de recherche<sup>1</sup> pour une série de réunions au cours de l'été de 1956, avec 10 participants,<sup>2</sup> organisées à Dartmouth College (Hanover, New Hampshire, Etats-Unis).

L'IA a des racines immédiates dans la cybernétique [97] et en informatique, mais son apparition est le résultat d'un processus long et lent dans l'histoire de l'humanité, qui peut être articulé autour de deux questions principales : la formalisation du raisonnement et la conception de machines ayant des capacités autonomes en matière de calcul et de l'action. Bien qu'il existe un certain nombre de livres mettant l'accent sur différents aspects de l'histoire moderne de l'IA [1, 67, 82, 79, 53, 23, 71], ce qui est dit à propos de ce qu'on peut appeler la « préhistoire » de l'IA (c'est-à-dire grosso modo avant l'arrivée des premiers ordinateurs) est généralement très fragmentaire et épars, et se résume le plus souvent à la mention de quelques noms : Aristote et son *Organon* [2] pour

---

1. La demande d'obtention d'un soutien financier, écrite à l'été 1955, et intitulée « *A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence* » (où le nom du nouveau domaine de recherche apparaît déjà!), a été signée par John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester et Claude Shannon [66].

2. En plus des quatre signataires du projet figurant dans la note ci-dessus, participaient aussi Trenchard More, Allen Newell, Arthur Samuel, Oliver Selfridge, Herbert A. Simon, et Ray Solomonoff.

l'Antiquité (en Occident), Ramon Llull et son *Ars Magna* (1305) [39] pour le Moyen-Âge, Thomas Bayes et Georges Boole pour les temps modernes avant le siècle dernier.

Cet article se concentre sur la période qui va du début du XVII<sup>e</sup> siècle au début du XX<sup>e</sup> siècle. Le lecteur intéressé par un panorama plus large allant de l'Antiquité aux années 1980, pourra consulter le premier chapitre du « Panorama de l'IA » qui vient de paraître [62]. L'ambition du document présent est uniquement de fournir certains éléments (souvent oubliés ou ignorés) qui peuvent être considérés comme faisant partie de la lente émergence de l'IA au cours des derniers siècles. Il doit être clair que les travaux mentionnés, qui peuvent être a posteriori liés à l'IA, ne constituent souvent que de petites parties de la production de leurs auteurs impliqués dans des domaines scientifiques très différents. Même si un certain nombre de noms sont mentionnés, il est très probable que d'autres soient oubliés (nous ne visons pas l'exhaustivité). Par ailleurs, nous n'indiquons que les préoccupations générales des auteurs cités, en fournissant des références à leur travail mais sans décrire leur contribution en détail (ce qui exigerait un document beaucoup plus long).

Le reste de l'article est organisé comme suit. La section 2 traite du XVII<sup>e</sup> siècle avec les préoccupations générales de la logique encore largement héritées du passé et les premiers développements des probabilités. La section 3 se focalise sur le XVIII<sup>e</sup> siècle. La section 4 est consacrée à XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup> siècle, et en particulier mentionne quelques œuvres oubliées qui, avant Georges Boole, annoncent la transition vers la logique moderne.

## 2 Le XVII<sup>e</sup> siècle : premiers pas vers la modernité

La période qui s'ouvre au début du XVII<sup>e</sup> siècle est un temps de lente transition vers la naissance de la logique moderne 250 ans plus tard avec les travaux fondateurs de Georges Boole, et qui voit aussi le développement progressif des probabilités. Elle est aussi marquée par l'émergence de premières machines. Comme déjà dit, nous essayons d'indiquer les noms (et les faits) ayant une relation importante avec des préoccupations de l'IA, certains noms étant mieux connus pour d'autres questions qui ne sont pas liées à l'IA, d'autres noms étant simplement oubliés.

Au plan de la philosophie de la connaissance, Francis Bacon (1561-1626) promeut la méthode inductive

fondée sur l'observation pour la découverte scientifique [4], dès le début du XVII<sup>e</sup> siècle. Par ailleurs, en 1603 paraît le premier traité de logique en français [36]. Il est l'œuvre de Scipion Dupleix (1569-1661), précepteur d'un fils de Henri IV. Son cours de philosophie comprend également une *Physique*, une *Métaphysique*, et une *Ethique*. Sa *Logique* est une large compilation de connaissances antérieures, et traite, entre autres, de carré d'oppositions, de modalités, de syllogismes, de syllogismes incomplets (formes de raisonnement par défaut appelées enthymèmes), de sorites, d'argumentation. Au milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, *Le Philosophe François* [16] de René de Ceriziers (1603-1662), comporte une importante section consacrée à la logique où l'argumentation est largement développée. C'est aussi le temps où débute l'histoire moderne de la logique juridique [52]. Mentionnons encore l'*Essai de Logique* [61] du physicien Mariotte (v.1620-1684), qui s'ouvre à des questions de preuves en géométrie, de raisonnement sur le monde physique, et de raisonnement déontique.<sup>3</sup>

Thomas Hobbes (1588-1679) est sans doute le premier à explicitement lier la manipulation symbolique de termes en logique à l'idée de calcul mathématique. En effet, il écrit « *Per Ratiocinationem autem intelligo computationem.* » (ou en anglais l'année suivante « *By ratiocination I mean computation.* »)<sup>4</sup> dans son *De Corpore* [48], dont

3. Il y aurait sans doute d'autres auteurs à citer en dehors de France, comme le philosophe flamand Arnold Geulincx (1624-1669), auteur de traités de logique intitulés « *Logica fundamentis suis restituta* » (1662) et « *Methodus inveniendi argumenta* » (1663).

4. Le texte poursuit « *Now to compute is either to collect the sum of many things that are added together, or to know what remains when one thing is taken out of another. Ratiocination, therefore, is the same with addition and subtraction* » ; (l'original latin : « *Computare vero est plurium rerum simul additarum summam colligere, vel unâ re ab aliâ detractâ cognoscere residuum. Ratiocinari igitur idem est quod addere et subtrahere* »). On lit une page plus loin : « *We must not therefore think that computation, that is, ratiocination, has place only in numbers, as if man were distinguished from other living creatures (which is said to have been the opinion of Pythagoras) by nothing but the faculty of numbering; for magnitude, body, motion, time, degrees of quality, action, conception, proportion, speech and names (in which all the kinds of philosophy consist) are capable of addition and subtraction.* » (ou en latin : « *Non ergo putandum est computationi, id est, ratiocinationi in numeris tantum locum esse, tanquam homo a caeteris animantibus (quod censuisse narratur Pythagoras) sola numerandi facultate distinctus esset, nam et magnitudo magnitudini, corpus corpori, motus motui, tempus tempori, gradus gradui, actio actioni, conceptus conceptui, proportio proportioni, oratio orationi, nomen, nomini (in quibus omne Philosophiae genus continetur) adjici adimique potest.* »). En fait, l'anecdote rapportée par Aristote ne concerne pas Pythagore, mais Platon, cf. [48] note p. 13. Hobbes avait donné dès [47] au chapitre V (« *Of Reason and Science* ») de « *Of Man* », la première partie de son « *Léviathan* », une version préliminaire dont le début était « *When a man 'reasoneth' he does nothing else but conceives a sum total, from 'addition' of parcels, or conceives a remainder,*

la réputation fut malheureusement quelque peu ternie par une prétendue preuve de la quadrature du cercle, dont Hobbes reconnaîtra ensuite la fausseté.

Il est aussi intéressant de mentionner ici un passage de la cinquième partie du « *Discours de la Méthode* » [31], où René Descartes (1596-1650) en plaidant pour une conception des animaux comme des êtres totalement dépourvus de raison, semblables en cela à des machines, fait montre d'une remarquable préscience sur la discussion de ce qui pourrait distinguer l'homme de la machine.<sup>5</sup>

La *Logique* de Port-Royal [3] d'Antoine Arnauld (1612-1694) et Pierre Nicole (1625-1695) publiée en 1662, inaugure pour près de deux siècles une théorie du signe et de la représentation, et marque l'histoire de la philosophie du langage et de la logique, qui restent ici mêlées à des questions de théologie. Le livre comporte quatre grandes parties correspondant aux facultés de concevoir, de juger, de raisonner (déductivement avec des syllogismes), la dernière discutant des questions de méthode. Les mathématiques y constituent la référence qu'il convient de transposer à la formation des énoncés du langage, et au raisonnement. Enfin, l'idée de probabilité y est

---

from 'subtraction' of one sum from another ; which, if it be done by words, is conceiving of the consequence of the names of all the parts, to the name of the whole ; or from the names of the whole and one part, to the name of the other part. »

5. « Et je m'étais ici particulièrement arrêté à faire voir que, s'il y avait de telles machines, qui eussent les organes et la figure d'un singe, ou de quelque autre animal sans raison, nous n'aurions aucun moyen pour reconnaître qu'elles ne seraient pas en tout de même nature que ces animaux ; au lieu que, s'il y en avait qui eussent la ressemblance de nos corps et imitassent autant nos actions que moralement il serait possible, nous aurions toujours deux moyens très certains pour reconnaître qu'elles ne seraient point pour cela de vrais hommes. Dont le premier est que jamais elles ne pourraient user de paroles, ni d'autres signes en les composant, comme nous faisons pour déclarer aux autres nos pensées. Car on peut bien concevoir qu'une machine soit tellement faite qu'elle profère des paroles, et même qu'elle en profère quelques-unes à propos des actions corporelles qui causeront quelque changement en ses organes : comme, si on la touche en quelque endroit, qu'elle demande ce qu'on lui veut dire ; si en un autre, qu'elle crie qu'on lui fait mal, et choses semblables ; mais non pas qu'elle les arrange diversement, pour répondre au sens de tout ce qui se dira en sa présence, ainsi que les hommes les plus hébétés peuvent faire. Et le second est que, bien qu'elles fissent plusieurs choses aussi bien, ou peut-être mieux qu'aucun de nous, elles manqueraient infailliblement en quelques autres, par lesquelles on découvrirait qu'elles n'agiraient pas par connaissance, mais seulement par la disposition de leurs organes. Car, au lieu que la raison est un instrument universel, qui peut servir en toutes sortes de rencontres, ces organes ont besoin de quelque particulière disposition pour chaque action particulière ; d'où vient qu'il est moralement impossible qu'il y en ait assez de divers en une machine pour la faire agir en toutes les occurrences de la vie, de même façon que notre raison nous fait agir. »

pour la première fois, semble-t-il, associée non pas avec la combinatoire des jeux de hasard, mais avec l'évaluation de la confiance qu'on peut avoir dans les témoignages. Jacques Bernoulli (1654-1705), dans son *Ars conjectandi* publié seulement en 1713, proposera des calculs distincts pour ces deux types de situations d'incertitude. Proche du milieu de Port-Royal, rappelons que Blaise Pascal (1623-1662), est, entre autres, à la fois un pionnier du calcul des probabilités (en liaison épistolaire sur le sujet avec Pierre de Fermat (v.1605-1665)), et l'inventeur en 1642 d'une calculatrice mécanique appelée *Machine arithmétique* capable de réaliser directement des additions et des soustractions.

C'est le mathématicien et physicien hollandais Christian Huyghens (1629-1695) qui publie le premier traité sur le calcul des probabilités [7] et introduit la notion d'espérance pour une situation d'incertitude, parmi de multiples contributions scientifiques dont l'amélioration des horloges. Ensuite viendront les travaux d'Abraham de Moivre (1667-1754) qui proposera la première définition de l'indépendance statistique [28]. Il semble cependant maintenant devenu clair qu'on n'avait pas attendu le XVII<sup>e</sup> siècle pour commencer à s'intéresser aux questions d'incertain et de risque [68].

### 3 Le XVIII<sup>e</sup> siècle : l'âge des lumières

À la charnière de deux siècles, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) ne fut pas seulement le philosophe que l'on sait, et l'un des pères du calcul infinitésimal (sans parler de nombreux autres travaux en mathématiques, en physique, en histoire). Il marque en effet aussi l'évolution de la logique (voir par exemple [46]), comme cela fut redécouvert tardivement [19, 20], par notamment la recherche d'un langage universel (*lingua characteristica universalis*) pour permettre la formalisation de la pensée et d'un calcul logique algorithmique (*calculus ratiocinator*), anticipant ainsi le projet de Frege. Il est aussi à l'origine de l'idée de « mondes possibles », et s'est intéressé à des questions de droit et de déontologie. Une autre tentative un peu plus tard de développer un formalisme logique est celle de Gottfried Ploucquet (1716-1790) [78]. Leibniz est aussi le premier à imaginer la numération binaire [58]. Il a par ailleurs proposé, en 1673, une machine capable d'effectuer les quatre opérations arithmétiques (qui se révélera imparfaite). Ajoutons enfin que Leibniz était un bon joueur d'échecs qui s'est intéressé à l'aspect scientifique de ce jeu.

Mentionnons aussi tout particulièrement, dans cette mise en perspective historique de l'IA, un autre

philosophe : David Hume (1711-1776), pour qui l'origine de nos connaissances provient de l'expérience [49], les idées n'étant pas innées (comme déjà [59] pour John Locke (1632-1704)). Il distingue entre les « impressions » premières, et les « idées » qui sont des images affaiblies, synthétisées des impressions ; pour lui, les idées sont associées par des relations telles que la ressemblance, la contiguïté (temporelle ou spatiale), ou la causalité (relation qu'il a particulièrement analysée). Il distingue aussi entre vérités logiques et vérités empiriques qui ne peuvent pas être certaines, mais seulement probables, et souligne que l'induction ne peut conduire à aucune certitude. Il a aussi discuté les arguments analogiques.

Le nom du mathématicien suisse Gabriel Cramer (1704-1752) est en particulier attaché à la résolution des systèmes d'équations linéaires. Mais s'il nous intéresse ici, c'est pour son cours de logique [22, 63], demeuré inédit jusqu'à nos jours, qu'il écrivit vers 1745 en tant que précepteur. Dans son introduction, il distingue la *logique naturelle* (celle utilisée spontanément dans les raisonnements) de la *logique artificielle* (celle qui est fondée sur des principes et des règles). L'exposé de cette dernière se développe en deux grandes parties d'importances comparables, l'une dédiée à la recherche de la vérité et à « comment l'esprit humain se forme des idées, les compare pour en porter des jugements et enchaîner ces jugements pour déduire les uns des autres », et l'autre à l'étude des probabilités comme mesure de la vraisemblance des propositions ou jugements qui énoncent un événement. Ainsi, d'une certaine façon, ce *Cours* pourrait être comparé dans son projet aux *Lois de la Pensée* de George Boole qui, un peu plus d'un siècle plus tard, donne des parts égales à ce qui s'appellera ensuite la logique booléenne, et au raisonnement probabiliste dans l'incertain. Il semble d'ailleurs que ce *Cours* ait été la source anonyme de l'article *Probabilité* (attribué à Benjamin de Langes de Lubières (1714-1790) [13]) de l'*Encyclopédie* de Denis Diderot (1713-1784) et Jean le Rond D'Alembert (1717-1783) (éditée de 1751 à 1772). Indiquons aussi que l'article (anonyme) *Logique* y oppose aussi logique naturelle et logique artificielle et renvoie pour cette dernière à l'article *Syllogisme* également anonyme.

Mentionnons aussi le mathématicien alsacien Johann-Heinrich Lambert (1728-1777) qui dans son *Neues Organon* [56] développe une théorie probabiliste des syllogismes, avec application à la prise en compte de la probabilité des témoignages [85, 64, 65]. Lambert, tout comme l'article *Probabilité* de l'*Encyclopédie*, propose une règle de renforcement

de la confiance dans les témoignages concordants, qui peut apparaître rétrospectivement comme un cas particulier de la règle de combinaison dans la théorie des fonctions de croyance de Dempster-Shafer. Par ailleurs, les probabilités sont marquées par l'article posthume du révérend Thomas Bayes (1702-1761), communiqué par son ami Richard Price (1723-1791), sur le théorème éponyme de calcul de la probabilité a posteriori par retournement des probabilités conditionnelles [6], que retrouvera Pierre-Simon Laplace (1749-1827) dans ses travaux sur les probabilités et l'induction [57].

Dans d'autres registres, il convient sans doute encore de citer deux noms, celui du grammairien César Chesneau Du Marsais (1676-1756), encyclopédiste, pour son *Traité des Tropes* [35], où son exposé des figures de rhétorique pourrait encore avoir quelque pertinence pour le traitement automatique des langues et l'argumentation en langue naturelle, et assurément celui du philosophe et mathématicien Nicolas de Condorcet (1743-1794) qui probabiliste, pionnier des statistiques, s'intéressa à la représentativité des systèmes de vote (tout comme son contemporain Jean-Charles de Borda (1733-1799) mathématicien, physicien, et marin [25]), et énonça le fameux paradoxe sur l'intransitivité possible de préférences relatives majoritaires [18].

Le siècle des lumières, siècle de raison et de rationalité, est aussi marqué par des œuvres littéraires qui alimentent l'imaginaire collectif. Jonathan Swift (1667-1745) développe dans son roman *Les voyages de Gulliver* [88] une critique ironique de la société de son temps et tend à montrer l'inadéquation de l'homme à la raison. Plus particulièrement, lors de son quatrième voyage, il séjourne chez les *Houyhnhnms*, animaux « raisonnables » qui ne connaissent ni contradiction, ni argumentation (chap. VIII) et dont le langage ne comporte pas de mot pour exprimer le mensonge, car dire quelque chose de faux serait trahir les fonctions du langage (chap. III et IV). Lors du voyage précédent, à *Laputa*, il visite l'*Académie de Lagado* (chap. V) et y voit une machine qui aide à générer des phrases en vue de composer des livres.

Le XVIII<sup>e</sup> siècle est également marqué par les automates de Jacques Vaucanson (1709-1782), comme son joueur de flûte [91], ou son canard artificiel qui simulait la digestion (1744), auxquels fera en quelque sorte écho la vision mécaniste de l'homme [54] défendue par le philosophe Julien Offray de La Mettrie (1709-1751). Ces automates marqueront les esprits. Ainsi Mme de Genlis, née Stéphanie-Félicité Du

Crest (1746-1830) dans un de ses contes éducatifs et moraux [34] met-elle en scène deux enfants automates, l'un qui dessine et l'autre qui joue de la musique. L'idée d'un jouet qui s'anime peut nourrir tous les fantasmes, comme dans le roman *Pigmalion* [11] d'André-François Boureau-Deslandes (1690-1757), ou dans le roman [41] de Jean Galli de Bibiena (1709-v.1779), où le narrateur fasciné par une poupée trouvée dans une boutique découvrira qu'il s'agit en fait d'une sylphide ! Un peu plus tard, en 1769, Johann Wolfgang van Kempelem (1734-1804), hongrois, né en Slovaquie, construit un automate qui fit beaucoup parler de lui, le « turc joueur d'échecs », capable de répondre à des questions. Ce « turc » eut des adversaires célèbres comme Catherine II de Russie, Napoléon Bonaparte, et Benjamin Franklin. Un autre opposant bien connu (contre lequel il perdit deux fois) est Charles Babbage (1791-1891), qui décrivit plus tard, en 1837, le premier ordinateur programmable (à l'aide de cartes perforées) avec mémoire, l'*Analytical Engine*, et pour lequel Ada Lovelace (1815-1852) (fille du poète George Byron) écrivit le premier algorithme programmé. Revendu à la mort de van Kempelem, le « turc joueur d'échecs » eut une longue carrière, et on mit beaucoup de temps à découvrir comment un homme pouvait être caché dans le dispositif, mais van Kempelem fut tout de même l'auteur d'un authentique synthétiseur vocal (en 1791). Le joueur d'échecs de van Kempelem a longtemps fasciné et a inspiré plusieurs romans dans les siècles suivants.

#### 4 Le XIX<sup>e</sup> siècle : l'avènement de la logique

Le début du XIX<sup>e</sup> siècle voit la parution de quelques travaux isolés qui peuvent rétrospectivement apparaître comme des jalons entre la théorie des syllogismes héritée d'Aristote et la logique moderne. Ainsi, Frédéric de Castillon (1747-1814) propose un calcul formel pour résoudre les syllogismes [26, 27]. Indépendamment, en 1817, Joseph D. Gergonne (1771-1859), un mathématicien, connu essentiellement comme géomètre, reprenant l'idée des diagrammes ensemblistes introduite par Leonhard Euler (1707-1783) pour visualiser les raisonnements syllogistiques [37]<sup>6</sup> publie un article [43, 45] où il identifie les cinq

6. En fait ces diagrammes étaient déjà connus de Leibniz, qui les avaient vus dans les *Universalia Euclidea* (1661) de Johann Christoph Sturm (1635-1703) qui utilisait des cercles pour représenter des propositions (tout comme plus tard en 1712, Johann Joachim Lange (1670-1744)) [60]. Ils étaient aussi, semble-t-il, connus de Juan Luis Vives (1493-1540) (dans un traité intitulé *De Censura Veri*, partie de sa somme encyclopédique *De Disciplinis Libri*, il utilise des triangles pour illustrer le syllogisme en

relations possibles entre deux ensembles, et caractérise les syllogismes valides. Une contrepartie moderne de ce travail a été fournie par [38]. Par ailleurs, Gergonne a aussi proposé la régression polynomiale, et s'est intéressé à la règle de trois [42, 44]. Ironie de l'histoire, quoique géomètre, Gergonne prône, dès 1813, l'intérêt de méthodes algébriques en mathématiques (l'algèbre était alors cantonnée pour l'essentiel aux opérations sur les réels) [24], mais c'est George Boole (1815-1864) qui le premier appliquera de telles idées à la logique.

Le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle est marqué par la publication des travaux fondateurs de Boole et d'Augustus De Morgan (1806-1871) sur la mathématisation du raisonnement [9, 29]. Boole développe une vision symbolique de la logique, et une théorie équationnelle de la déduction, basée sur l'algèbre binaire qui porte son nom. Il est notable que Boole et De Morgan se soient intéressés à la fois à la logique et aux probabilités dans leurs travaux, qui leur permet d'avoir une approche renouvelée des syllogismes [10, 30]. Logique et probabilités occupent d'ailleurs des places presque égales dans le grand livre de Boole [10] sur *Les Lois de la Pensée*. Il faut souligner que les études sur la logique et les lois de la pensée étaient devenues un sujet relativement populaire avec les livres des archevêques Richard Whately (1787-1863) et William Thomson (1819-1890), et du philosophe John Stuart Mill (1806-1873)<sup>7</sup> [96, 89, 69] avant les premières publications de Boole et De Morgan sur le sujet. La version finale, considérablement augmentée (qui comporte même un appendice sur la logique en Inde), de l'*Aperçu sur les Lois de la Pensée* [90] de Thomson rend hommage en retour à De Morgan. Notons aussi que Stuart Mill présente entre autres dans son ouvrage des vues nouvelles sur l'induction, et propose cinq règles d'inférence qualitatives pour le raisonnement causal. Sur un mode plus ludique, Lewis Carroll (1832-1898), l'auteur des *Aventures d'Alice au Pays des Merveilles* a aussi écrit sous son nom de plume un traité de logique symbolique [14, 15, 12] (où il utilise une représentation diagrammatique originale), avec de nombreux exercices et problèmes présentés de façon très originale. Il avait sous-titré son livre « *A fascinating mental recreation for the young* » ! Sous son nom patronymique, Charles L. Dodgson, il avait par ailleurs, une vingtaine d'années auparavant, raffiné une méthode de vote due à Condorcet [33, 81].

À la suite de Boole et de De Morgan, l'algèbre

Barbara « Tout B est C, or tout A est B, donc tout A est C »), et de Ramon Llull ! [5].

7. Stuart Mill est par ailleurs, bien sûr, un économiste, défenseur, à la suite de Jérémy Bentham (1748-1832), de l'utilitarisme [87], c'est-à-dire d'une approche conséquentialiste des décisions.

de la logique fut développée par Ernst Schröder en Allemagne [83], Charles Sanders Peirce (1839-1914) [72, 73, 74, 75, 76] et ses élèves Oscar Howard Mitchell (1851-1889) [70] et Christine Ladd-Franklin (1847-1930) [55] aux Etats-Unis, et en France [21] par Louis Couturat (1868-1914), par ailleurs grand spécialiste de la logique de Leibniz. Les diagrammes ensemblistes d'Euler furent perfectionnés par John Venn (1834-1923) qui ombrait les parties vides de ses diagrammes plutôt que de représenter les ensembles dans la configuration exacte où ils sont supposés être [93, 94], et par Peirce pour prendre en compte les énoncés existentiels et l'information disjonctive [86]. Par ailleurs, Venn développa aussi dans les multiples éditions de son ouvrage *The Logic of Chance* les aspects probabilistes du raisonnement, en privilégiant l'interprétation fréquentiste [92].

William Stanley Jevons (1835-1882), qui écrivit un des textes d'introduction à la logique booléenne les plus utilisés de son temps [51], construisit en 1869 une machine logique, basée sur un principe de substitution [50], et appelée « *Logic Piano* », qui permettait d'arriver mécaniquement aux conclusions à partir des prémisses. Dans un registre bien différent, des automates sont construits tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle. Citons la tête parlante de Joseph Faber (1800-1850) appelée « *Euphonia* », capable de prononcer des mots, la poupée parlante de Thomas Edison (1847-1931) commercialisée en 1889, les « hommes-vapeur » de l'américain Zadock Dedrick en 1868 et du canadien George Moore, qui marchaient en 1893 à une vitesse d'environ 8 km/h, et plus près de nous, l'automate de Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936) qui en 1914 jouait la finale « roi et tour contre roi seul » contre un opposant humain ; on peut en voir une description détaillée dans [95].

Le début du XX<sup>e</sup> siècle, au plan de la logique, est avant tout marqué par le développement de la logique des prédicats, à la suite des premières recherches de Gottlob Frege (1848-1925), avec l'introduction des quantificateurs (également (re)découverts indépendamment par O. H. Mitchell déjà cité [32]). Un système logique est alors pensé à la fois comme un langage de représentation (langue artificielle) et un système formel pour la déduction [40, 46]. Ceci a conduit à une série de travaux qui concernent d'abord les fondements des mathématiques. Par ailleurs, les logiques multi-valuées, apparaissent aussi à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec les recherches pionnières du logicien écossais, naturalisé français, Hugh MacColl (1837-1909) [80].

Enfin, mentionnons aussi Gregorius Itelson (1852-1926), André Lalande (1867-1963) et Louis Couturat qui constatent au II<sup>e</sup> Congrès international de philosophie de Genève de 1904 [17] qu'ils avaient indépendamment été conduits à proposer le terme de « logistique » pour désigner la logique symbolique dans ses nouveaux développements algébriques et surtout algorithmiques, et décident donc d'adopter ce nouveau terme. Le mot « logistique » dans cette acception est maintenant tombé complètement en désuétude, mais il n'est pas inintéressant de constater qu'il était encore employé jusque dans les années 60 par des auteurs qui se plaçaient dans la perspective des « Lois de la Pensée » de George Boole, et proposaient des traités de logistique opératoire comme le psychologue Jean Piaget (1896-1980), ou le physicien Augustin Sesmat (1885-1957), ou encore le philosophe logicien Robert Blanché (1898-1975) [77, 84, 8].

Nous arrêtons ici cet aperçu offrant des éléments pour une préhistoire de l'IA. Ensuite, dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, le développement de la logique mathématique, des probabilités et de la théorie de la décision, de la cybernétique, et le début de l'informatique influenceront le développement futur de l'IA. Mais ces sujets sont plutôt bien documentés. Une fresque historique complète allant de l'Antiquité au début des années 1980, et incluant donc le contenu de cet article, se trouve dans [62]. Le lecteur intéressé pourra s'y reporter.

## 5 Conclusion

Nous avons essayé de fournir ici une image de l'IA enracinée dans une longue tradition de recherche, mais également de montrer les synergies toujours à l'œuvre entre les sciences, la technologie, et aussi le monde de l'imagination.

Il est important pour l'IA que ses chercheurs soient ainsi conscients de l'existence de racines scientifiques et culturelles lointaines. Il est intéressant de voir à quel point logique et probabilités ont été perçus comme complémentaires jusqu'à George Boole et Augustus De Morgan. Il est aussi instructif de voir la lente progression des idées dans la formalisation du raisonnement depuis Thomas Hobbes.

Il est enfin curieux de constater les rôles notables de beaucoup d'« oubliés » dans cette lente émergence d'idées et élaboration d'outils qui sont au cœur de l'IA.

## Références

- [1] A. R. Anderson, editor. *Minds and Machines*. Prentice-Hall, 1964. French transl. : Pensée et Machine. Présentation G. Guièze, Champ Vallon, 1983. Contents : Introduction (A. R. Anderson), Les ordinateurs et l'intelligence (A. M. Turing), Le concept mécanique de l'esprit (M Scriven), L'esprit humain, la machine et Gödel (J. R. Lucas), Le jeu de l'imitation (K. Gunderson), Pensée et machine (H. Putman), Les sentiments des robots (P. Ziff), Le professeur Ziff et les robots (J. J. C. Smart), Les robots incorporés (N. Smart).
- [2] Aristote. *Organon*. Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1969. French transl. and notes by J. Tricot. Contains 6 treatises : Catégories ; De l'Interprétation ; Premiers Analytiques ; Seconds Analytiques ; Topiques ; Réfutations Sophistiques ; publication 1969-1974.
- [3] A. Arnauld and P. Nicole. *La Logique ou l'Art de Penser contenant, outre les règles communes, plusieurs observations nouvelles, propres à former le jugement*. 1662. Flammarion, Champs, 1978.
- [4] F. Bacon. *Of the Proficiency and Advancement of Learning, Divine and Human*. 1605. Oxford University Press, 1974 ; Everyman Paperbacks, 1991.
- [5] M. E. Baron. A note on the historical development of logic diagrams. *The Mathematical Gazette : The Journal of the Mathematical Association*, LIII (383) :113–125, 1969.
- [6] Th. Bayes. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Philosophical Transactions (of the Royal Society of London)*, 53 :370–418, 1763. By the Late Rev. Mr. Bayes, F. R. S. Communicated by Mr. Price, in a Letter to John Canton, A. M. F. R. S.
- [7] D. Bessot, D. Lanier, J.-P. Le Goff, J. Leparmenier, M. Levard, D. Trotoux A.-M. Sainson, and R. Domain. *L'Espérance du Hollandais ou le Premier Traité de Calcul du Hasard*. Ellipses, 2006.
- [8] R. Blanché. *La Logique et son Histoire d'Aristote à Russell*. Amand Colin, collection U, 1970. 2nde éd. augmentée d'un chapitre "La Logique depuis Russell" par J. Dubucs, 1996.
- [9] G. Boole. *The Mathematical Analysis of Logic, Being an Essay Towards a Calculus of Deductive Reasoning*. Macmillan, Cambridge, 1847.
- [10] G. Boole. *An Investigation of The Laws of Thought on which are Founded The Mathematical Theories of Logic and Probabilities*. Macmillan, Cambridge, 1854. Reprinted by Dover, NewYork, 1958.
- [11] A.-F. Boureau-Deslandes. *Pigmalion, ou la statue animée*. Samuel Harding, Londres, 1742.
- [12] R. B. Braithwaite. Lewis Carroll as logician. *The Mathematical Gazette*, 16(219) :174–178, 1932.
- [13] J.-D. Candaux. Monsieur de Lubières encyclopédiste. *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie*, 15 :71–96, 1993.
- [14] L. Carroll. *Symbolic Logic. Part 1. Elementary*. Macmillan and Co., 1896. Part 2. Advanced.
- [15] L. Carroll. *Logique Sans Peine*. Hermann, 1966. French transl. of texts from *Symbolic Logic, Part I Elementary*, Macmillan, 1896 and from the Journal *Mind*, presentation by J. Gattegno and E. Coumet.
- [16] R. de Ceriziers. *Le Philosophe François*. Antoine Molin, Lyon, 1650.
- [17] Collectif. Logique et Philosophie des Sciences. Séances de Section et Séances Générales. II<sup>e</sup> Congrès de Philosophie - Genève. *Revue de Métaphysique et de Morale*, T. XII :1037–1046, 1904.
- [18] N. de Condorcet. *Essai sur l'Application de l'Analyse à la Probabilité des Décisions Rendues à la Pluralité des Voix*. Réimp. American Mathematical Society, 1972, 1785.
- [19] L. Couturat. *La Logique de Leibniz : d'après des documents inédits*. Félix Alcan, Paris, 1901. Rééd. OLMS, Hildesheim, 1969 & 1985.
- [20] L. Couturat. *Opuscules et Fragments Inédits de Leibniz. Extraits des manuscrits de la bibliothèque royale de Hanovre*. Félix Alcan, Paris, 1903 ; rééd. Olms, 1966, 1903.
- [21] L. Couturat. *L'Algèbre de la Logique*. Gauthier-Villars, Paris, 1905.
- [22] G. Cramer. *Cours de Logique*. 1745. Bibliothèque Publique et Universitaire de Genève, MS Trembley 34, 348 pages, structurés en 576 paragraphes, manuscrit non publié ; reproduction partielle (89 p., paragraphes1-10, 260, 448-547), par Th. Martin, in Journ@l électronique d'Histoire des Probabilités et des Statistiques, 2, (1), 2006, 6.
- [23] D. Crevier. *The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence*. Basic Books, Harper Collins Publ., New York, 1993. French transl. : A la Recherche de l'Intelligence Artificielle, Champs, Flammarion, 1997.
- [24] A. Dahan-Dalmedico. Un texte de philosophie mathématique de Gergonne. *Revue d'Histoire des Sciences*, 39 (2) :97–126, 1986.
- [25] J. C. de Borda. Mémoire sur les élections au scrutin. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, pages 657–664, 1781.

- [26] F. de Castillon. *Réflexions sur la logique. Mém. de l'Acad. Royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin*, pages 29–49, 1804.
- [27] F. de Castillon. Mémoire sur un nouvel algorithme logique. *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin*, pages 3–24, 1805.
- [28] A. De Moivre. *Doctrine of Chances, or a Method of Calculating the Probability of Events in Play*. Printed by W. Pearson for the Author, London; 3rd ed. 1756, 1718.
- [29] A. De Morgan. *Formal Logic : or, The Calculus of Inference, Necessary and Probable*. Taylor & Walton, London, 1847.
- [30] A. De Morgan. *On the Syllogism and Other Logical Writings*. Routledge & Kegan Paul, London, 1868. Articles 1846-1868; edited, with an Introduction by P. Heath, 1966.
- [31] R. Descartes. *Discours de la Méthode*. 1637. Nombreuses éditions disponibles : Livre de Poche, Garnier-Flammarion, Hatier, Librio, etc.
- [32] R. R. Dipert. The life and logical contributions of O. H. Mitchell, Peirce's gifted student. *Trans. of the Charles S. Peirce Society*, 30(3) :515–542, 1994.
- [33] C. L. Dodgson. The Political Pamphlets and Letters of Charles Lutwidge Dodgson and Related Pieces : A Mathematical Approach. In F. F. Abeles, editor, *The Pamphlets of Lewis Carroll, vol. 3*. Lewis Carroll Society of North America, New York, 2001.
- [34] S.-F. Du Crest, comtesse de Genlis. *Alphonse et Dalinde, ou La féerie de l'Art et de la Nature : conte moral*. Berthevin, Orléans, 1797.
- [35] C. C. Dumarsais. *Traité des Tropes*. Réimp. Fayard, Paris, 1992, 1730. Réédition, Le Nouveau Commerce, 1977.
- [36] S. Duplex. *La Logique ou Art de Discourir et de Reasonner*. Edition de 1607, Fayard, Paris, 1984, 370 p., 1603.
- [37] L. Euler. Lettres cii-cviii. In *Lettres à une Princesse d'Allemagne sur Divers Sujets de Physique & de Philosophie, vol 2*. 1761, publ. 1768.
- [38] J. A. Faris. The Gergonne relations. *J. of Symbolic Logic*, 20 (3) :207–231, 1955.
- [39] A. Fidora and C. Sierra, editors. *Ramon Llull : From the Ars Magna to Artificial Intelligence*. Artificial Intelligence Research Institute, IIIA, CSIC, 146 p., Barcelona, 2011. Contributions par S. Barberà, M. Beuchot, E. Bonet, A. Bonner, J. M. Colomer, J. N. Crossley, A. Fidora, T. Sales, G. Wylie.
- [40] G. Frege. *Ecrits Logiques et Philosophiques*. Editions du Seuil, Paris, 1971. French transl. of 10 texts published between 1879 and 1925, introduction by C. Imbert.
- [41] J. Galli de Bibiena. *La Poupée*. 1747. Réimp. Desjonquères, 1987.
- [42] J. D. Gergonne. Application de la méthode des moindres carrés à l'interpolation des suites. *Annales de Math. Pures et Appl.*, 6 :242–252, 1815.
- [43] J. D. Gergonne. Essai de dialectique rationnelle. *Annales de Mathématiques Pures et Appliquées*, 7 :189–228, 1816.
- [44] J. D. Gergonne. Théorie de la règle de trois. *Annales de Math. Pures et Appl.*, 7 :117–122, 1816.
- [45] L. Giard. La “dialectique rationnelle” de Gergonne. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25 (2) :97–124, 1972.
- [46] P. Gochet and P. Gribomont. *Logique : Méthodes pour l'Informatique Fondamentale*. Langue, Raisonnement, Calcul. Hermes, Paris, 1990.
- [47] T. Hobbes of Malmesbury. *Leviathan, or the Matter, Forme and Power of a Common-Wealth Ecclesiasticall and Civil*. The Harvard Classics, 1651. French transl. G. Mairet, Folio, Gallimard, 2000, 6eéd. 2009; French transl. of the Latin version of 1668 by F. Tricaud and M. Pécharman, Vrin, 2005.
- [48] T. Hobbes of Malmesbury. *Elementa Philosophiae I. De Corpore*. Vrin, Paris, Bibliothèque des Textes Philosophiques, 2000, 1655. English transl. “Elements of Philosophy, The First Section, Concerning Body”, 1656; The English works of Thomas Hobbes of Malmesbury edited by William Molesworth, Vol. 1 : Elements of Philosophy, parts I-IV, The First Section Concerning Body, John Bohn, London 1839; the quoted text is in Part First, Computation or Logic, chap. 1 Of Philosophy.
- [49] D. Hume. *An Enquiry Concerning Human Understanding*. 1748. French transl. *Enquête sur l'Entendement Humain* by André Leroy, Aubier, Paris, 1947, new edit.. Flammarion, 1983, reimp. 2008.
- [50] W. S. Jeavons. *The Substitution of Similars, The True Principle of Reasoning, Derived from a Modification of Aristotle's Dictum*. Macmillan & Co, 1869.
- [51] W. S. Jeavons. *Elementary Lessons in Logic : Deductive and Inductive, with Copious Questions and Examples, and a Vocabulary of Logical Terms*. Macmillan & Co, 1870. Réimpression Elibron Classics.

- [52] G. Kalinowski. La logique juridique et son histoire. *Archives de Philosophie du Droit*, 27 :275–289, 1982. réédité dans *Anuario Filosófico*, 16, 331-350, 1983.
- [53] R. Kurzweil. *The Age of Intelligent Machines*. MIT, Cambridge, 1990.
- [54] J. La Mettrie (Offray de). *L’Homme-Machine*. 1747. Réimp. Folio Essais ; également auteur de *L’Homme-Plante* (1748) réimp. Le Corridor Bleu, 2003 ; de *L’Homme plus que Machine* (1748) réimp. Rivages, Payot, 2004 ; et de *Les Animaux plus que Machines* (1750).
- [55] C. Ladd. On the algebra of logic. In C. S. Peirce, editor, *Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University*, pages 17–71. Little, Brown, and Company, Baltimore, 1883.
- [56] J.-H. Lambert. *Neues Organon oder Gedanken über die Erforschung und Bezeichnung des Wahren und dessen Unterscheidung vom Irrthum und Schein*. 1764. rééd. in *Philosophische Schriften*. Volume II, Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1965 ; et par Akademie Verlag Berlin, 1990.
- [57] P.-S. Laplace. *Essai Philosophique sur les Probabilités*. Madame Veuve Courcier, Paris, 1814. Rééd. Christian Bourgois, 1986.
- [58] G. W. Leibniz. Explication de l’arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 & 1 ; avec des Remarques sur son utilité, & sur ce qu’elle donne le sens des anciennes figures Chinoises de Fohy. *Compte Rendu de l’Académie des Sciences (Paris), Mémoires*, pages 85–89, 1703.
- [59] J. Locke. *An Essay Concerning Human Understanding*. 1690. Penguin Classics, 1998.
- [60] W. G. MacQueen. *The Logic Diagram*. McMaster University. Open Access Dissertations and Theses, Oct. 1967. Paper 5815.
- [61] E. Mariotte. *Essai de Logique, contenant les principes des sciences, et la manière de s’en servir pour faire de bons raisonnements*. Rééd. Fayard, Paris, 1992, 1678. suivi de *Les principes du devoir et des connaissances humaines*, attribué à Roberval.
- [62] P. Marquis, O. Papini, and H. Prade. Eléments pour une histoire de l’intelligence artificielle. In P. Marquis, O. Papini, and H. Prade, editors, *Panorama de l’Intelligence Artificielle. Ses Bases Méthodologiques, ses Développements, Vol. I de 3 : Représentation des Connaissances et Formalisation des Raisonnements*, pages 1–39. Cépaduès, 2014.
- [63] Th. Martin. La logique probabiliste de Gabriel Cramer. *Math. Sci. Hum*, 44<sup>e</sup> année(4) :43–60, 2006.
- [64] Th. Martin. Logique du probable de Jacques Bernoulli à J.-H. Lambert. *Journ@l électronique d’Histoire des Probabilités et des Statistiques*, 2 (1b), 2006.
- [65] Th. Martin. J. - H. Lambert’s theory of probable syllogisms. *Int. J. of Approximate Reasoning*, 52 :144–152, 2011.
- [66] J. McCarthy, M. Minsky, N. Rochester, and C. E. Shannon. A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *The AI Magazine*, 27(4) :12–14, 2006.
- [67] P. McCorduck. *Machines who Think. A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1979.
- [68] N. Meusnier and S. Piron. Medieval probabilities : A reappraisal. In *Journ@l électronique d’Histoire des Probabilités et des Statistiques*, volume 3 (1). 2007.
- [69] J. Stuart Mill. *A System of Logic, Ratiocinative and Inductive, being a connected view of the principles of evidence and the methods of scientific investigation*. 1843. French transl. by L. Peisse, Librairie philosophique de Ladrangue, Paris, 1866.
- [70] O. H. Mitchell. On a new algebra of logic. In C. S. Peirce, editor, *Studies in Logic by Members of the Johns Hopkins University*, pages 72–106. Little, Brown, and Company, Baltimore, 1883.
- [71] N. J. Nilsson. *The Quest for Artificial Intelligence : A History of Ideas and Achievements*. Cambridge University Press, 2010.
- [72] C. S. Peirce. Description of a notation for the logic of relatives, resulting from an amplification of the conceptions of Boole’s calculus of logic. *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences*, 9 :317–378, 1870. Réimpression : *Collected Papers* vol. 3., 45-149.
- [73] C. S. Peirce. On the algebra of logic. *American Journal of Mathematics*, 3 :15–57, 1880. Réimpression : *Collected Papers* vol. 3, 154-251, 1960.
- [74] C. S. Peirce. On the algebra of logic : A contribution to the philosophy of notation. *American Journal of Mathematics*, 7 (2) :180–202, 1885. Réimpression : *Collected Papers* vol. 3, 359-403, 1960.
- [75] C. S. Peirce. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1931. Publication 1931-1935, 1958.

- [76] C. S. Peirce. *Philosophical Writings*. 1955. Selected and edited, with an Introduction by J. Buchler, Dover Publ.
- [77] J. Piaget. *Traité de Logique. Essai de Logistique Opératoire*. Armand Colin, Paris, 1949. 2nde éd. révisée : “Essai de logique opératoire”, en collaboration avec Jean-Blaise Grize, Dunod, Paris, 1972).
- [78] G. Ploucquet. *Logik*. Georg Olms, Hildesheim, 2006. Herausgegeben, übersetzt und mit einer Einleitung versehen von M. Franz.
- [79] V. Pratt. *Thinking Machines : The Evolution of Artificial Intelligence*. Basil Blackwell Ltd, Oxford and New York, 1987.
- [80] S. Rahman and J. Redmond. *Hugh MacColl. An Overview of his Logical Work with Anthology*. College Publications, 2007.
- [81] T. C. Ratliff. Lewis Carroll, voting, and the taxicab metric. *The College Mathematics Journal*, 41 :303–311, 2010.
- [82] F. Rose. *Into the Heart of the Mind : An American Quest for Artificial Intelligence*. Harper & Row, 1984. French transl. by J.-L. Peytavin, “L’Intelligence Artificielle. Histoire d’une Recherche Scientifique”, Préface L. Sfez, Payot, 1986.
- [83] E. Schröder. *Vorlesungen über die Algebra der Logik, 3 vols*. B. G. Teubner, Leipzig, 1890. Publication 1890-1905, réimpressions Chelsea, 1966 ; Thoemmes Press, 2000.
- [84] A. Sesmat. *Logique. I : Les Définitions. Les Jugements. Logique II : Les Raisonnements, la Logistique*. Hermann, 2 vol. 1950-1951, Paris, 1951.
- [85] G. Shafer. Non-additive probabilities in the work of Bernoulli and Lambert. *Arch. for History of Exact Sciences*, 19 (4) :309–370, 1978.
- [86] S.-J. Shin and O. Lemon. Diagrams. In E. N. Zalta, editor, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2008 Edition)*. 2008.
- [87] J. Stuart Mill. *Utilitarianism*. Parker, Son, and Bourn, London, 1863. French transl. by C. Aurdard et P. Thierry, L’utilitarisme, followed by Essai sur Bentham, PUF, Paris.
- [88] J. Swift. *Gulliver’s Travels*. 1726. French transl. publ. by Garnier-Flammarion ; Folio, or La Pléiade, Gallimard.
- [89] W. Thomson. *Outline of The Laws of Thought*. William Pickering, London, 1842.
- [90] W. Thomson. *An Outline of the Necessary Laws of Thought : A Treatise on Pure and Applied Logic*. Sheldon and Company, New York, 1857.
- [91] J. Vaucanson. *Le mécanisme du fluteur automate présenté à messieurs de l’Académie Royale des Sciences, avec la description d’un Canard Artificiel, mangeant, buvant, digérant & se vidant, épluchant ses ailes & ses plumes, imitant en diverses manières un Canard vivant, et aussi d’une autre figure également merveilleuse, jouant du Tambourin et de la Flute ...* Paris, 1738. 24 p.
- [92] J. Venn. *The Logic of Chance*. Macmillan, London and Cambridge, 1866. Revised, 1888 ; reprinted by Dover, New York, 2006.
- [93] J. Venn. On the diagrammatic and mechanical representation of propositions and reasonings. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 10 (58) :1–18, 1880.
- [94] J. Venn. *Symbolic Logic*. Macmillan, London, 1881.
- [95] H. Vigneron. Les automates. *La Nature, Revue des Sciences et de leurs Applications aux Arts et à l’Industrie*, Quarante deuxième année(2142) :56–61, 1914. 13 juin.
- [96] R. Whately. *Elements of Logic, Comprising the Substance of the Article in the Encyclopaedia Metropolitana*. J. Mawman, London, 1826.
- [97] N. Wiener. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Hermann / John Wiley, Paris / New-York, 1949.