



HENRI PRADE, JEAN-PAUL HATON

L'œuvre scientifique de Jacques Pitrat (1934-2019) – Une perspective historique

Volume 3, n° 1-2 (2022), p. 69-80.

[http://roia.centre-mersenne.org/item?id=ROIA\\_2022\\_\\_3\\_1-2\\_69\\_0](http://roia.centre-mersenne.org/item?id=ROIA_2022__3_1-2_69_0)

© Association pour la diffusion de la recherche francophone en intelligence artificielle et les auteurs, 2022, certains droits réservés.



Cet article est diffusé sous la licence

CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



*La Revue Ouverte d'Intelligence Artificielle est membre du  
Centre Mersenne pour l'édition scientifique ouverte*  
[www.centre-mersenne.org](http://www.centre-mersenne.org)

# L'œuvre scientifique de Jacques Pitrat (1934-2019) – Une perspective historique

Henri Prade<sup>a</sup>, Jean-Paul Haton<sup>b</sup>

<sup>a</sup> IRIT-CNRS Université Paul Sabatier 118, rte de Narbonne 31062 Toulouse Cedex 9, France

*E-mail* : henri.prade@irit.fr

<sup>b</sup> LORIA Université de Lorraine Nancy & Institut Universitaire de France

*E-mail* : jean-paul.haton@loria.fr.

---

RÉSUMÉ. — Jacques Pitrat a été le premier chercheur français à mener des recherches en intelligence artificielle dès le début des années 1960. Il a consacré toute sa vie de chercheur à développer une approche mettant en avant le rôle des métaconnaissances pour réaliser des programmes capables de s'améliorer eux-mêmes. Le but de ce court article est de retracer les principales étapes de sa recherche en les replaçant dans une perspective historique, et de mettre en évidence la cohérence et l'actualité de sa démarche tout en montrant la spécificité.

MOTS-CLÉS. — Histoire de l'IA, démonstration automatique, résolution de problèmes, métaconnaissance.

---

## 1. INTRODUCTION

Cet article<sup>(1)</sup> retrace les grandes étapes de la carrière scientifique de Jacques Pitrat, qui fut le premier à mener des recherches en intelligence artificielle en France. Il analyse les lignes directrices de ses travaux en mettant en évidence la continuité de ses préoccupations et la parfaite cohérence de sa recherche centrée autour de quelques idées clés. Cette analyse est replacée dans son contexte historique international.

Il importe de dire que cet hommage n'émane pas d'élèves ou de disciples de Jacques Pitrat (ce que les auteurs de cet article ne sont en rien) mais seulement de collègues qui l'ont connu et qui ont toujours apprécié l'homme et sa démarche.

L'article est organisé chronologiquement et thématiquement, en indiquant pour chaque sujet le contexte international. L'article se termine par une brève discussion de l'héritage scientifique que laisse Jacques Pitrat.

---

<sup>(1)</sup>Cet article reprend et développe un peu la matière d'un exposé présenté le vendredi 6 mars 2020 lors de la journée d'hommage à Jacques Pitrat à Sorbonne Université à Paris.

## 2. DÉMONSTRATION AUTOMATIQUE

Jacques Pitrat commence sa carrière peu après la naissance officielle de l'intelligence artificielle (IA). On rappelle tout d'abord ce contexte historique.

### 2.1. NAISSANCE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'expression « intelligence artificielle » apparaît pour la première fois – sous sa forme anglaise (*artificial intelligence*) – en 1955 aux Etats-Unis dans une demande de financement déposée à l'initiative de deux jeunes chercheurs américains, John McCarthy (1927-2011) et Marvin Minsky (1927-2016). Il s'agit alors d'organiser l'été suivant un atelier scientifique de deux mois à Dartmouth College (Hanover, New Hampshire), pour une dizaine de personnes auxquelles se joindront des visiteurs <sup>(2)</sup>. L'objectif est de discuter « la capacité [pour des machines] à utiliser le langage, à former des abstractions et des concepts, à résoudre différentes familles de problèmes pour le moment réservés aux humains, et à s'améliorer elles-mêmes. » [30]. L'intérêt alors pour les « machines pensantes » remonte au moins aux années 1950 comme en témoignent notamment des articles de Shannon [76] et Turing [79].

Les pionniers de l'IA ont des formations et des intérêts différents qui vont des mathématiques à la psychologie et aux sciences sociales, de la logique aux probabilités, de l'automatisation de la déduction à celle de l'apprentissage. Au premier plan des travaux marquants qui existent déjà en 1956 est le « Logic Theorist » de Newell et Simon (et J. C. Shaw) [35, 38] capable de démontrer des théorèmes logiques (tels que ceux apparaissant au début des *Principia Mathematica* de Whitehead et Russell). Ces recherches, comme celles des mêmes auteurs dans les années qui suivirent, eurent sans doute une influence sur les travaux de Jacques Pitrat qui, plus tard, rendit d'ailleurs hommage à Herbert Simon [65, 66, 67].

### 2.2. DÉBUTS DANS LA RECHERCHE

Polytechnicien, ingénieur de l'Armement, Jacques Pitrat travaille d'abord au laboratoire Central de l'Armement de 1959 à 1967. Dès cette époque, la possibilité de simuler l'intelligence sur machine est au centre de ses préoccupations [47]. Influencé sans doute par la cybernétique, il écrit ([47] p. 267) « Les machines les plus prometteuses sont les machines en réseau qui veulent imiter l'aspect physiologique du cerveau humain » (cité par [25]). Ceci illustre déjà son intérêt constant pour les liens entre l'IA et tout ce qui touche à la cognition humaine.

Si son premier article, en 1961, porte (déjà !) sur l'apprentissage [46], c'est sur un démonstrateur de théorèmes qu'il soutient sa thèse de Doctorat d'État en 1966 [48]. Il y est déjà question de méta-théorèmes (voir aussi [50]) ! Sa thèse fera l'objet d'une monographie chez Dunod en 1970 [51].

---

<sup>(2)</sup> Les principaux protagonistes sont outre John McCarthy et Marvin Minsky, deux aînés qui ont participé à la demande, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, ainsi que Trenchard More, Allen Newell, Arthur Samuel, Oliver Selfridge, Herbert A. Simon, Ray Solomonoff. Pour plus de détails sur l'histoire et la préhistoire de l'IA, on pourra consulter [11, 29].

Ce livre chez Dunod n'est malgré tout pas le premier livre d'intelligence artificielle en français. Il a été précédé en 1968, au PUF, par un traité offrant une vue d'ensemble du sujet [7], œuvre d'un cybernéticien (qui sera aussi membre de l'Oulipo et du Collège de Pataphysique), Paul Braffort (1923-2018), resté trop méconnu dans la communauté IA française, auquel nous rendons hommage ici.

La problématique de la démonstration automatique, élargie à celle de la résolution de problèmes mathématiques, fournira le sujet de nombreuses thèses encadrées dans les années 1970 par Jacques Pitrat<sup>(3)</sup> comme celles de Jean-Loïc Delhaye, Martial Vivet, Monique Grandbastien, Dominique Pastre, Dominique Bourgoïn, ou Bernard Merialdo [5, 12, 15, 31, 43, 80].

Après son Doctorat d'État, Jacques Pitrat est détaché au CNRS en 1967, il a 33 ans. Il fera dorénavant toute sa carrière au CNRS<sup>(4)</sup>. C'est là qu'il continuera à développer sa vision originale de l'IA, s'attaquant successivement aux grands problèmes du domaine, à commencer par le jeu d'échecs.

### **3. DES PROGRAMMES CAPABLES DE JOUER AUX ÉCHECS**

Très tôt, concevoir et réaliser un programme capable de battre des champions aux échecs apparaît comme un challenge pour l'IA naissante, comme en témoignent des articles de Shannon [76], de Newell [34], ou de Newell, Shaw et Simon [36] notamment. Les premiers programmes, en particulier ceux d'Arthur Samuel (1901-1990) pour le jeu de dames [73, 74], et d'Alex Bernstein [4] pour les échecs, apparaissent au début des années 1960. Si le jeu de dames fut rapidement maîtrisé, ce n'est qu'en 1967 que le programme de Richard Greenblatt (un hacker !) parvint à battre des joueurs de bon niveau aux échecs [16].

Dans la décennie qui suivit, Jacques Pitrat s'intéressa beaucoup à la conception et à l'implémentation de programmes généraux capables de jouer aux échecs [49]. Cela aboutit en 1977 à un long article dans *Artificial Intelligence* : « *A chess combination program which uses plans* » [53]. La même année il participe à un article collectif à l'IJCAI sur l'état de l'art avec les ténors du sujet, Hans Berliner, Rickie Greenblatt, Art Samuel et David Slate [3]. Comme le souligne le début du résumé de l'article d'Artificial Intelligence [53] :

*« The program analyses carefully the initial situation. It creates some plans and tries to execute them. It analyses the situations deeper in the tree only if the plan fails. In that case it generates new plans correcting what is wrong in the old one. So the program considers only natural branches of the tree. It can find combinations for which it is necessary to look more than twenty ply ahead. »*

La stratégie du programme, semblable à celle d'un joueur humain, repose sur l'analyse de la situation courante, l'élaboration de plans dont on simule l'exécution,

<sup>(3)</sup> Les thèses citées dans cet article ne sont données qu'à titre illustratif des préoccupations de Jacques Pitrat. Elles ne constituent qu'une relativement petite partie des quelque 70 thèses qu'il a supervisées en IA tout au long de sa carrière.

<sup>(4)</sup> Il y prendra sa retraite en 2000 atteint par la limite d'âge, sans pour autant s'arrêter de travailler.

qu'on remet en cause quand ils échouent. On est proche de l'idée d'un système capable d'introspection et de se corriger lui-même. C'est cependant d'abord la puissance des calculateurs qui permettra à Deep Blue [1] de battre Kasparov en 1997. Dès les années 1970, Jacques Pitrat montre comment un programme peut découvrir des connaissances et apprendre à jouer aux échecs [52, 55].

Les idées et modèles de Jacques Pitrat conduiront plus tard à des applications intéressantes dans le domaine des jeux. Ainsi, Tristan Cazenave développera dans sa thèse [9] le système *Introspect*, capable de créer automatiquement, pour un domaine donné, les connaissances permettant de faire des coupes dans l'arbre de recherche. Il appliquera ses idées au jeu de go, en partant simplement des règles du jeu et en apprenant par auto-observation. Ce système préfigurait le système *AlphaGo* [77], fondé sur une tout autre approche, mais lui aussi capable de s'auto-améliorer en jouant contre lui-même. Dans une autre thèse [6] également dirigée par Jacques Pitrat, Bruno Bouzy propose une modélisation cognitive du joueur de go.

#### **4. PROBLÉMATIQUES GÉNÉRALES : DE LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES AUX SYSTÈMES À BASE DE CONNAISSANCES**

Le jeu d'échecs constituait un challenge particulier, même si on peut penser qu'il est une forme d'archétype de problème de raisonnements difficiles. Les années 1970-1980 sont dominées par des problématiques plus générales comme les systèmes à base de connaissances. Pendant cette période Jacques Pitrat met en avant les approches déclaratives, ce qui le conduit à l'étude de la compréhension automatique de la langue naturelle qui permet à des experts d'exprimer les connaissances.

##### **4.1. PROBLÉMATIQUES GÉNÉRALES**

La conception de solveurs généraux de problèmes est une des préoccupations des premiers chercheurs en IA : le « General Problem Solver », ou « GPS » de Newell, Shaw et Simon [37] a marqué durablement la discipline [41] et est encore dans les mémoires.

C'est à un élève de Jacques Pitrat, Jean-Louis Laurière (1945-2005) trop tôt disparu et dont nous saluons ici la mémoire, que revient le mérite d'avoir jeté les bases des systèmes de résolution de contraintes dès le milieu des années 1970, avec le langage et le programme *ALICE* [21, 22] capable de résoudre des problèmes combinatoires de toutes sortes, à la différence des programmes de la recherche opérationnelle dédiés à des classes de problèmes particuliers.

Les années 1965-1970 voient aussi l'arrivée du premier système expert, *Dendral & Meta-Dendral* [28], bientôt suivi de *MYCIN* [8] et de beaucoup d'autres dans les deux décennies suivantes. Cela a conduit à la méthodologie générale des systèmes à base de connaissances. Ces systèmes sont le plus souvent à base de règles si-alors, et opèrent une stricte séparation dans le mécanisme de raisonnement entre la base de règles constituant la connaissance, et la base de faits relative aux situations particulières auxquelles on

applique la connaissance. Ces idées proviennent de considérations psychologiques (voir par exemple [33]).

Notons aussi que si, dès les débuts de l'IA, la logique a joué un rôle clé en représentation des connaissances, cette dernière discipline a été aussi influencée, tout comme la résolution de problèmes, par la psychologie cognitive [40]. Le besoin de structures de contrôle pour résoudre des problèmes afin d'éviter une recherche désordonnée ou, au contraire, d'aller trop loin dans l'exploration d'une impasse, a conduit à l'utilisation de règles si-alors et à des procédures de filtrage sophistiquées (voir [33]).

Dès l'époque des systèmes experts, Jacques Pitrat note la nécessité pour un moteur d'inférence exploitant une base de règles de « prendre de la hauteur » de façon à faire un choix aussi optimal que possible de la connaissance à appliquer : cela peut être envisagé sous l'angle de l'apprentissage comme dans la thèse de Yannick Parchemal [42], ou en tirant parti de métaconnaissances, comme dans le système Credex [45] dont il est question plus loin.

L'intérêt de représentations graphiques est aussi mis en évidence comme dans la thèse d'État d'Anne Adam et de Jean-Pierre Laurent qui ont développé conjointement LAURA [2], un système destiné à détecter d'éventuelles erreurs dans les programmes informatiques d'étudiants. Le principe est de comparer le programme d'un étudiant avec un programme modèle correct. Ce système utilisait des graphes pour représenter les programmes et mettait en œuvre une stratégie heuristique pour parcourir ces graphes.

#### 4.2. COMPRÉHENSION AUTOMATIQUE DE LA LANGUE

Jacques Pitrat constate en 1982 [57] que :

*« Un autre intérêt du déclaratif est de nous rapprocher d'un but souhaitable : pouvoir utiliser les langues naturelles pour fournir les connaissances. »*

ajoutant :

*« Je pense que le but fondamental de l'intelligence artificielle est de réaliser un interpréteur général et efficace de connaissances déclaratives. »*

En effet le langage naturel permet de décrire des connaissances pragmatiques (qui pourront être représentées par des « frames » [32], ou des « scripts » [75] notamment). Cette idée sera appliquée par Jacques Pitrat et ses élèves dans différents domaines qui vont de la compréhension des commentaires de parties d'échecs [56] à la mise en œuvre de recettes de cuisine dans la thèse de Marie-Odile Cordier [10]. On doit pouvoir poser des problèmes à un ordinateur en langage naturel [54], et autoriser des énoncés informels, comme l'illustre par exemple la thèse de Gérard Tisseau [78].

De manière générale, ceci conduira Jacques Pitrat à s'intéresser à la compréhension du langage naturel, sujet auquel il consacra un livre en 1985 [58], qui aura une version anglaise [59]. Jacques Pitrat a travaillé sur différents aspects du traitement du langage naturel. Son idée était de donner un rôle primordial au lexique. François Rousselot [71]

a ainsi développé un système à la fois de compréhension et de génération<sup>(5)</sup> de phrases fondé sur une grammaire fonctionnelle (proposée par Martin Kay [17]) permettant une analyse de la phrase articulée autour des niveaux lexical, syntaxique et sémantique. Il aimait également donner comme projet à ses étudiants un analyseur-générateur lexicographique. Jacques Pitrat s'est aussi intéressé à l'utilisation d'ATN sémantiques (pour « Augmented Transition Networks ») [81], fondés à nouveau sur l'utilisation de graphes formés de nœuds (mots ou classes) et d'arcs (actions potentielles à exécuter). Un tel modèle fut utilisé dans sa thèse [18, 19] par Daniel Kayser (1946-2017) pour « comprendre » des phrases.

## 5. UTILISATION ET DÉCOUVERTE AUTOMATIQUE DE MÉTACONNAISSANCES

Un des objectifs à long terme de l'IA a toujours été de concevoir et de réaliser des systèmes capables de s'améliorer eux-mêmes. Cette préoccupation figure déjà dans le programme de recherche du séminaire de Dartmouth College, comme on l'a rappelé au début de cet article. Au milieu des années 1980, cela conduit Doug Lenat à proposer le programme EURISKO capable d'apprendre de nouvelles heuristiques et des concepts dans des domaines particuliers [26], puis à développer le système CYC, réservoir de connaissances de bon sens pour faciliter l'acquisition de connaissances [27].

En 1990, Jacques Pitrat publie un maître livre, « Métaconnaissance, Futur de l'Intelligence Artificielle » [60], gros ouvrage discutant tous les aspects philosophiques, cognitifs et informatiques de cette notion clé. D'autres livres, plus courts, développeront et populariseront cette idée : « *Penser autrement l'informatique* » en 1993 [62] et « *De la machine à l'intelligence* » en 1995 [63].

Jacques Pitrat met en œuvre ses idées en implémentant le système MACISTE, capable de faire évoluer sa métaconnaissance et de se reconfigurer. Dans [64], il écrit : « *MACISTE is a reflective system that uses metaknowledge to use this metaknowledge itself. In particular, metaknowledge compiles knowledge and metaknowledge. As all metaknowledge is given in a declarative way, we bootstrap the system so that one can give it metaknowledge in a more and more declarative form. There is another kind of reflectivity : MACISTE can observe its own behavior so that it will be able to improve itself if it detects some errors or inefficiencies. Although its main goal is to improve itself, it has been used to define metaknowledge for a general problem-solver and for a general theorem-prover.* »

Jacques Pitrat a dirigé des travaux de recherche fondés sur l'utilisation de métaconnaissances, non seulement pour le jeu d'échecs, un de ses domaines favoris, mais dans divers domaines d'application. Ainsi Suzanne Pinson a développé au cours de sa thèse le système Credex [45]. Ce système, implanté en Snark [23], avait pour but d'aider les analystes financiers des banques à évaluer le risque afférent à l'attribution de prêts à des entreprises. Son originalité réside notamment dans sa structure multi-experts contrôlée par un métamodèle. Dans ce système, l'utilisation des règles expertes de

---

<sup>(5)</sup>Un autre exemple de génération est fourni par le système CEP d'Hélène Giroire pour engendrer des exercices en langage naturel à partir de directives données par l'utilisateur [14].

connaissances est pilotée par un ensemble de métarègles. Dans un tout autre domaine, Dominique Pastre a conçu le système Muscadet [44] de démonstration automatique de théorèmes. Muscadet utilise des connaissances liées aux théories mathématiques ainsi qu'un ensemble de métaconnaissances sur les méthodes de démonstration. Citons encore les thèses de Jean-Marc Fouet [13] et de Marc Porcheron [69] sur l'usage de métaconnaissances en vue d'améliorer l'utilisation de connaissances.

## 6. CAIA UN « CHERCHEUR ARTIFICIEL EN IA »

Jacques Pitrat continue sa recherche après son départ en retraite en 2000. Il y travaillera jusqu'aux derniers mois de sa vie. Il publie en 2009 son dernier livre, en anglais, « *Artificial Beings – The Conscience of a Conscious Machine* ». Ce livre présente le système CAIA (qui est l'acronyme de « Chercheur Artificiel en IA »). Sur sa page web personnelle <sup>(6)</sup>, il commence ainsi la présentation de CAIA :

*« I am struck by the slowness of the development of AI. Although I strongly believe that is certainly possible that artificial beings could be more intelligent than human beings, I came to doubt that human intelligence could ever realize alone such a difficult task, without an exterior help. AI systems are the only help that we can hope for. Thus we must bootstrap AI. I am realizing the system CAIA, whose goal is to become an Artificial Scientist in Artificial Intelligence. For the present time, CAIA and myself are collaborating for improving the performances of this system. In a distant future, when the bootstrap will be completed, I hope that CAIA will be able to develop AI research without my help. »*

Ces phrases montrent toute l'ambition du projet de Jacques Pitrat. Cependant il ne faut pas se méprendre, CAIA semble plus près d'un super système « ALICE » que d'un cerveau humain, et l'idée de conscience ne réfère ici qu'à la capacité du système à examiner son fonctionnement, à tirer parti de ses échecs. Voir aussi sur ce point l'article de Gérard Sabah [72].

## 7. LA VOIE CHOISIE PAR JACQUES PITRAT – UNE BRÈVE DISCUSSION

Cette rapide évocation des travaux de Jacques Pitrat montre la grande cohérence des idées qui sont à l'œuvre dans les approches qu'il a développées. Ce qui est très remarquable chez Jacques Pitrat c'est le souci constant de montrer par l'implémentation le caractère effectif des méthodes qu'il proposait. En cela il a été un programmeur inlassable tout autant qu'un développeur d'idées, souvent inspiré par la psychologie cognitive.

Comme beaucoup de chercheurs en IA de sa génération, il s'est attaché à la conception et à la réalisation d'architectures d'*intelligence générale*, proches de l'esprit de Soar [20, 70], dans la perspective épistémique et épistémologique proposée par Newell et Simon [39] (voir [24] sur ce point). Tels sont les systèmes MACISTE et CAIA,

---

<sup>(6)</sup><http://jacques.pitrat.pagesperso-orange.fr>



fidèles à l'idée reprise dans le titre d'un article de conférence [61] : « An intelligent system must and can observe its own behavior », dont les implémentations montraient l'intérêt.

Plutôt que de faire évoluer la représentation des connaissances et de produire des théories formelles du raisonnement ou de l'apprentissage – ce que lui aurait permis sa solide formation mathématique et logique (dont il avait fait montre notamment en démonstration automatique de théorèmes) – les idées qu'il élaborait étaient directement traduites dans des programmes où il les expérimentait. En ce sens, ses recherches s'écartent d'une grande partie de la recherche en IA qui à partir des années 1980 et plus encore des années 1990 s'est spécialisée sur des sujets de plus en plus techniques et précis, et dans le développement de nouveaux cadres de représentation susceptibles de permettre une meilleure prise en compte de nombreuses questions d'IA.

Assurément, toutes les démarches de recherche sont utiles dans une discipline encore jeune comme l'IA, pourvu qu'elles soient menées de manière rigoureuse et approfondie. C'est sans doute ce que pensait Jacques Pitrat qui fut toujours un ardent défenseur de l'IA dans son ensemble.

## 8. POUR CONCLURE

Jacques Pitrat est un grand pionnier (avec Alain Colmerauer et Jean-Louis Laurière, à partir des années 1970) de l'IA « symbolique » en France. Il a traité de nombreux problèmes d'IA, de la démonstration automatique aux jeux, des systèmes de contraintes à l'apprentissage, sans oublier la compréhension du langage naturel. Une très grande continuité et une parfaite cohérence sous-tendent l'ensemble de ses recherches, portées par une vision très ambitieuse qu'il avait du futur de l'IA. C'était en effet un partisan de l'IA « forte »<sup>(7)</sup>. Chercheur, programmeur et expérimentateur jusqu'au bout, Jacques Pitrat fut aussi un très grand formateur dans sa discipline avec l'encadrement de plus de 70 thèses en IA.

Il a été le premier français à être membre du Comité Éditorial de la revue historique du domaine, « *Artificial Intelligence* ». C'était un EuRAI fellow et un AAAI fellow. Il fut un constant défenseur de l'IA française.

Tous ceux qui ont eu la chance de l'approcher peuvent témoigner du fait qu'il était un homme simple, charmant et passionné.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Monique Baron et Monique Grandbastien pour leurs lectures attentives des premières versions de ce texte et leurs remarques pertinentes.

---

<sup>(7)</sup>Cf. son exposé de novembre 2018 <https://www.lip6.fr/colloquium/?guest=Pitrat>

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] FENG-HSIUNG HSU, *Behind Deep Blue: Building the Computer that Defeated the World Chess Champion*, Princeton University Press, 2002.
- [2] A. ADAM & J.-P. LAURENT, « LAURA, a system to debug student programs », *Artificial Intelligence* **15** (1980), p. 75-122.
- [3] H. J. BERLINER, R. GREENBLATT, J. PITRAT, A. SAMUEL & D. SLATE, « Computer game playing », in *Proc. 5th Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence, Cambridge, MA, Aug. 22-25* (R. Reddy, éd.), William Kaufmann, 1977, p. 975-982.
- [4] A. BERNSTEIN & M. DE. V. ROBERTS, « Computer vs. chess-player », *Scientific American* **198** (1958), p. 96-105.
- [5] D. BOURGOIN, « Un programme heuristique pour résoudre des exercices d'arithmétique », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 1978.
- [6] B. BOUZY, « Modélisation cognitive du joueur de go », Thèse, Univ. Paris VI, 1995.
- [7] P. BRAFFORT, *L'Intelligence Artificielle*, P.U.F., 1968.
- [8] B. G. BUCHANAN & E. H. SHORTLIFFE (éds.), *Rule-based Expert Systems – The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*, Addison-Wesley, Reading, 1984.
- [9] T. CAZENAVE, « Système d'apprentissage par auto-observation. Application au jeu de go », Thèse, Univ. Paris VI, 1996.
- [10] M. O. CORDIER, « Commande d'un robot en langage naturel dans un domaine nécessitant des connaissances pragmatiques : les recettes de cuisine », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 1979.
- [11] D. CREVIER, *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence. Basic Books*, Harper Collins Publishers, New York, 1993, Traduction française : *À la Recherche de l'Intelligence Artificielle*. Champs, Flammarion. 1997.
- [12] J.-L. DELHAYE, « DATAL, un programme de démonstration automatique de théorèmes », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 1970.
- [13] J.-M. FOUET, « Utilisation de connaissances pour améliorer l'utilisation de connaissances : la machine Gosseyn », Thèse d'État, Univ. Paris VI, 1987.
- [14] H. GIROIRE, « Un système à base de connaissances pour la génération d'exercices dans des domaines liés au monde réel », Thèse, Univ. Paris VI, 1989.
- [15] M. GRANDBASTIEN, « Un programme qui résout formellement des équations trigonométriques par des procédés heuristiques », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 1974.
- [16] R. D. GREENBLATT, D. E. EASTLAKE & S. D. CROCKER, « The Greenblatt chess program », in *Proc. of the Fall Joint Computer Conf. of the American Federation of Information Processing Societies (AFIPS '67), Nov. 14-16, 1967, Anaheim, Ca, AFIPS Conference Proceedings 31, AFIPS / ACM / Thomson Book Company, 1967, p. 801-810.*
- [17] M. KAY, « Functional unification grammar: A formalism for machine translation », in *Proc. 10th Int. Conf. on Computational Linguistics (COLING'84), Stanford, July 2-6, 1984, p. 75-78.*
- [18] D. KAYSER, « Définition d'un critère pour la construction de règles par apprentissage sur ordinateur. Application à l'analyse heuristique d'énoncés en langage naturel », Thèse d'État, Univ. Paris VI, 1975.
- [19] ———, « Une méthode simple : les ATN sémantiques », in *Actes 3<sup>e</sup> Congrès AFCET Reconnaissance des Formes / Intelligence Artificielle, Journée d'études AFCET Applications des programmes de compréhension des langages naturels*, 1981, p. 41-63.
- [20] J. E. LAIRD, A. NEWELL & P. S. ROSENBLUM, « Soar: An architecture for general intelligence », *Artificial Intelligence* **33** (1987), p. 1-6.
- [21] J.-L. LAURIÈRE, « Un langage et un programme pour énoncer et résoudre des problèmes combinatoires », Thèse d'État, Univ. Paris VI, 1976, 227 p.
- [22] ———, « A language and a program for stating and solving combinatorial problems », *Artificial Intelligence* **10** (1978), n° 1, p. 29-127.
- [23] J.-L. LAURIÈRE & M. VIALATTE, « SNARK: A language to represent declarative knowledge and an inference engine which uses heuristics », in *Proc. IFIP 10th World Computer Congress (Information Processing '86), Dublin, Sept. 1-5* (H.-J. Kugler, éd.), North-Holland, 1986, p. 811-816.

- [24] J.-L. LE MOIGNE, « Sur un exceptionnel manifeste épistémologique : “Symbols and Search”. Merveilleux et pourtant compréhensible est le traitement heuristique des systèmes de symboles physiques », *Revue d'Intelligence Artificielle* **16** (2002), n° 1-2, p. 251-268.
- [25] R. LE ROUX, *Une Histoire de la Cybernétique en France (1948-1975)*, Histoire des Techniques, vol. 14, Classiques Garnier, 2018.
- [26] D. B. LENAT, « EURISKO: A program that learns new heuristics and domain concepts », *Artificial Intelligence* **21** (1983), n° 1-2, p. 61-98.
- [27] D. B. LENAT, M. PRAKASH & M. SHEPHERD, « CYC: Using common sense knowledge to overcome brittleness and knowledge acquisition bottlenecks », *The AI Magazine* **6** (1986), n° 4, p. 65-85.
- [28] R. K. LINDSAY, B. G. BUCHANAN, E. A. FEIGENBAUM & J. LEDERBERG, *Applications of Artificial Intelligence for Organic Chemistry: The DENDRAL Project*, McGraw-Hill, 1980.
- [29] P. MARQUIS, O. PAPINI & H. PRADE, « Éléments pour une histoire de l'intelligence artificielle », in *Panorama de l'Intelligence Artificielle – 3 volumes*, vol. 1, chap. 1, Cépaduès, 2014, p. 1–39, [Version anglaise mise à jour et augmentée : *A Guided Tour of Artificial Intelligence Research – 3 volumes*, chap 1, vol. 1, p. 1-43, Springer, 2020].
- [30] J. MCCARTHY, M. MINSKY, N. ROCHESTER & C. E. SHANNON, « A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955 », *The AI Magazine* **27** (2006), n° 4, p. 12-14.
- [31] B. MERIALDO, « Représentation des ensembles en démonstration automatique », Thèse, Univ. Paris VI, 1979.
- [32] M. MINSKY, « Minsky's frame system theory », in *Proc. of the 1975 workshop on Theoretical Issues in Natural Language Processing (TINLAP'75)*, Association for Computational Linguistics, 1975 (cet article est paru à l'origine sans nom d'auteur), p. 104-116.
- [33] J. MOORE & A. NEWELL, « How can Merlin understand ? », in *Knowledge and Cognition* (L. Gregg, éd.), Erlbaum, Hillsdale, N. J., 1974, p. 201-252.
- [34] A. NEWELL, « The chess machine: An example of dealing with a complex task by adaptation », in *Proc. Western Joint Computer Conference, Los Angeles, March 1-3*, vol. 1, 1955, p. 101-108.
- [35] A. NEWELL, J. C. SHAW & H. A. SIMON, « Empirical explorations of the logic theory machine. A case study in heuristic », in *Proc. of the Western Joint Computer Conference*, 1957, p. 218-239.
- [36] ———, « Chess-playing programs and the problem of complexity », *IBM J. Res. Dev.* **2** (1958), n° 4, p. 320-335.
- [37] ———, « Report on a general problem-solving program », in *Proc. Int. Conf. on Information Processing*, 1959, p. 256-264.
- [38] A. NEWELL & H. A. SIMON, « The logic theory machine. A complex information processing system », *IRE Trans. on Information Theory* **2** (1956), n° 3, p. 61-79.
- [39] ———, « Computer Science as empirical inquiry: Symbols and search », in *10<sup>th</sup> Turing Award Lecture, 1975*, vol. 19, Communications of the ACM, n° 3, Association for Computing Machinery, 1976, p. 113-126.
- [40] ———, *Human Problem Solving*, 1<sup>re</sup> éd., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 920 p., 1972.
- [41] N. J. NILSSON, *Problem Solving Methods in Artificial Intelligence*, McGraw-Hill, New York, 1971.
- [42] Y. PARCHEMAL, « Sepiar : un système à base de connaissance qui apprend à utiliser efficacement une expertise », Thèse, Univ. Paris VI, 1988.
- [43] D. PASTRE, « Démonstration automatique de théorèmes en théorie des ensembles », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 1976.
- [44] ———, « MUSCADET : un système de démonstration automatique de théorèmes utilisant connaissances et métaconnaissances en mathématiques », Thèse d'État, Univ. Paris VI, 1984.
- [45] S. PINSON, « Méta-modèle et heuristiques de jugement : le système Credex, application à l'évaluation du risque crédit entreprise », Thèse, Univ. Paris VI, 1987.
- [46] J. PITRAT, « Diverses méthodes d'apprentissage des machines », in *Actes 2<sup>e</sup> congrès de l'Association Française de Calcul et de Traitement de l'Information*, 1961, p. 208-219.
- [47] ———, « Simulation de l'intelligence sur machine », *Automatisme* **7** (1962), n° 7-8, p. 259-271.
- [48] ———, « Réalisation de programmes de démonstration de théorèmes utilisant des méthodes heuristiques », Thèse de doctorat es sciences mathématiques, Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 1966.

- [49] ———, « Realization of a general game-playing program », in *Information Processing 68* (A. J. H. Morrel, éd.), Proc. of Congress of the International Federation for Information Processing (IFIP), Edinburgh, Aug. 5-10, 1968, Vol. 2 - Hardware, Applications, North-Holland, 1969, p. 1570-1574.
- [50] ———, « Heuristic interest of using metatheorems », in *Symposium on Automatic Demonstration*, Lecture Notes in Mathematics, vol. 125, Springer, Berlin, 1970, p. 194-206.
- [51] ———, *Un Programme de Démonstration de Théorèmes*, Monographies d'Informatique de l'AFCEI, vol. 7, Dunod, 1970, 120 p.
- [52] ———, « A program for learning to play chess », in *Pattern Recognition and Artificial Intelligence* (C. H. Chen, éd.), Academic Press, 1976, p. 125-155.
- [53] ———, « A chess combination program which uses plans », *Artificial Intelligence* **8** (1977), n° 3, p. 275-321.
- [54] ———, « L'utilisation du langage naturel pour poser des problèmes à un ordinateur », in *Actes Colloque Intelligence Artificielle « Application de l'intelligence artificielle à l'informatique »*, Strasbourg, 19-23 sept., 1977, p. 85-95.
- [55] ———, « Programmes d'échecs et utilisation des connaissances », in *Actes Colloque Intelligence Artificielle « Programmes d'intelligence artificielle utilisant une grande quantité de connaissances »*, Rouen, 17-21 sept., 1979, p. 265-293.
- [56] ———, « Un langage pour décrire les connaissances pragmatiques », in *Actes Colloque Intelligence Artificielle, Toulouse, 6-10 juil.*, 1981, p. 177-205.
- [57] ———, « Les connaissances déclaratives », in *Actes Colloque Intelligence Artificielle « Utilisation de connaissances déclaratives »*, Le Mans, 20-24 sept., 1982, p. 3-16.
- [58] ———, *Textes, Ordinateurs et Compréhension*, Eyrolles, 1985, 201 p.
- [59] ———, *An Artificial Approach to Understanding Natural Language*, North Oxford Academic (UK) & GP Publishing (USA), 1988.
- [60] ———, *Métacognition, Futur de l'Intelligence Artificielle*, Hermès, 1990, 401 p.
- [61] ———, « An intelligent system must and can observe its own behavior », in *COGNITIVA 90: At the Crossroads of Artificial Intelligence, Cognitive Science, and Neuroscience* (T. Kohonen & F. Fogelman-Soulie, eds.), Proc. 3rd COGNITIVA Symposium, Madrid, 20-23 Nov. 1990, Elsevier, 1991, p. 119-128.
- [62] ———, *Penser Autrement l'Informatique*, Hermès, 1993, 206 p.
- [63] ———, *De la Machine à l'Intelligence*, Hermès, 1995, 134 p.
- [64] ———, « Implementation of a reflective system », *Future Generation Computer Systems* **12** (1996), p. 235-242.
- [65] ———, « Editorial : Hommage à Herbert Simon (1916-2001) », *Revue d'Intelligence Artificielle* **16** (2002), n° 1-2, p. 7-9.
- [66] ———, « Herbert Simon, pionnier de l'Intelligence Artificielle », *Revue d'Intelligence Artificielle* **16** (2002), n° 1-2, p. 11-16.
- [67] ———, « Herbert Simon et le méta », *Revue d'Intelligence Artificielle* **16** (2002), n° 1-2, p. 87-99.
- [68] ———, *Artificial Beings. The Conscience of a Conscious Machine*, ISTE, Wiley, 2009, 288 p.
- [69] M. PORCHERON, « Utilisation de méta-connaissances pour la compilation des règles de production », Thèse, Univ. Paris VI, 1990.
- [70] S. ROSENBLOOM, J. E. LAIRD, A. NEWELL & R. MCCARL, « A preliminary analysis of the Soar architecture as a basis for general intelligence », *Artificial Intelligence* **47** (1991), n° 1-3, p. 289-325.
- [71] F. ROUSSELOT, « Réalisation d'un programme comprenant des textes, en utilisant un formalisme unique pour représenter toutes les connaissances nécessaires », Thèse d'état, Univ. Paris VI, 1984.
- [72] G. SABAH, « Conscience et Intelligence artificielle(s) vues par Jacques Pitrat », ROIA, ce numéro, 2021.
- [73] A. SAMUEL, « Some studies in machine learning using the game of checkers », *IBM Journal* **3** (1959), n° 3, p. 210-229.
- [74] ———, « Some studies in machine learning using the game of checkers. II. Recent progress », *IBM Journal* **11** (1967), n° 6, p. 601-617.
- [75] R. SCHANK & R. P. ABELSON, *Scripts, Plans, Goals and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*, Erlbaum, 1977.

- [76] C. E. SHANNON, « Programming a computer for playing chess. Philosophical Magazine (7th series) », *IBM Journal* **XLI** (1950), n° 314, p. 256-275, Presented at the National Institute of Radio Engineers Convention, New York, 9 March 1949.
- [77] D. SILVER, J. SCHRITTWIESER, K. SIMONYAN, I. ANTONOGLU, A. HUANG, A. GUEZ, T. HUBERT, L. BAKER, M. LAI, A. BOLTON, Y. CHEN, T. LILICRAP, FAN HUI, L. SIFRE, G. VAN DEN DRIESSCHE, T. GRAEPEL & D. HASSABIS, « Mastering the game of Go without human knowledge », *Nature* **550** (19 octobre 2017), p. 354-359.
- [78] G. TISSEAU, « Modélisation à partir d'un énoncé informel : Le système MODÉLIS. Application à des exercices de thermodynamique », Thèse, Univ. Paris VI, 1990.
- [79] A. TURING, « Computing machinery and intelligence », *Mind* **59** (1950), p. 433-460.
- [80] M. VIVET, « Un programme qui vérifie des égalités à l'aide du raisonnement par récurrence », Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 1973.
- [81] W. WOODS, « Transition network grammars for natural language analysis », *Com. ACM* **13** (1970), n° 10, p. 591-606.

---

ABSTRACT. — Jacques Pitrat was the first French researcher to carry out research in artificial intelligence from the beginning of the 1960s. As a researcher, he devoted all his life to the development of an approach emphasizing the role of meta-knowledge in order to carry out programs capable of improving themselves. The aim of this short article is to retrace the main stages of his research by placing them in a historical perspective, and to highlight the consistency and the topicality of his approach while showing its specificity.

KEYWORDS. — History of AI, automated reasoning, problem solving, meta-knowledge.

---

*Manuscrit reçu le 15 janvier 2021, révisé le 25 octobre 2021, accepté le 15 novembre 2021.*