



Revue Ouverte
d'Intelligence
Artificielle

JEAN-LUC DORMOY

La collaboration d'EDF avec l'équipe Pitrat, des années 1980 à 2000.
Financer la recherche sur les grandes questions ?

Volume 3, n° 1-2 (2022), p. 59-67.

http://roia.centre-mersenne.org/item?id=ROIA_2022__3_1-2_59_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

La collaboration d'EDF avec l'équipe Pitrat, des années 1980 à 2000. Financer la recherche sur les grandes questions ?

Jean-Luc Dormoy^{a, b}

^a it-nergy 5, rue des Cerisiers, 92350 Le Plessis-Robinson, France

^b Vesta-System 22 avenue Doyen Louis Weil, 38000 Grenoble, France

E-mail : jl@dormoy.org.

RÉSUMÉ. — L'auteur retrace les souvenirs de ses interactions scientifiques avec Jacques Pitrat. Travaillant dans un contexte industriel, il a progressivement mis en place un cadre de partenariat avec l'équipe Pitrat, qui rétrospectivement indique une voie originale de coopération industrie-recherche. De façon plus générale, il s'interroge sur la pertinence et les moyens à accorder à une telle coopération qui serait focalisée sur de « grandes questions », ambitieuses et nécessairement de long terme, comme celles qui ont animé la vie scientifique de J. Pitrat.

MOTS-CLÉS. — Intelligence Artificielle Générale, relations Industrie-Recherche.

1. INTRODUCTION

Ce texte évoque les relations scientifiques de l'auteur avec Jacques Pitrat. Celles-ci ont commencé par un doctorat conduit à EDF dans l'équipe de Michel Gondran, avec Jean-Louis Laurière pour Directeur, et l'intégration côté académique à « l'équipe Pitrat-Laurière ». Devenu chercheur à la Direction des Études et Recherches d'EDF, l'auteur a progressivement dégagé un soutien par EDF aux activités de recherche longue, notamment par l'organisation en commun avec IBM et Renault d'un séminaire d'Intelligence Artificielle à portée internationale. Ce soutien s'est poursuivi en partenariat avec l'équipe Pitrat en partageant l'organisation et la définition du contenu du séminaire devenu commun, et en permettant la participation de chercheurs d'EDF aux réunions annuelles de trois jours de l'équipe Pitrat, sur un agenda dont elle restait maître.

Même si ce soutien a été finalement modeste en termes de montant, il constitue une expérience vécue d'un type de relation entre recherche et industrie différent de ceux habituellement pratiqués : pas de focalisation sur un utilitarisme immédiat, mais établissement d'un dialogue respectant le temps long d'une recherche sur des grandes questions.

Depuis des décennies, le financement de la coopération industrie-recherche va en proportion inverse à la portée des questions posées par la recherche. Pourtant, dégager de nouveaux modes (et les volumes correspondants) de financement du temps long et des solutions aux grandes questions apparaît d'une brûlante actualité. Là aussi, J. Pitrat, par la constance et l'ambition de ses objectifs, aura été un précurseur.

2. MA RENCONTRE AVEC L'IA ET AVEC JACQUES PITRAT

Mon adoption par l'équipe Pitrat s'est faite par hasard. J'étais passé par l'ENS de Saint-Cloud, j'avais interrompu une thèse en mathématiques appliquées conduite sans beaucoup d'enthousiasme, et je cherchais un moyen d'accomplir quelque chose avec un impact, sachant seulement que j'avais peu de goût pour l'enseignement. Par un ami d'ami, j'avais obtenu un rendez-vous au printemps 1983 avec le conseiller scientifique du service IMA – Informatique et Mathématiques Appliquées – de la Direction des Études et Recherches d'EDF, David Feingold. Il m'avait gentiment écouté, et ayant entendu le mot « Intelligence Artificielle » au milieu d'une liste de domaines abordés dans des DEA successifs, m'avait présenté à Michel Gondran, Chef de Département adjoint au sein d'IMA. Celui-ci m'embaucha immédiatement comme thésard en Intelligence Artificielle, avec comme sujet « faire quelque chose pour les centrales nucléaires », et comme directeur de thèse Jean-Louis Laurière. J.-L. Laurière et M. Gondran se connaissaient depuis longtemps à travers leurs travaux respectifs sur la recherche opérationnelle et les contraintes, le livre « Gondran et Minoux » [10] était une référence, avec l'originalité du traitement d'une partie de l'algorithmique par les dioïdes.

J.-L. Laurière a toujours attaché beaucoup d'importance aux relations industrielles, source de problèmes intéressants et réalistes pour sa recherche, et il venait de passer un accord avec EDF pour l'utilisation de SNARK, son moteur d'inférence « du premier ordre » [11]. Mais cet accord ne stipulait pas que M. Gondran pouvait choisir des thésards pour lui, ma première rencontre a donc été avec un J.-L. Laurière furieux, à deux doigts de m'éjecter de son bureau !

J'étais néanmoins très satisfait : une thèse rémunérée, un bureau, et la découverte de l'ordinateur, de la programmation, et de ce qui était censé la rendre obsolète : l'Intelligence Artificielle. Mon sujet de thèse est ensuite venu logiquement dans ce contexte : la conduite de centrale nucléaire est justifiée par une compréhension de phénomènes physiques complexes par les concepteurs et les opérateurs, qui peuvent s'appuyer sur des calculs numériques, mais doivent être capables de les abstraire et les généraliser. Ce sera donc la *physique qualitative*, qui venait d'apparaître en Intelligence Artificielle [1], et la programmation d'une nouvelle version d'un moteur d'inférence améliorant SNARK, qui s'appellera Boojum, par référence à *La chasse au Snark* de Lewis Carroll [4]. Thèse soutenue [6], papiers scientifiques en IA et commercialisation de Boojum sous le nom Genesia s'ensuivront, ainsi qu'une embauche à EDF.

Parmi les obligations d'une thèse avec J.-L. Laurière, il y avait la participation aux réunions mensuelles de son équipe, qui étaient communes avec celles de l'équipe de

J. Pitrat. C'est donc là que j'ai appris à connaître J. Pitrat, pour qui Jean-Louis avait une admiration profonde et respectueuse.

Je dois l'avouer, les premières interventions de J. Pitrat n'ont pas constitué pour moi une révélation immédiate : cela dépassait mon cadre de compréhension. Pourtant tous les ingrédients étaient là : le « père fondateur » de l'IA en France, ses relations à parité avec les plus grands du domaine dans le monde, l'admiration un peu craintive de la communauté française, l'originalité flagrante des orientations scientifiques de l'équipe. J'étais donc face à une inconnue, à laquelle ma formation ne m'avait pas préparé : faire de la science non pas avec des outils prémâchés par des siècles d'accumulation, mais dans un domaine à peine défriché, défini essentiellement par les intentions de ses parties prenantes. L'effort à faire pour m'intégrer scientifiquement, considérable, m'incombait donc.

3. L'IA à EDF : DES APPLICATIONS AMBITIEUSES À L'OUVERTURE AU MONDE

3.1. L'IA à EDF-DER

L'Intelligence Artificielle avait pris de l'importance à la Direction des Études et Recherches d'EDF, avec plusieurs groupes dans plusieurs services, pour plusieurs dizaines d'ingénieurs-chercheurs et de thésards. C'était un de ses « étés ». Les applications touchaient plusieurs domaines parmi les activités d'EDF, mais les plus emblématiques et ambitieuses concernaient le nucléaire. Un système expérimental, avec un nom de code interne « EXTRA » puis « KSE », avait notamment été « embarqué » dans la centrale du Bugey pour « traiter les alarmes », c'est-à-dire expliquer à l'opérateur ce qu'il se passait dans la centrale quand une avalanche d'alarmes apparaissait dans certaines circonstances, la plupart des alarmes étant conséquences indirectes de quelques-unes.

Ce système était un précurseur des *systèmes embarqués* qui ont depuis fleuri dans les avions, les voitures, les systèmes médicaux, et posait les problèmes que toute une communauté scientifique a depuis attaqués : est-on sûr de la correction du système ? Comment s'assurer qu'il correspondait bien à l'état présent de l'installation industrielle ? Comment le remettre en cohérence avec l'installation lorsque celle-ci subit des modifications marginales mais relativement fréquentes ? Sous le vocable « Intelligence Artificielle », nous faisons en réalité aussi de la théorie des automates, de la validation et de la vérification de leur cohérence, et de la génération automatique de code.

Nous le voyions aussi à l'époque comme une déclinaison de l'idée générale que les connaissances doivent être fournies à la machine de façon déclarative. Nous l'interprétions en donnant des connaissances considérées comme étant des « principes premiers », par exemple le comportement physique de l'installation industrielle, ou une méthode générale de diagnostic, ces connaissances devant ensuite être traitées par un « méta-système » d'IA pour fournir un système intelligent opérationnel viable, par génération de code, mais aussi avec vérification et validation.

Ces activités, conduites sous la contrainte de l'application, mais aussi nourries par sa substance, entraînent donc fortement en résonance avec les recherches de J. Pitrat, qui

avait commencé à considérer la construction d'un système d'Intelligence Artificielle Générale comme devant intégrer tous les aspects de sa « création » et de son fonctionnement viable.

3.2. LE SÉMINAIRE D'IA EDF-IBM-RENAULT

Sur un plan humain, la multiplication des équipes d'IA à EDF posait la question de leur gestion et de leur coopération. Pour trouver un « terrain neutre » en plus des bénéfices directs qu'on pouvait en attendre, la direction de la DER m'avait encouragé en 1989 à monter un séminaire d'IA. J'avais demandé à Philippe Dague d'IBM et à Jean-Marc David de Renault de s'y associer, et nous avions un budget pour inviter des chercheurs ou des praticiens du monde entier. Philippe Dague travaillait sur des fondements du diagnostic et de leurs applications aux circuits électroniques et logiques, ce qui était proche des thèmes de mes publications sur la physique qualitative, certaines d'ailleurs en commun avec Olivier Raiman [8] [9], lui aussi au centre scientifique IBM de l'époque. Jean-Marc David lançait les « systèmes experts de seconde génération » à Renault avec des problématiques industrielles semblables, thème qui a aussi donné lieu à une extension de la conférence sur les Systèmes Experts d'Avignon.

J'étais avide de mon côté de découvrir et de connaître ce qui se faisait en Intelligence Artificielle dans le reste du monde. À cette époque les « post-doc » ou autres raisons institutionnalisées de « voyages scientifiques » étaient encore rares, et si je participais assidûment aux conférences internationales en publiant, c'était aussi un bon moyen de faire venir le monde à nous pour apprendre à connaître les idées scientifiques en cours et les comparer à ce que nous faisons en France, et notamment dans l'équipe Pitrat.

Ce séminaire d'IA fut un succès pendant plusieurs années, de 1989 à 1996, avec des participations allant jusqu'à 250 personnes, et des invités prestigieux. Il se tenait alternativement dans un des centres R&D d'EDF, au Centre Scientifique d'IBM ou dans les locaux de Renault. Ce n'était cependant pas un séminaire d'affichage ou de prestige, il était demandé aux invités de parler assez longuement de leur travail, sans contrainte de durée, de sujet, ou d'actualité.

Par exemple, nous avons invité Rodney Brooks (Figure 3.1), qui était alors chercheur au MIT où il construisait ses « insectes artificiels », c'est-à-dire des robots à six pattes, ayant une architecture computationnelle originale appelée « *subsumption architecture* ». La première vue de son exposé était « *What is AI?* »...



FIGURE 3.1. Séminaire EDF-IBM-Renault de décembre 1991 : R. Brooks. (Clichés de l'auteur)

Dans la foulée du séminaire, nous avons organisé avec des amis comme Paul Bourguine – lui aussi un thésard de J.-L. Laurière – et R. Brooks la première conférence européenne sur la Vie Artificielle ECAL'91. J'y avais publié un papier [7] avec Sylvie Kornman, alors thésarde de J. Pitrat, sur l'application de nos idées, fortement influencées par J. Pitrat, dans ce nouveau domaine de la vie artificielle (Figure 3.2).

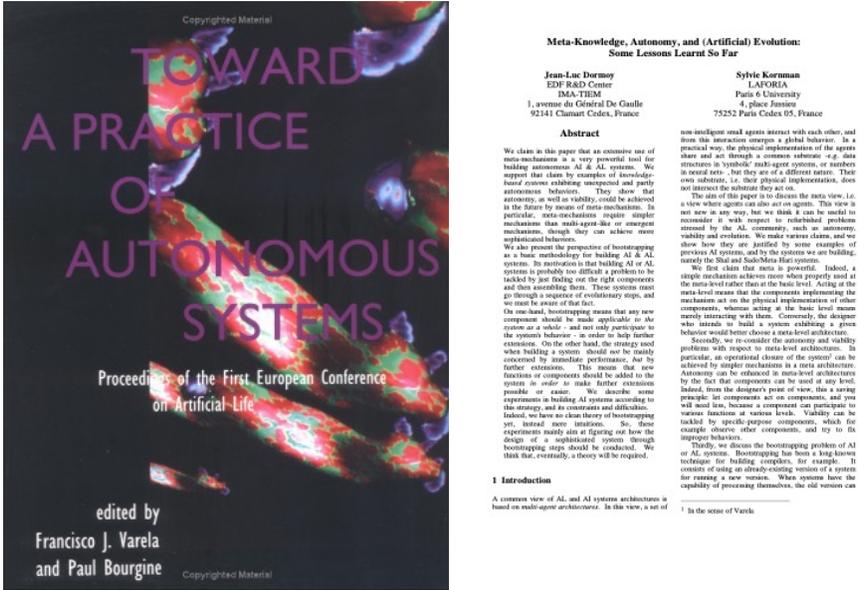


FIGURE 3.2. Les *proceedings* de ECAL'91, le papier JLD-SK [7]

Comme on le voit, les idées de l'équipe Pitrat diffusaient largement dans des domaines inattendus et pionniers. Pour ce qui concerne ce papier particulier, l'idée fondamentale était de traduire en termes de mode de conception et de fonctionnement d'un système d'IA les propriétés fondamentales d'un système vivant, et notamment l'autopoïèse de Varela et Maturana [15] : un système vivant est un système qui se construit en permanence lui-même, et est donc constitué de mécanismes à la fois résultats de l'action d'autres mécanismes, et à leur tour acteurs de la morphogenèse et du métabolisme. Il y avait ainsi une grande unité avec les travaux de J. Pitrat sur la méta-connaissance et le *bootstrap*.

4. L'ÉVOLUTION VERS LA COLLABORATION EDF-LAFORIA

4.1. LE SÉMINAIRE IA EDF-LAFORIA

Les meilleures choses ayant une fin, et l'IA étant passée entretemps dans un de ses « automnes » puis « hivers » quant à son aura applicative et économique, le séminaire EDF-IBM-Renault a commencé à baisser d'intensité dans la seconde partie des années 1990, il devait donc être réorienté.

Pour autant, les travaux de l'équipe Pitrat ne ralentissaient pas, leur horizon scientifique et temporel allant au-delà des péripéties du moment. Le séminaire a donc été remanié en séminaire EDF-LAFORIA, EDF acceptant de continuer à le financer. Son format restait d'une séance par mois environ, avec un invité extérieur. En outre, un soutien et une participation au colloque annuel de l'équipe Pitrat, qui avait alors un format de trois jours, étaient contractualisés.

Le spectre des invités s'était élargi, reflétant la curiosité scientifique de J. Pitrat : intelligence artificielle, sciences cognitives, biologie, éthologie... Le format particulier avait été préservé et accentué : l'invité avait champ libre pour son exposé à la fois en durée et en contenu, il était même encouragé à retracer plusieurs années, voire une vie de recherche. Le séminaire, avec les questions, pouvait durer une, deux, voire trois heures. Une fois effectué ce premier tour d'horizon approfondi avec l'orateur (ou les orateurs), nous l'invitions avec J. Pitrat pour un dîner de travail au Buisson Ardent, restaurant proche de la place Jussieu, bien connu de ceux qui fréquentent l'Université voisine, et surtout pour une nouvelle séance d'exploration de son activité et de ses conceptions scientifiques.

Je dois dire que ces soirées avec J. Pitrat et des invités la plupart du temps passionnants ont été parmi les plus délicieux moments scientifiques et humains que j'ai pu connaître. Quelle merveilleuse façon de faire de la science.

4.2. LE « COLLOQUE BERDER »

L'autre volet du séminaire IA EDF-LAFORIA était donc le soutien apporté au colloque annuel, qui avait pris l'habitude, depuis 1994, de se tenir sur trois jours au mois de septembre dans l'île de Berder (Figure 4.1). Celle-ci comportait à l'époque des installations pouvant accueillir un petit groupe dans des conditions simples et propices au travail, mais aussi dans un cadre magnifique. La contrepartie de l'accord était de faire profiter EDF des publications et derniers résultats de l'équipe, notamment à travers une publication annuelle suite à ce séminaire.



FIGURE 4.1. L'équipe Pitrat à Berder (Clichés de l'auteur)

J. Pitrat demandait ainsi à ses thésards et aux membres seniors de son équipe un point annuel substantiel de leurs travaux. Le temps était donné pour les exposés, les discussions, les résultats et les doutes. Là aussi, la conception de J. Pitrat de formation de la science impliquait une relative lenteur inhérente à l'ambition des questions posées.

Cela a prémuni dans une large mesure l'équipe Pitrat et ses membres des soubresauts de surface de la course à la publication, même si la publication lorsque les résultats étaient au niveau d'exigence attendu était bienvenue.

Parmi tous les exposés, celui de J. Pitrat était le plus attendu. Il décrivait une année de travail dans la direction de son ambition de long terme, construire un système d'Intelligence Artificielle Générale. Sa « stratégie » du *bootstrap* était la ligne conductrice, ses progrès une coupe d'eau fraîche, ses doutes et même ses plaintes sur l'extrême difficulté de la tâche n'étaient pas cachés. Des pauses lui permettaient de s'exercer à la natation pendant de longs quarts d'heure dans les eaux fraîches du Golfe.

5. JACQUES PITRAT, L'HOMME DES GRANDES QUESTIONS

L'auteur avait intitulé son intervention faite à la journée d'hommage à J. Pitrat du 6 mars 2020 « Fallait-il financer l'équipe Pitrat ? ». La question était posée de façon quelque peu ironique, car les financements consentis par EDF au regard de l'ambition des travaux de l'équipe étaient bien modestes, et aussi parce que J. Pitrat a passé l'essentiel de son temps à la recherche en Intelligence Artificielle, beaucoup moins à la recherche de financements. Mais cela reflète aussi un état de fait, un « nouveau normal » depuis plusieurs décennies dont l'habitude nous a fait perdre conscience : s'il y a de l'argent pour les petites questions, il y en a fort peu pour les grandes.

R. Brooks, dont nous avons évoqué la participation au séminaire EDF-IBM-Renault en décembre 1991, ne peut pas être accusé de ne pas s'intéresser aux grandes questions. Il a créé et été le directeur du CSAIL – *Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory* du MIT, un laboratoire de recherche d'une taille comparable au LIP6. Déchargé de ces responsabilités, il intervient maintenant dans des travaux de prospective ou de réflexion, comme lors de cette invitation par les Nokia Bell Labs à New York en 2018 (voir Figure 5.1 et [3]). On remarquera que l'énoncé de sa grande question préliminaire à ses exposés sur la nature de l'Intelligence Artificielle n'a pas changé. Lors de cet exposé de 2018, il la décline notamment en décrivant le nouveau programme de la DARPA pour le financement de l'Intelligence Artificielle, de 2 milliards de dollars, dont 200 millions pour la question du « *Common Sense* ». Le *Common Sense* est un vieux concept en IA, où il s'agirait de donner à des systèmes d'Intelligence Artificielle le sens commun, qui échappe à toutes les sortes de systèmes d'IA construits jusqu'à présent. Cette direction de recherche est présente dans le domaine depuis par exemple les tentatives de Doug Lenat avec Cyc dans les années 1980 et 1990 [5]; on peut remonter à son origine en 1958 dans une publication de John McCarthy [12]. Yann LeCun la mentionne en 2017 dans ses perspectives sur les développements de l'IA [13].

Et pourtant, si cela est perçu comme une « grande question » du moment, avec d'ailleurs des financements modestes à l'échelle de la DARPA (200 millions de dollars) [14] dans le contexte actuel d'un nouveau cycle « estival » de l'IA, c'est une question partielle par rapport à celle posée par J. Pitrat, et que R. Brooks met d'ailleurs en prologue de ses interventions depuis des décennies : quelle stratégie pour construire une Intelligence Artificielle Générale ?

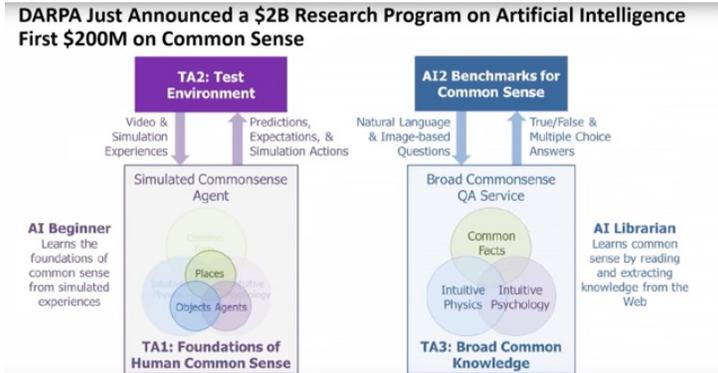


FIGURE 5.1. R. Brooks aux Nokia Bell Labs, une vue du programme Common Sense de la DARPA ([14]) (Cliché de l’auteur, DARPA)

J. Pitrat n’ignorait pas les sujets ou les sensibilités de son époque. Mais ce qui lui était singulier était sa focalisation sur une grande question, l’Intelligence Artificielle Générale, et quelques grandes questions corollaires qu’il aura mis une vie scientifique à dégager : quelle stratégie pour la construire, face à la difficulté de la tâche et à la faiblesse de nos moyens, d’abord intellectuels et, ajouterons-nous, un tout petit peu aussi financiers.

Cela a déjà été évoqué, cette ambition scientifique nécessite tout à la fois de l’argent, du temps et des compétences. Les dégager conduit à adopter des méthodes et des attitudes scientifiques, y compris pour mesurer les progrès, qui apparaissent souvent différentes des pratiques actuelles.

Pourtant, dégager de nouveaux modes (et les volumes correspondants) de financement et de conduite du temps long et des solutions aux grandes questions apparaît d’une brûlante actualité. Quelques exceptions récentes existent, comme le financement par Google de DeepMind pour par exemple « craquer » le problème de la prédiction du repliement de protéines [2]. Mais ces initiatives ne doivent une partie de leur actualité qu’au fait qu’elles sont singulières ; si elles se généralisent se posera en outre la question de s’assurer que l’éthique de la science demeure un bien commun.

L’héritage de J. Pitrat est donc considérable dans la connaissance de l’Intelligence Artificielle, mais aussi dans sa méta-connaissance, et de façon plus générale pour la pratique de la science et de ses applications.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Artificial Intelligence*, Special volume on qualitative reasoning about physical systems, Volume 24, Issues 1-3, December 1984.
- [2] M. BAEK, F. DI MAIO, I. ANISHCHENKO, J. DAUPARAS, S. OVCHINNIKOV, G. R. LEE, J. WANG et al., « Accurate prediction of protein structures and interactions using a three-track neural network », *Science* **373** (2021), n° 6557, p. 871-876.
- [3] R. BROOKS, « The Future of Innovation in Artificial Intelligence and Robotics », in *Shannon Luminary Lecture Series*, Nokia Bell Labs, 13 décembre 2018, https://www.youtube.com/watch?v=4P_ZhwvA8kA.
- [4] L. CARROLL, *La chasse au Snark*, Folio, Paris, 2010, Bilingual edition.
- [5] « Cyc », Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Cyc>.
- [6] J.-L. DORMOY, « Résolution qualitative : complétude, interprétation physique et contrôle. Mise en œuvre dans un langage à base de règles : Boojum », Thèse de doctorat, Université Paris 6, 14 décembre 1987.
- [7] J.-L. DORMOY & S. KORNMAN, « Meta-Knowledge, Autonomy and (Artificial) Evolution: Some Lessons Learnt So Far », in *Toward a Practice of Autonomous Systems: Proceedings of the First European Conference on Artificial Life, Paris, 1991* (F. J. Varela & P. Bourguine, eds.), MIT Press, 1992, Voir aussi <https://wenku.baidu.com/view/cbc359d133d4b14e8524684b.html>.
- [8] J.-L. DORMOY & O. RAIMAN, « Assembling a device », in *Proceedings of 7th AAI, Saint-Paul, MN, USA*, AAAI Press/The MIT Press, 1988, p. 330-335.
- [9] ———, « Assembling a device », *Artificial Intelligence in Engineering* **3** (1988), n° 4, p. 216-226.
- [10] M. GONDRAAN & M. MINOUX, *Graphes et algorithmes*, 4^e éd., Collection « Études et Recherches » d'EDF, Lavoisier, Paris, 2009 (1^{re} édition publiée en 1979, Eyrolles, Paris).
- [11] J.-L. LAURIÈRE, *Un langage déclaratif : SNARK*, Collection « AFCET », Gauthier-Villars, Paris, 1986.
- [12] J. MCCARTHY, « Programs with common sense », communication à *Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes*, December 1958, *Proceedings* publiés en 1959, Londres. <http://jmc.stanford.edu/articles/mcc59.html>.
- [13] T. SIMONITE, « Facebook's AI Chief: Machines Could Learn Common Sense from Video », MIT Technology Review, 9 Mars 2017, <https://www.technologyreview.com/2017/03/09/153343/facebook-ai-chief-machines-could-learn-common-sense-from-video/>.
- [14] M. TUREK, « Machine Common Sense », DARPA, <https://www.darpa.mil/program/machine-common-sense>.
- [15] F. J. VARELA, *Autonomie et connaissance : essai sur le vivant* [Principles of biological autonomy], Seuil, Paris, 1989 (P. Bourguine et P. Dumouchel, trad.).

ABSTRACT. — The author recollects the memories of his scientific interaction with Jacques Pitrat. Working within an industrial context, he gradually set a partnership framework with Pitrat's team, which retrospectively reveals an unusual path of cooperation between research and industry. More widely, the paper raises questions on the pertinence and means to grant to a cooperation focusing on "breakthrough issues", necessarily ambitious and long term oriented, like those that motivated J. Pitrat's scientific life.

KEYWORDS. — General Artificial Intelligence, Industry-Research Relationships.
