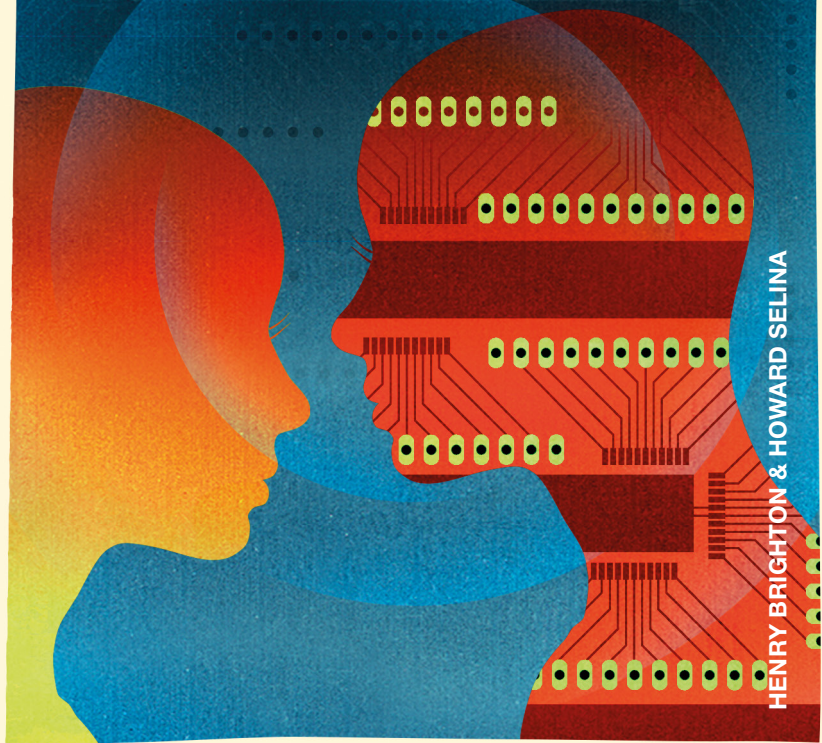


→ **Ap̈erçu**

edp sciences

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN IMAGES

HENRY BRIGHTON & HOWARD SELINA



→ **Aperçu**

# **L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

**HENRY BRIGHTON & HOWARD SELINA**

**edp sciences**

**Dans la même collection :**

*Les mathématiques en images*, 2015, ISBN : 978-2-7598-1737-5

*La génétique en images*, 2015, ISBN : 978-2-7598-1767-2

*La logique en images*, 2015, ISBN : 978-2-7598-1748-1

*La relativité en images*, 2015, ISBN : 978-2-7598-1728-3

*Le temps en images*, 2014, ISBN : 978-2-7598-1228-8

*La théorie quantique en images*, 2014, ISBN : 978-2-7598-1229-5

*La physique des particules en images*, 2014, ISBN : 978-2-7598-1230-1

*La psychologie en images*, 2014, ISBN : 978-2-7598-1231-8

Édition originale : Artificial Intelligence, © Icon Books Ltd, London, 2012.

Traduction : Alan Rodney, relecture Gaëlle Courty

Imprimé en France par Présence Graphique, 37260 Monts

Mise en page de l'édition française : studiowakeup.com

**ISBN : 978-2-7598-1772-6**

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences, 2015

## L'Intelligence Artificielle

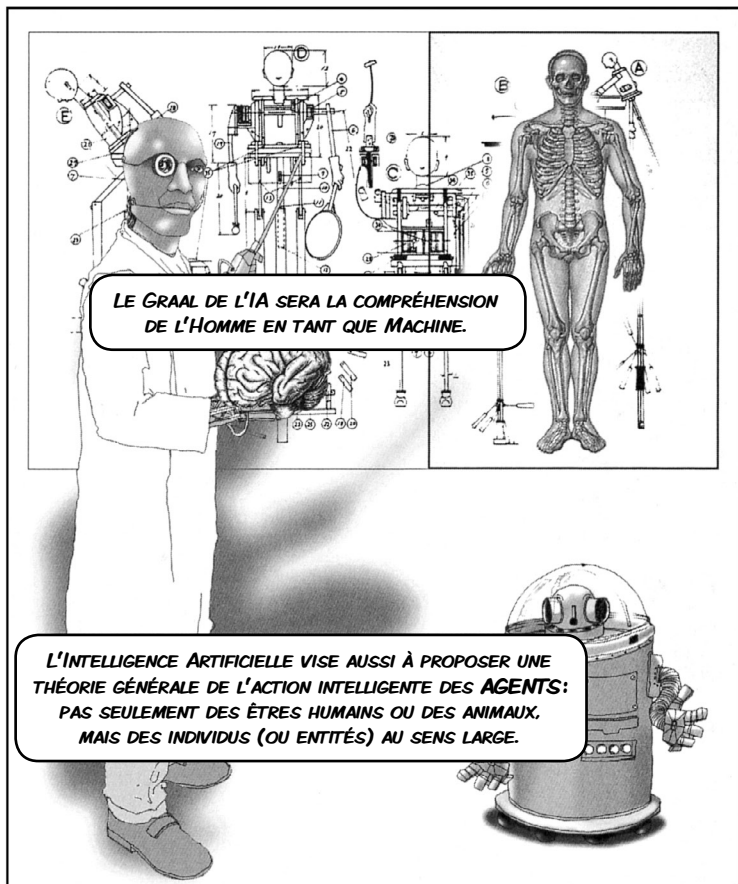
Nous avons été les témoins, depuis cinquante ans environ, d'intenses recherches sur la construction de machines dites « intelligentes », c'est-à-dire dans la création d'*Intelligence Artificielle*. Désormais, des machines jouant aux échecs sont capables de battre les meilleurs maîtres humains et, par ailleurs, des robots peuvent se déplacer dans de nouveaux environnements et interagir avec les gens.



Des systèmes d'ordinateur sont installés dans les aéroports pour « renifler » la présence d'explosifs cachés dans les bagages. Le matériel militaire dépend de plus en plus de ces recherches en équipements intelligents : les missiles modernes peuvent trouver et verrouiller leurs cibles au moyen de systèmes de vision assistée par ordinateur.

## La problématique de l'Intelligence Artificielle (IA)

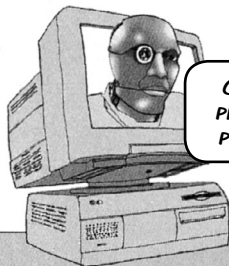
La recherche en Intelligence Artificielle (IA) a donné lieu à de véritables succès technologiques. Mais, plus important encore peut-être, l'IA – comme nous la désignerons en abrégé par la suite – soulève des questions qui dépassent le cadre de projets strictement techniques.



La capacité d'un agent peut dépasser ce que nous pouvons imaginer aujourd'hui. C'est une aventure extraordinairement courageuse qui aborde de façon frontale des débats philosophiques faisant rage depuis des milliers d'années.

## Mais d'abord, qu'est-ce qu'un « agent » ?

On définit l'agent comme quelque chose ayant un comportement intelligent. Cela peut être un robot ou un programme d'ordinateur. Les *agents physiques*, tels que les robots, peuvent être spécifiés clairement. Ils prennent la forme de dispositifs ou d'assemblages physiques qui interagissent avec un environnement physique. Toutefois, la majeure partie des recherches en IA concernent les *agents virtuels* ou *de logiciel*, dont l'existence est contenue dans l'environnement virtuel que représente un ordinateur.



*CETTE DISTINCTION ENTRE AGENT  
PHYSIQUE ET AGENT VIRTUEL N'EST  
PAS TOUJOURS DES PLUS CLAIRES.*



*LES CHERCHEURS PEUVENT MENER  
DES EXPÉRIENCES AVEC DES AGENTS  
VIRTUELS QUI PEUVENT PRENDRE UNE  
FORME PHYSIQUE EN LES TÉLÉCHARGEANT  
DANS LE CORPS D'UN ROBOT.*

*UN AGENT PEUT LUI-MÊME COMPRENDRE  
DE NOMBREUX SOUS-AGENTS.*



Certains systèmes d'IA peuvent résoudre des problèmes en utilisant des techniques observées dans les colonies de fourmis. Dans cet exemple, ce qui semble être l'œuvre d'un seul agent peut dépendre du comportement collectif de centaines de sous-agents.

## L'IA en tant que science empirique

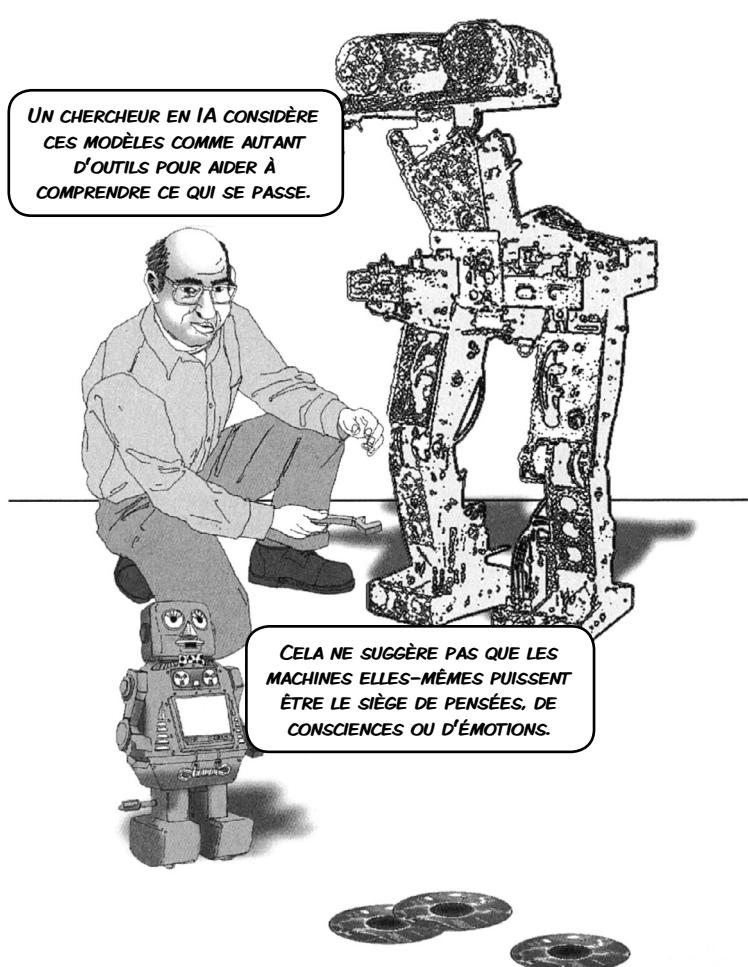
L'Intelligence Artificielle représente une entreprise énorme. **Marvin Minsky** (1927-), l'un des pères fondateurs de la discipline, opinait : « Le problème de l'IA est l'un des plus difficiles jamais abordés par la science ». L'IA a un pied dans la science et l'autre dans la technologie et l'ingénierie.



*DANS SA FORME LA PLUS EXTRÊME, CONNUE SOUS LE NOM D'IA FORTE, SON BUT EST DE CONSTRUIRE UNE MACHINE CAPABLE D'ÊTRE CONSCIENTE, DE PENSER ET D'AVOIR DES ÉMOTIONS. CE POINT DE VUE SOUTIENT L'IDÉE QUE LES HOMMES NE SONT RIEN DE PLUS QUE DES ORDINATEURS COMPLEXES.*



L'objectif assigné à l'IA Faible est de développer des théories de l'intelligence humaine et animale, puis de les tester en construisant des modèles de validation, le plus souvent sous la forme de programmes pour ordinateurs ou de robots.



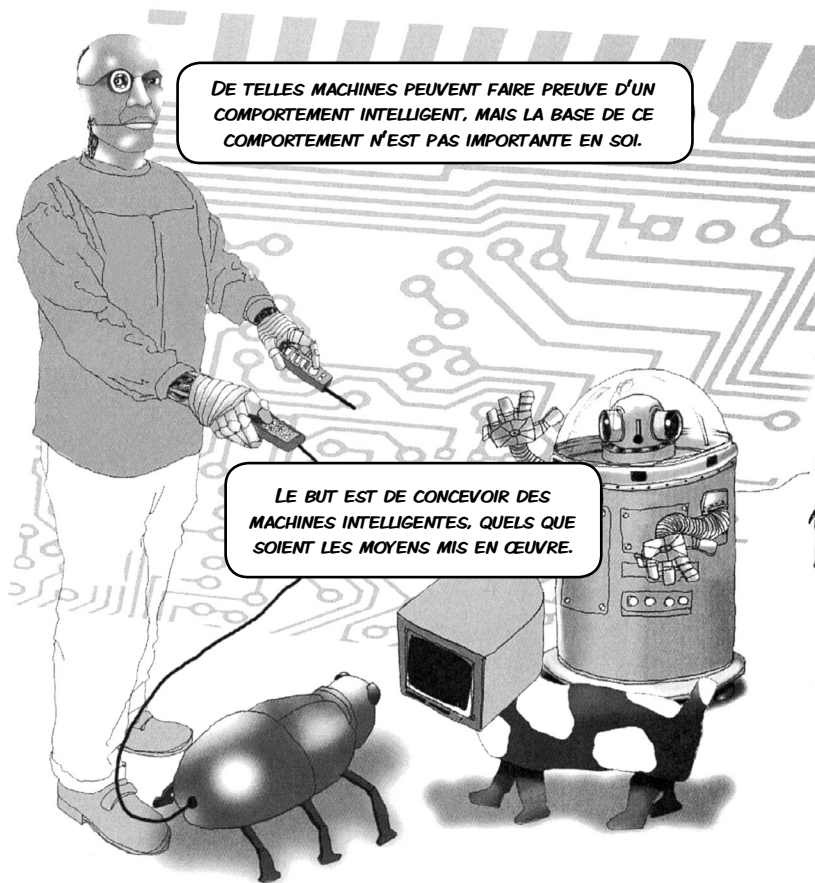
**UN CHERCHEUR EN IA CONSIDÈRE  
CES MODÈLES COMME AUTANT  
D'OUTILS POUR AIDER À  
COMPRENDRE CE QUI SE PASSE.**

**CELA NE SUGGÈRE PAS QUE LES  
MACHINES ELLES-MÊMES PUISSENT  
ÊTRE LE SIÈGE DE PENSÉES, DE  
CONSCIENCES OU D'ÉMOTIONS.**

En résumé, le modèle en IA Faible est un outil qui sert à comprendre l'esprit : pour les tenants de l'IA Forte, le modèle est un esprit.

## L'IA et l'ingénierie extraterrestre

L'IA vise aussi à créer une « machinerie » qui n'est pas nécessairement basée sur l'intelligence humaine ou animale.



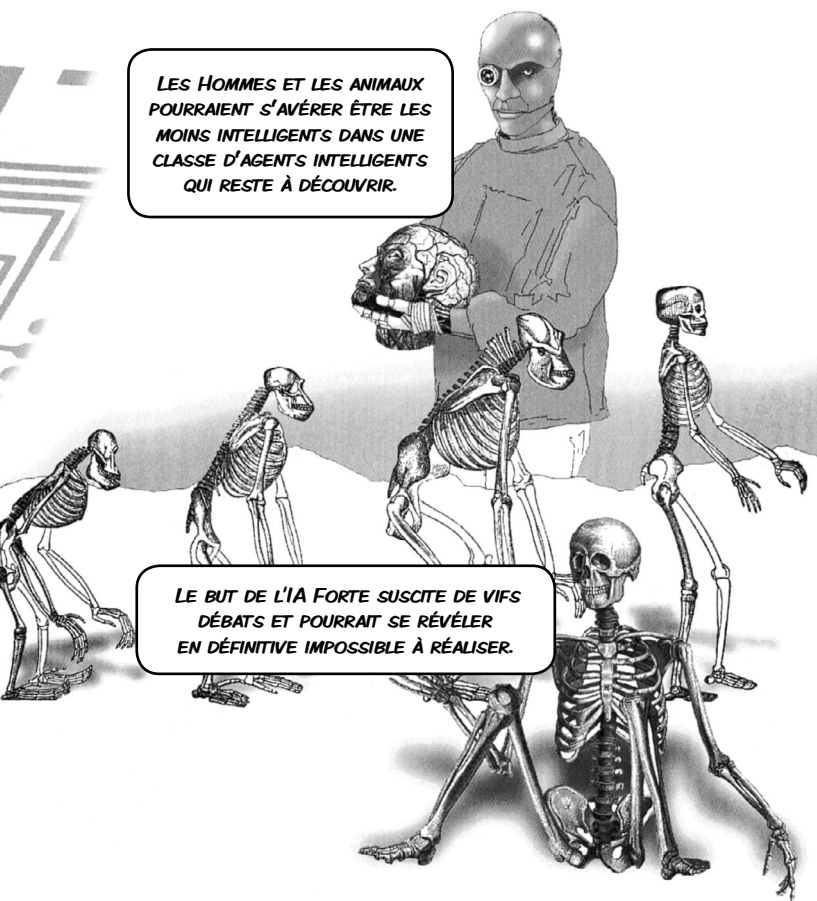
**DE TELLES MACHINES PEUVENT FAIRE PREUVE D'UN  
COMPORTEMENT INTELLIGENT, MAIS LA BASE DE CE  
COMPORTEMENT N'EST PAS IMPORTANTE EN SOI.**

**LE BUT EST DE CONCEVOIR DES  
MACHINES INTELLIGENTES, QUELS QUE  
SOIENT LES MOYENS MIS EN ŒUVRE.**

Et puisque les mécanismes sous-jacents à de tels systèmes ne sont pas censés être le miroir des mécanismes qui sous-tendent l'intelligence humaine, cette approche de l'IA est parfois surnommée *IA extraterrestre* (*IA des Aliens*).

## Comment résoudre le problème de l'IA

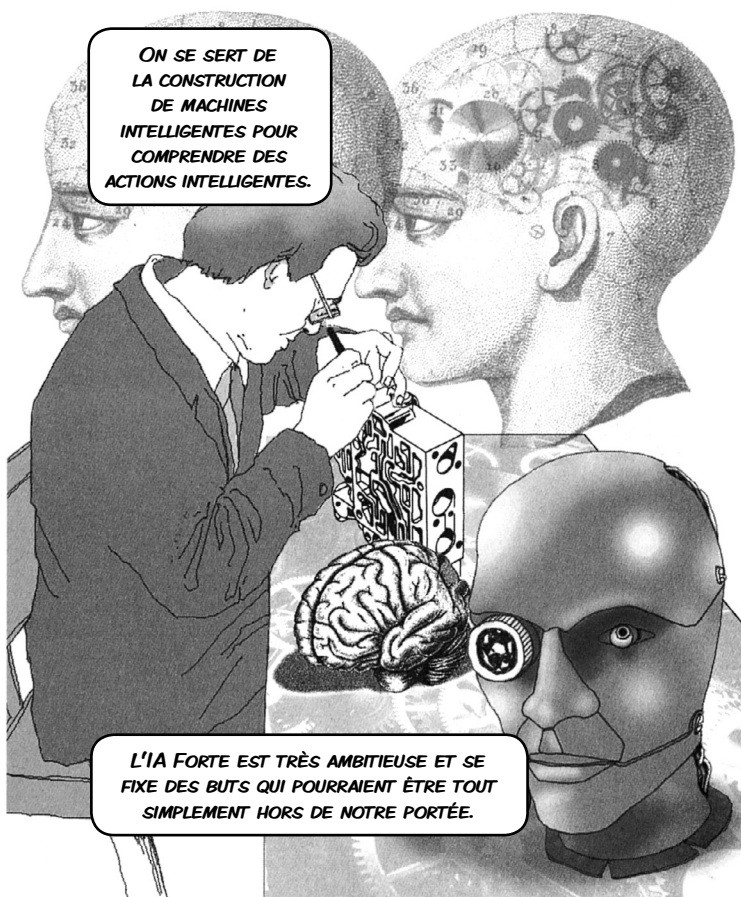
Pour certains, résoudre le problème de l'IA reviendrait à identifier les moyens nécessaires à la construction de machines dotées de capacités égales ou supérieures à celles des humains.



Mais pour la plupart des chercheurs qui y travaillent, l'issue d'un débat sur l'IA Forte n'a que peu de répercussions directes.

## Une ambition contenue

L'IA, dans sa forme faible, s'occupe davantage du degré auquel nous pouvons expliquer les mécanismes qui sous-tendent les comportements humains et des animaux.



Cette position forte s'oppose à l'objectif, plus répandu et plus prudent, de construire des machines intelligentes – comme cela est déjà fait aujourd'hui – atteint par la réussite de projets techniques.

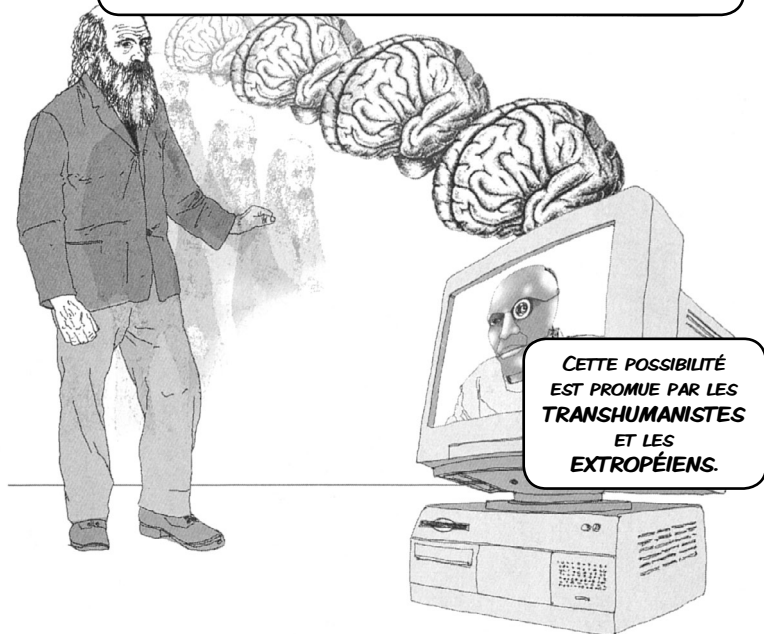
# Pousser l'IA dans ses retranchements

## L'immortalité et le transhumanisme

« Nous ne pouvons pas plus empêcher l'IA de se répandre que l'homme primitif ne pouvait arrêter la dissémination du langage » – **Douglas B. Lenat** (1950-), directeur de Cycorp Inc., Austin, Texas, et son mentor **Edward Feigenbaum** (1936-), colauréat du prix Turing en 1994.

Si nous supposons que l'IA Forte est une réelle possibilité, nous devons alors aborder plusieurs questions fondamentales.

*IMAGINEZ QUE VOUS POUVEZ QUITTER VOTRE CORPS ET PLACER VOTRE ESPRIT DANS UNE MACHINE AYANT DE BIEN MEILLEURES PERSPECTIVES DE VIE À LONG TERME QUE VOTRE CORPS ORGANIQUE ET VIEILLISSANT QUE VOUS « HABITEZ » POUR LE MOMENT.*

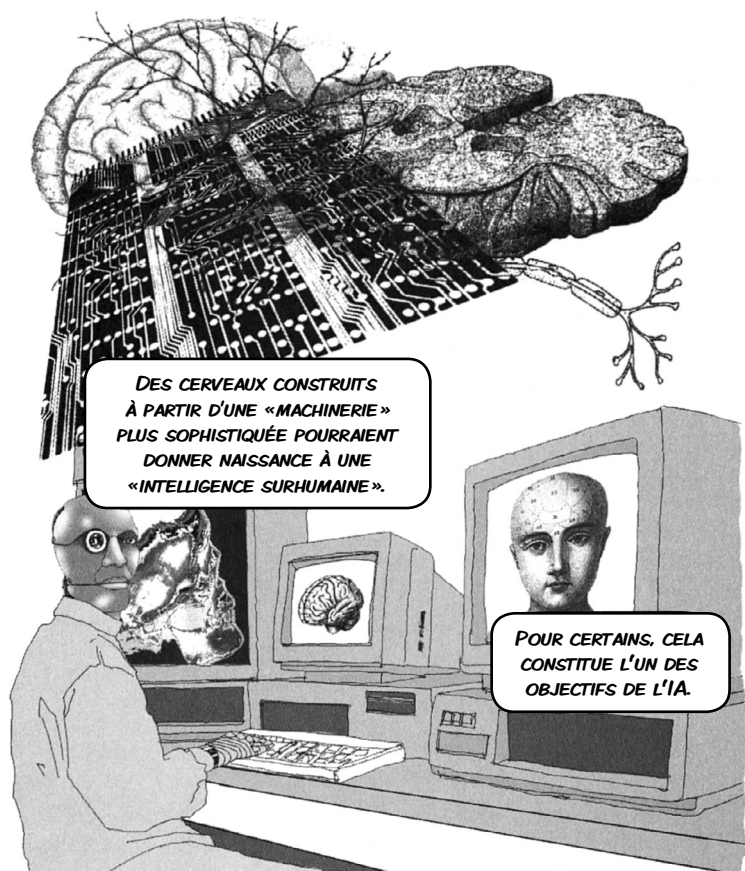


*CETTE POSSIBILITÉ  
EST PROMUE PAR LES  
TRANSHUMANISTES  
ET LES  
EXTROPÉIENS.*

Le problème que l'IA Forte vise à résoudre se doit d'éclairer cette possibilité. L'hypothèse de l'IA Forte est que la pensée – comme d'autres caractéristiques mentales d'ailleurs – n'est pas indissociablement liée à notre corps organique. Atteindre l'immortalité devient alors possible, car nos vies mentales pourraient être hébergées sur des supports plus durables que nos corps.

## L'Intelligence surhumaine

Notre capacité intellectuelle est peut-être limitée par la conformation de notre cerveau. C'est une structure qui a évolué pendant des millions d'années. Il n'y a aucune raison de supposer qu'il ne puisse évoluer encore davantage, soit par l'évolution naturelle et biologique, soit par des interventions d'ingénierie humaine. Le travail qu'accomplit notre cerveau est tout à fait étonnant au vu de sa «machinerie» très lente comparée aux composants bon marché qui équiperont nos ordinateurs.



## Des disciplines proches de l'IA

«*Certum quod factum*» [On ne peut être certain que de ce que l'on construit soi-même], **Giambattista Vico** (1668-1744).

Ce qui distingue l'IA des autres tentatives pour comprendre les mécanismes qui sous-tendent la cognition humaine et animale se donne comme but d'atteindre cette compréhension par la construction de modèles opérationnels. Par cette construction synthétique de modèles opérationnels, l'IA peut tester et développer des théories d'une action intelligente.



## L'IA et la psychologie

Les objectifs de l'IA et de la psychologie se recouvrent en partie. Les deux disciplines visent à comprendre les processus mentaux qui déterminent les comportements humain et animal. Vers la fin des années 1950, les psychologues ont commencé à abandonner l'idée que seul le comportementalisme allait nous permettre de comprendre scientifiquement les humains.

Le chien de Pavlov



Пища, съдаваемая собакой, не доходит до желудка и выпадает через отверстие в пищеводе. Но желудок только под влиянием

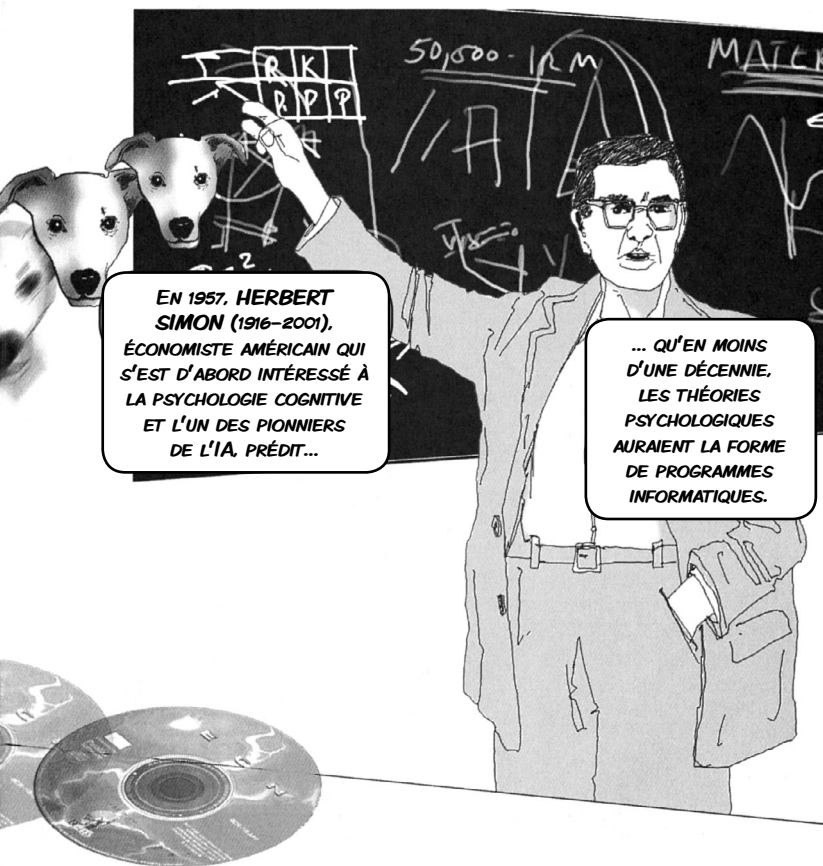
**LES COMPORTEMENTALISTES CROIENT QUE LES EXPLICATIONS DES COMPORTEMENTS HUMAIN ET ANIMAL NE DOIVENT PAS FAIRE APPEL À DES «ENTITÉS MENTALES» NON-OBSERVÉES. NOUS DEVRIONS NOUS FOCALISER PLUTÔT SUR CE QUI EST AVÉRÉ: LES OBSERVATIONS COMPORTEMENTALES.**

**AU LIEU DE SE LIMITER À L'ÉTUDE DES RAPPORTS STIMULI-RÉPONSES, CEUX QUI ONT DÉLAISSÉ LE COMPORTEMENTALISME ONT COMMENCÉ À S'INTÉRESSER À DES PROCESSUS «MENTALISTES» INTERNES, TELS QUE LA MÉMOIRE, L'APPRENTISSAGE ET LE RAISONNEMENT, AUTANT DE CONCEPTS VALABLES POUR EXPLIQUER POURQUOI LES HUMAINS AGISSENT INTELLIGEMMENT.**



## La psychologie cognitive

À cette même époque, l'idée qu'un ordinateur pouvait servir de modèle de la pensée gagnait du terrain. En rapprochant ces deux concepts, on en est venu tout naturellement à suggérer une approche de la psychologie fondée sur une théorie « computationnelle » du fonctionnement de notre esprit.



La fin des années 1960 a vu l'émergence de la *psychologie cognitive* comme une « branche » de la psychologie qui étudie et explique les fonctions cognitives en termes de traitement informatique et où, finalement, l'ordinateur devient une métaphore de la cognition.

## Les sciences cognitives

Il est clair que l'IA et la psychologie cognitive ont beaucoup de points communs.


*C'EST CE RECOUVREMENT QUI  
A DONNÉ LIEU À LA DISCIPLINE  
DES SCIENCES COGNITIVES.*

*L'IA SE SITUE AUX CÔTÉS DE LA PSYCHOLOGIE  
COGNITIVE AU CŒUR D'UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE  
VISANT À COMPRENDRE L'ACTIVITÉ INTELLIGENTE.*

*LES CONCEPTS PRÉSENTÉS DANS  
CE LIVRE SONT AUTANT ATTRIBUÉS  
AUX SCIENCES COGNITIVES QU'À L'IA.*

## L'IA et la philosophie

Certaines questions fondamentales abordées par l'IA ont constitué la matière « dure » des philosophes depuis des milliers d'années. L'IA est peut-être unique parmi les sciences. Elle entretient un rapport intime et réciproque avec la philosophie.



LORS D'UNE ENQUÊTE, ON A  
DEMANDÉ À DES CHERCHEURS EN  
IA DE QUELLE SPÉCIALITÉ ILS SE  
SENTAIENT LE PLUS PROCHES.

LA RÉPONSE LA PLUS FRÉQUENTE  
ÉTAIT LA PHILOSOPHIE.

## Le dilemme corps-esprit

C'est un problème philosophique remontant à l'époque de **René Descartes** (1596-1650), qui défendait l'idée selon laquelle il doit exister une différence fondamentale entre le domaine de l'esprit et celui du corps. Pour Descartes, l'Homme est le seul à posséder une faculté mentale ; les animaux étant de simples bêtes sans vie mentale à proprement parler.

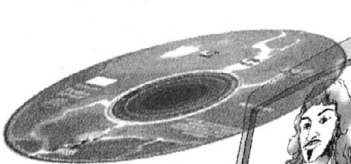
*MAIS DANS LE CAS DE L'HOMME, COMMENT ET À QUEL POINT LE CORPS PHYSIQUE PEUT-IL ÊTRE AFFECTÉ PAR DES PROCESSUS QUI EXISTENT DANS LE DOMAINE MENTAL NON-PHYSIQUE ?*




*C'EST UN DILEMME QUI REMONTE À LA NUIT DES TEMPS...*



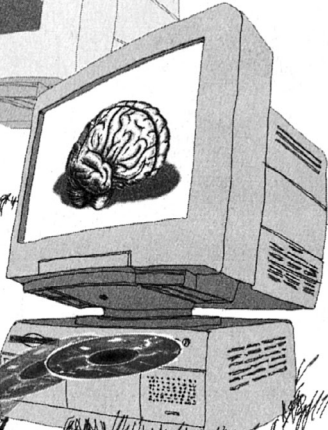
L'IA alimente actuellement des discussions sur le dilemme corps-esprit en proposant la *métaphore informatique*, établissant un parallèle entre le rapport qu'entretiennent les programmes avec les ordinateurs et l'esprit avec le cerveau physique.





UN PROGRAMME INFORMATIQUE, TOUT  
COMME L'ESPRIT, NE POSSÈDE PAS DE  
«MASSE» ET POURTANT, À L'ÉVIDENCE, IL  
CRÉE UN LIEN CAUSAL AVEC L'ORDINATEUR  
QUI VA EXÉCUTER CE PROGRAMME.



DE MÊME, NOTRE ESPRIT  
PEUT AFFECTER NOTRE CORPS.



LES PROGRAMMES INFORMATIQUES ONT  
BESOIN D'ORDINATEURS POUR SE MANIFESTER,  
COMME L'ESPRIT A BESOIN D'UN CERVEAU.



## Suggestions de lectures supplémentaires

Pour une bonne introduction générale à l'IA, les ouvrages suivants sont bien écrits et appréciés par les chercheurs. Pfeifer et Scheier offrent une analyse complète et actuelle des grandes problématiques de l'IA.

- Rolf Pfeifer et Christian Scheier, *Understanding Intelligence* (Cambridge, MA: MIT Press, 2001).
- Roger Penrose, *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and Laws of Physics* (Oxford: Oxford University Press, 1989).

Les articles suivant présentent des réponses à certaines des questions philosophiques clés.

- Douglas R. Hofstadter et Daniel C. Dennett, *The Mind's I: Fantasies and Reflections on Self and Soul* (New York, NY: Basics Books, 1981).
- John Haugeland (ed.), *Mind Design II: Philosophy, Psychology, and Artificial Intelligence* (Cambridge, MA: MIT Press, 1997).
- Stuart Russel et Peter Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (Harlow: Prentice Hall, 1994).
- Nils J. Nilsson, *Artificial Intelligence: A New Synthesis* - (San Francisco, Ca. USA: Morgan Kaufmann, 1998).

Le deux ouvrages suivants ont été écrits par des roboticiens de tout premier plan mais s'adressent aux lecteurs non spécialistes. Pour ceux qui s'intéressent à la robotique, ces livres représentent un excellent point de départ.

- Rodney Brooks, *Robot: The Future of Flesh and Machines* (Londres: Penguin, 2002).
- Hans Moravec, *Robot: Mere Machine to Transcendent Mind* (Oxford: Oxford University Press, 1999).

## L'auteur et l'illustrateur

**Henry Brighton** – qui travaille au Centre du Comportement et de la Cognition à l'Institut Max Planck, Berlin [mpib-berlin.mpg.de] – a entrepris des recherches en apprentissage machine, tant dans un cadre commercial qu'académique. Plus récemment, ses travaux ont porté surtout sur la problématique de l'évolution du langage, où il fait appel à des techniques d'apprentissage machine pour modéliser les évolutions linguistiques au niveau de populations multi-agents.

**Howard Selina** est né à Leeds, en Angleterre, et a étudié la peinture à la Saint Martin's School of Arts et à la Royal Academy, à Londres. Il travaille à Londres comme peintre et illustrateur et, ayant rafraîchi un vieux bateau à coque d'acier, rénove en ce moment une ancienne demeure en pierre dans le Yorkshire.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier Luc Steels, directeur du laboratoire en IA à l'Université Libre de Bruxelles, les chercheurs de l'Unité d'étude de l'évolution du langage de l'université d'Edimbourg qui ont énormément aidé et en particulier, Joseph Poulshock, Kenny Smith et Andrew Smith. L'auteur tient aussi à remercier Simon Kirby et Jim Hurford pour leur compréhension, et Anna Claybourne, Jelle Zuidema et Paul Vagt pour leurs conseils éclairés.

L'artiste remercie à son tour Richard Appignanesi pour ses idées et suggestions, et pour n'avoir jamais cédé à la panique, sans oublier Mme Paola di Giancroce pour ses tasses de thé, ses verres de vin et pour les sorties en vélo partagées.