

SÉBASTIEN KONIECZNY

---

# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : UNE INTRODUCTION

# L'IA POUR LE GRAND PUBLIC



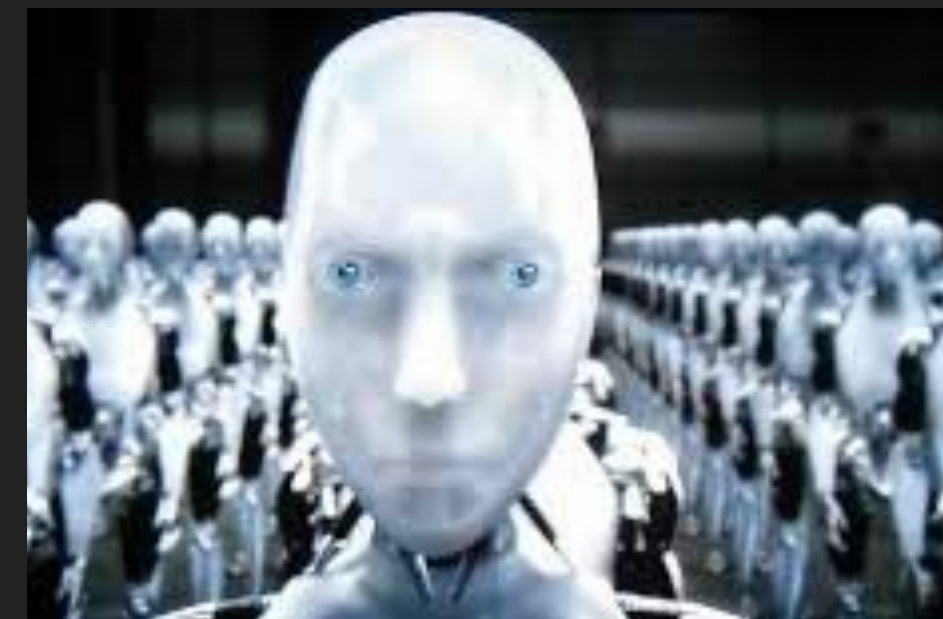
HAL - 2001...



Matrix



Terminator



I, Robot

# L'IA EST DEJA PARTOUT !



# L'IA PLUS FORTE QUE LES HUMAINS



Deep Blue 1997



Watson 2011



Alphago 2016



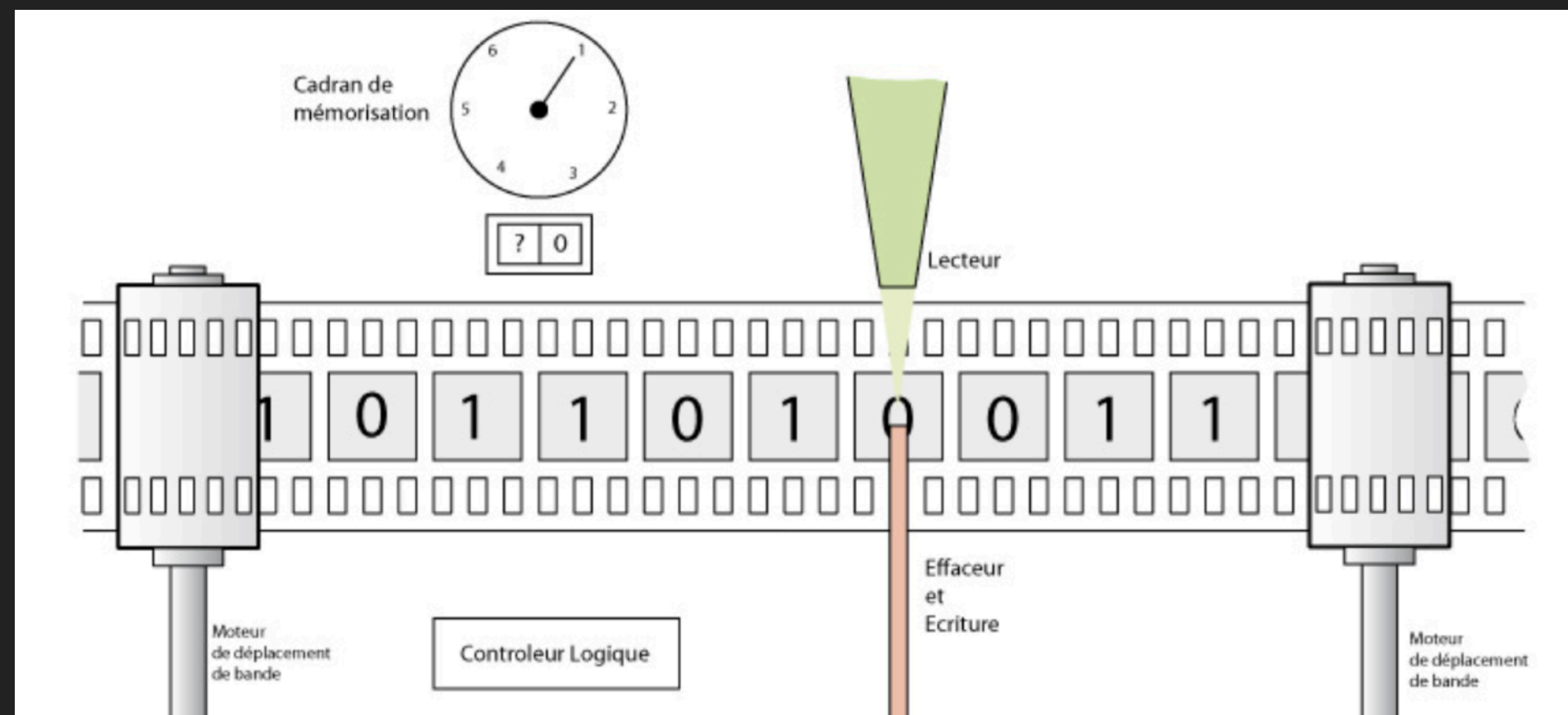
Libratus 2017

## DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- ▶ **Définition 1** : Le but de l'intelligence artificielle est de concevoir des machines qui font preuve d'intelligence
  - ▶ Problème : Qu'est-ce que l'intelligence ?
  - ▶ Exemple d'intelligence : l'homme

# DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- ▶ Définition 2 : Le but de l'intelligence artificielle est de concevoir des machines qui raisonnent comme les humains
  - ▶ Test de Turing



Machine de Turing

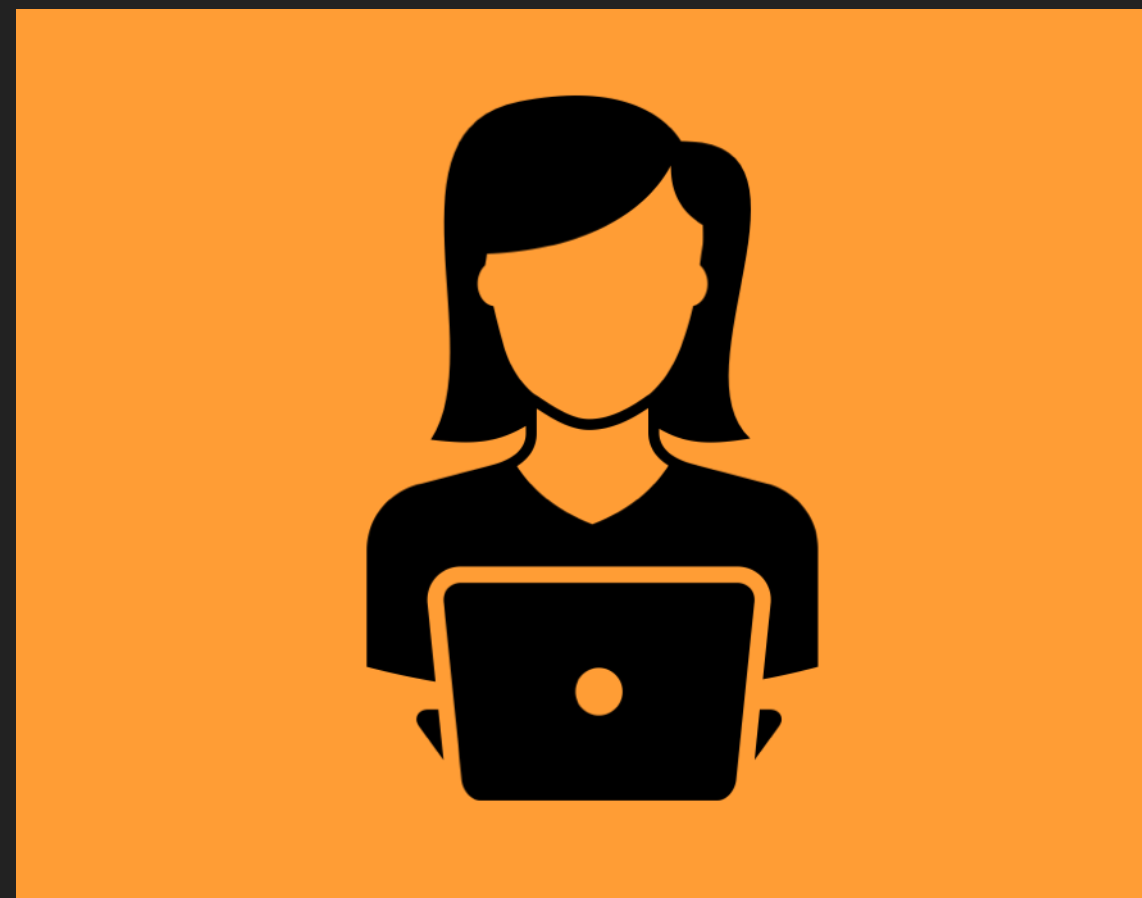


Alan Turing  
(1912-1954)



# TEST DE TURING

Jeu d'imitation



# TEST DE TURING

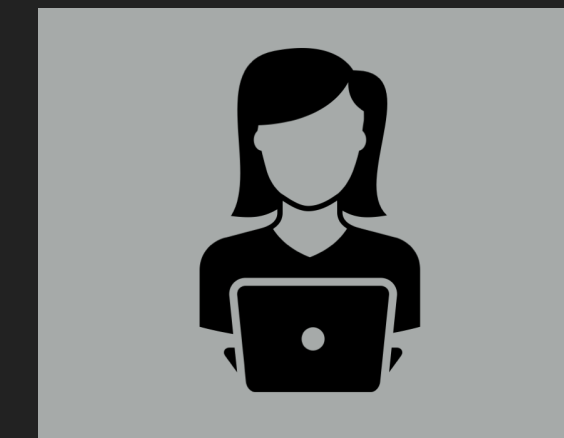
- ▶ Nécessite des capacités de :
  - ▶ Compréhension du langage naturel
  - ▶ Représentation des connaissances
  - ▶ Raisonnement
  - ▶ Apprentissage





# TEST DE TURING

- ▶ Problème : est-ce que cela teste réellement l'intelligence ?
  - ▶ Eliza [1964]
- ▶ Question : veut-on réellement prendre l'homme comme exemple ?
  - ▶ « Combien font 4722 x 321 ? »
  - ▶ L'humain est sensible à des biais, des erreurs, des oublis, ...



# INTELLIGENCE HUMAINE ET ARTIFICIELLE

	Comme un humain	Rationnellement
Penser (méthodes)	Approches neuromimétiques réseaux de neurones (cf sciences cognitives)	Approches symboliques (logiques) (cf mathématiques)
Agir (but)	Test de Turing (cf psychologie)	Agents rationnels (cf économie)

## DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- ▶ **Définition 6** : « L'automatisation d'activités que nous associons à la pensée humaine, comme la prise de décision, la résolution de problèmes, l'apprentissage ...» (Bellman, 1978)
- ▶ **Définition 7** : « L'étude des moyens informatiques qui rendent possible la perception, les raisonnements et l'action. » (Winston, 1992)

## DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

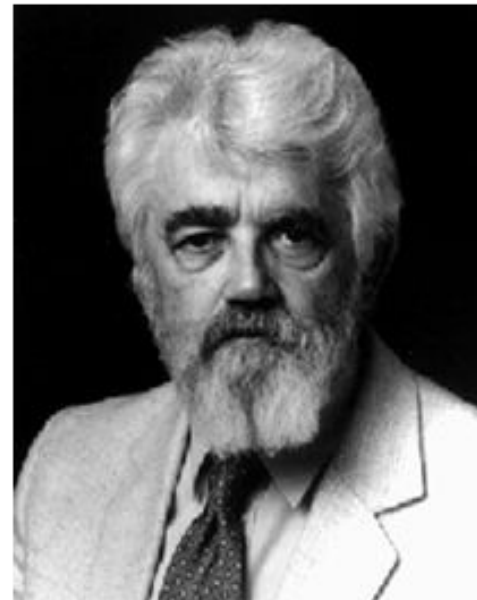
- ▶ Complétons la définition de Winston
- ▶ « L'étude des moyens qui permettent d'automatiser les processus de perception, d'apprentissage, de raisonnement, de décision et d'action. »
- ▶ Pensez aux capacités dont il faudrait doter un robot pour qu'il soit autonome

# HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

1956

2018

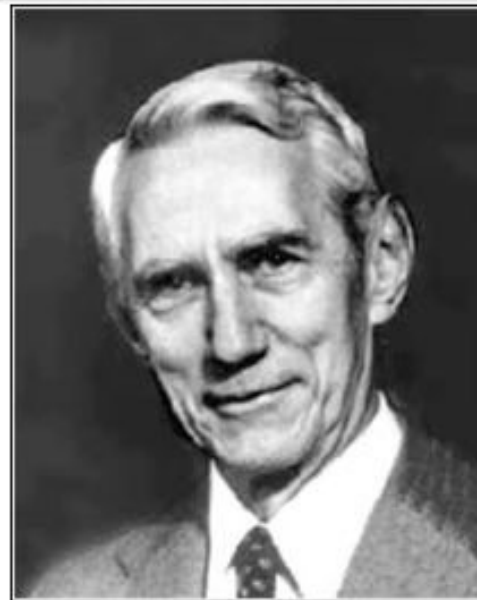
## 1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



**John McCarthy**



**Marvin Minsky**



**Claude Shannon**



**Ray Solomonoff**

**Alan Newell**



**Herbert Simon**



**Arthur Samuel**



And three others...

Oliver Selfridge  
(Pandemonium theory)

Nathaniel Rochester  
(IBM, designed 701)

Trenchard More  
(Natural Deduction)

## 1956 DARTMOUTH COLLEGE WORKSHOP

- ▶ John Mc Carthy - Approche symbolique  
Raisonnement + Programmation fonctionnelle (LISP)
  - ▶ Marvin Minsky - Approche neuromimétique - Perceptrons
  - ▶ Claude Shannon - Signal - Théorie de l'information + Echecs
  - ▶ Ray Solomonoff - Apprentissage + Complexité informationnelle
  - ▶ Alan Newell
  - ▶ Herbert Simon
- Approche symbolique - General Problem Solver  
(démonstrateur automatique de théorèmes)
- ▶ Arthur Samuel - Résolution + Apprentissage - Programme de dames (checkers)
  - ▶ Nathaniel Rochester - Aspects matériels - IBM

## 1956 DARTMOUTH COLLEGE WORKSHOP

- ▶ « We propose that a 2 month, 10 man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves. We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer. »

# PRÉ-HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

1956

2018



# PRÉ-HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



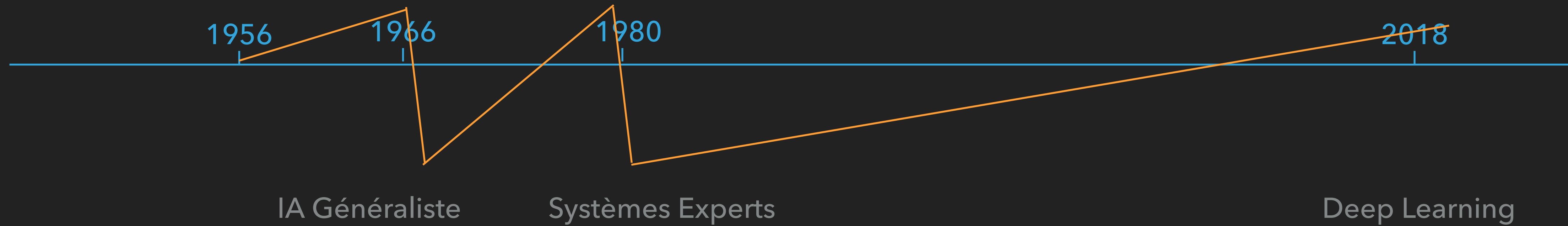
# HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

1956

2018

Dartmouth College Workshop

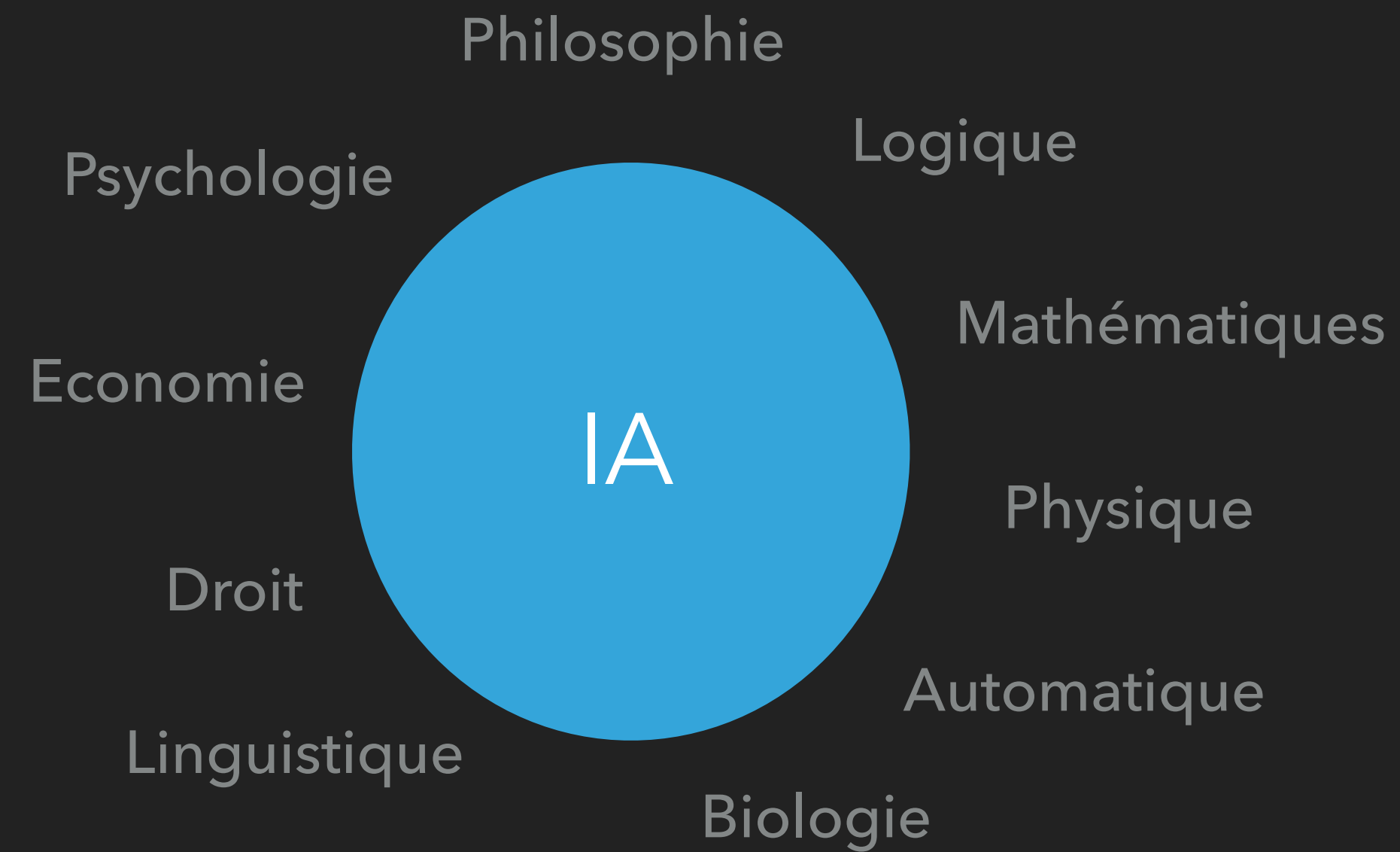
# HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



## UN ENTHOUSIASME EXAGÉRÉ

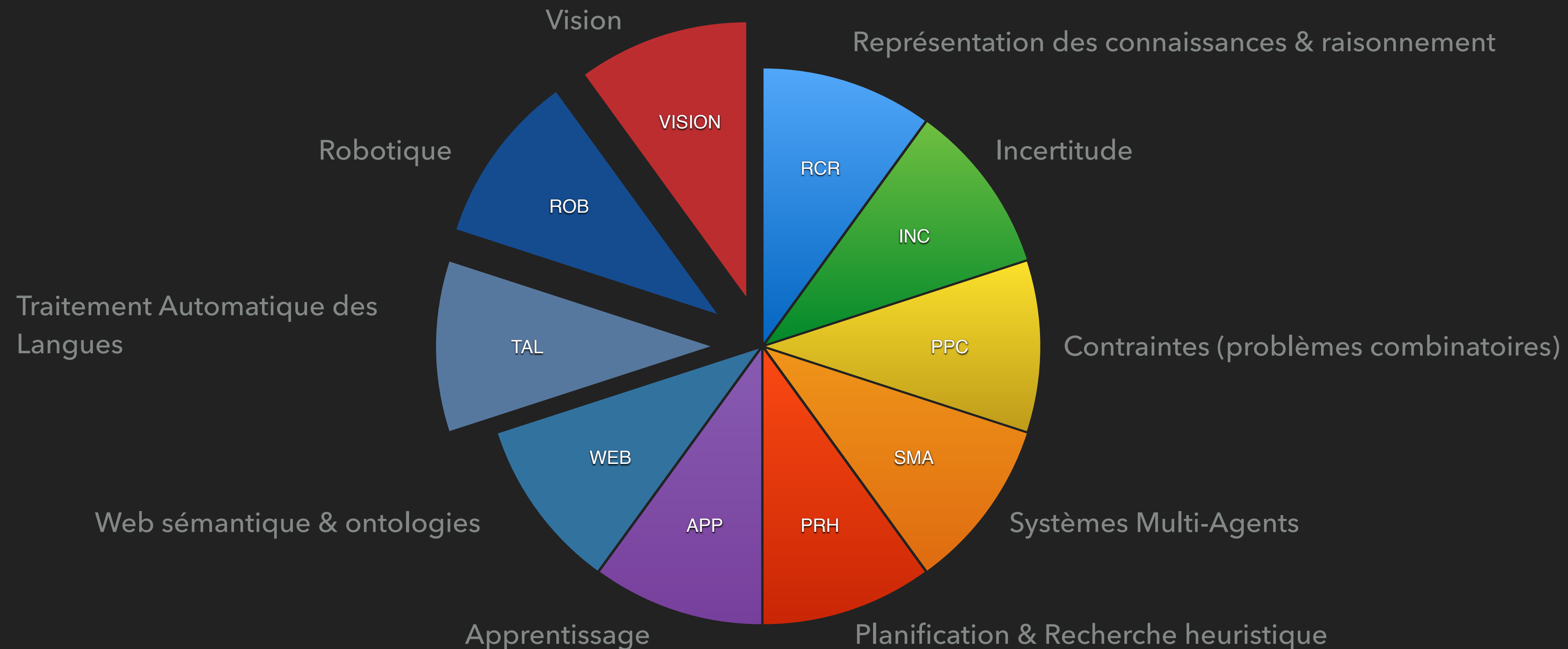
- ▶ Herbert Simon (1956): "machines will be capable, within 20 years, of doing any work a man can do"
- ▶ Marvin Minsky (1967): "within a generation . . . the problem of creating 'artificial intelligence' will substantially be solved"

# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- ▶ « L'étude des moyens qui permettent d'automatiser les processus de perception, d'apprentissage, de raisonnement, de décision et d'action. »



# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

- ▶ Qu'est-ce que c'est ?
- ▶ Il s'agit de représenter les différentes informations dont a besoin un agent pour raisonner (croyances, connaissances, buts, etc.), et d'automatiser le raisonnement (raisonnement sur l'action et le changement des croyances, raisonnement en présence d'exceptions, gestion ou résolution de l'incohérence, raisonnement temporel et spatial, raisonnement à partir de cas et par analogie,...)

# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

- ▶ Techniques Employées
  - ▶ Logique
  - ▶ Complexité algorithmique



# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

▶ Exemples

▶ Raisonnement de sens commun

logique classique

pingouin

pingouin → oiseau

oiseau → oeufs

oiseau → vole

pingouin → non(vole)



# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

- ▶ Exemples

- ▶ Raisonnement de sens commun

## logique classique

- ▶ logique du raisonnement mathématique
- ▶ pas la logique du sens commun
- ▶ ex falso quodlibet (principe d'explosion)

# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

## ▶ Exemples

### ▶ Raisonnement de sens commun

## logique classique

### ▶ ex falso quodlibet (principe d'explosion)

$$\begin{array}{l}
 A \quad | \rightarrow \quad A \text{ ou } B \\
 \\
 A \quad | \rightarrow \quad B \\
 \text{non}(A) \text{ ou } B \quad | \rightarrow \quad B
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 V \quad \text{non}(V) \\
 \text{pour toute proposition } P \\
 \\
 \text{non}(V) \quad | \rightarrow \quad \text{non}(V) \text{ ou } P \\
 \\
 \text{non}(V) \text{ ou } P \quad | \rightarrow \quad P \\
 V
 \end{array}$$

# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

## ▶ Exemples

- ▶ Raisonnement de sens commun

## logique classique

- ▶ logique du raisonnement mathématique
- ▶ pas la logique du sens commun
- ▶ ex falso quodlibet (principe d'explosion)
- ▶ nécessité de développer des logiques pour le raisonnement, et des approches tolérant l'incohérence: logiques non-monotones, logiques paraconsistantes, révision de croyances, mise à jour, fusion, etc.

# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

- ▶ Exemples
  - ▶ Logiques épistémiques : représenter les croyances
  - ▶ Logiques déontiques : représenter les obligations (lois)
  - ▶ Logiques temporelles et spatiales : représenter le temps et l'espace

# REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES & RAISONNEMENT

- ▶ Applications

- ▶ Raisonnement sur les croyances des autres agents

- ▶ Muddy Children

1. Alex: ?      Théo: ?
2. Alex sait que Théo sait qu'il est sale
2. Théo sait qu'Alex sait qu'il est sale



Alex



Théo

- ▶ Poker - Théorie des jeux

- ▶ Indispensable pour anticiper les décisions et le comportement des autres agents

## QUELLE IA POUR QUEL PROBLÈME ?

- ▶ Beaucoup de données disponibles / Peu d'informations sur le problème
  - ▶ Apprentissage (deep learning)
- ▶ Peu de données disponibles / Beaucoup d'informations sur le problème
  - ▶ Approches logiques (raisonnement)
- ▶ Problème combinatoire (dépendances - contraintes)
  - ▶ Contraintes et SAT
- ▶ Problème d'exploration de grands espaces de recherche
  - ▶ Recherche Heuristique
- ▶ Problème comportant un certain nombre d'agents (coordination, coopération, ...)
  - ▶ Systèmes Multi-Agents

# QUELLE IA POUR QUEL PROBLÈME ?



Deep Blue 1997

Recherche  
Heuristique

256 Processeurs  
(200 millions de coups  
par secondes)  
+  
Bibliothèques



Watson 2011

Langage  
+  
Représentation des  
Connaissances  
+  
Big Data

2880 Coeurs  
+  
Bibliothèque  
(200 millions de pages)



Alphago 2016

Deep Learning  
+  
Recherche Heuristique  
+  
Reinforcement Learning

1 202 Processeurs  
+ 176 GPU  
+ Entraînement  
Alphago zero : 40 jours  
en 3 jours 5 M de parties



Libratus 2017

Multi-agents  
(Equilibres de Nash)  
+  
Reinforcement Learning  
+  
(Deep Learning)

246 Noeuds  
+  
Entraînement  
(25 millions d'heures)  
285 ans pour un humain  
(24/24 - 30mn/partie)



## CONCLUSION

- ▶ L'Intelligence Artificielle est un ensemble de problèmes et de techniques
- ▶ Les techniques phares actuelles (deep learning - apprentissage profond)
  - ▶ permettent de faire de la classification
  - ▶ sont des outils indispensables pour la perception (vision, langage)
  - ▶ ont un certain nombre d'inconvénients (explicabilité, certification, etc.)
- ▶ Pas de scénario apocalyptique en vue
- ▶ Par contre il est nécessaire d'être attentif à un certain nombre de mauvais usages potentiels
- ▶ Mais beaucoup d'applications rendent et vont rendre de grands services

---

**POUR TOUTE QUESTION**

[konieczny@cril.fr](mailto:konieczny@cril.fr)

# BIBLIOGRAPHIE

- ▶ Livres grands publics
  - ▶ Le mythe de la Singularité - Faut-il craindre l'intelligence artificielle ? Jean-Gabriel Ganascia
  - ▶ Le temps des algorithmes Gilles Dowek, Serge Abiteboul
  - ▶ Voyage au Coeur de l'IA (Hors Série Libération)
- ▶ Livre technique introductif (français)
  - ▶ Panorama de l'Intelligence Artificielle Pierre Marquis, Odile Papini, Henri Prade
- ▶ Livres techniques introductifs (anglais)
  - ▶ Artificial Intelligence: A New Synthesis Nils Nilson
  - ▶ Artificial Intelligence: A Modern Approach Stuart Russel, Peter Norvig
  - ▶ Deep Learning Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville
  - ▶ Reasoning about Knowledge Ronald Fagin, Joseph Halpern, Yoram Moses, Moshe Vardi
  - ▶ Reasoning about uncertainty Joseph Halpern

## PANORAMA DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (CEPADUES)

- ▶ Ouvrage coordonné par Pierre Marquis, Odile Papini et Henri Prade
- ▶ 3 volumes
- ▶ 42 chapitres
  
- ▶ Volume 1 - Représentation des connaissances et formalisation des raisonnements
  1. Éléments pour une histoire de l'intelligence artificielle (P. Marquis, O. Papini, H. Prade)
  2. Représentation des connaissances : modalités, conditionnels et raisonnement non monotone (A. Herzig, Ph. Besnard)
  3. Représentations de l'incertitude en intelligence artificielle (S. Benferhat, Th. Denoeux, D. Dubois, H. Prade)
  4. Raisonnement qualitatif sur les systèmes dynamiques, le temps et l'espace (J.-F. Condotta, F. Le Ber, G. Ligozat, L. Travé-Massuyès)
  5. Reasonner avec des ontologies : logiques de description et graphes conceptuels (M. Leclère, M.-L. Mugnier, M.-Ch. Rousset)
  6. Représentation des préférences (S. Kaci, J. Lang, P. Perny)
  7. Normes et logique déontique (F. Cuppens, Ch. Garion, G. Piolle, N. Cuppens-Boulahia)
  8. Raisonnement à partir de cas, raisonnement et apprentissage par analogie, gradualité et interpolation (B. Fuchs, J. Lieber, L. Miclet, A. Mille, A. Napoli, H. Prade)
  9. Modèles d'apprentissage artificiel (A. Cornuéjols, F. Koriche, L. Miclet, R. Nock)

## PANORAMA DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (CEPADUES)

### ► Volume 1 - Représentation des connaissances et formalisation des raisonnements

10. Raisonnement sur l'action et le changement (F. Dupin de Saint-Cyr, A. Herzig, J. Lang, P. Marquis)
11. Décision multicritère (Ch. Gonzales, P. Perny)
12. Décision dans l'incertain (Ch. Gonzales, P. Perny)
13. Systèmes multiagents : décision collective (S. Bouveret, J. Lang, M. Lemaître)
14. Formalisation de systèmes d'agent cognitif, de la confiance et des émotions (J. Ben-Naïm, D. Longin, E. Lorini)
15. Systèmes multiagents : négociation, persuasion (L. Amgoud, Y. Chevaleyre, N. Maudet)
16. Diagnostic et supervision : approches à base de modèles (M.-O. Cordier, Ph. Dague, Y. Pencolé, L. Travé-Massuyès)
17. Validation et explication (L. Charnay, J. Dibie, S. Loiseau)
18. Ingénierie des connaissances (N. Aussenac-Gilles, J. Charlet, C. Reynaud-Delaître)
19. Argumentation et raisonnement en présence de contradictions (L. Amgoud, Ph. Besnard, C. Cayrol, Ph. Chatalic, M.-Ch. Lagasquie-Schiex)
20. Approches de la révision et de la fusion d'informations (D. Dubois, P. Everaere, S. Konieczny, O. Papini)

## PANORAMA DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (CEPADUES)

### ► Volume 2 - Algorithmes pour l'intelligence artificielle

1. Recherche heuristiquement ordonnée dans les graphes d'états (H. Farreny)
2. Jeux et recherche heuristique (B. Bouzy, T. Cazenave, V. Corruble, O. Teytaud)
3. Déduction automatique (Th. Boy de la Tour, R. Caferra, N. Olivetti, N. Peltier, C. Schwind)
4. Programmation logique (A. Lallouet, Y. Moinard, P. Nicolas, I. Stéphan)
5. Logique propositionnelle et algorithmes autour de SAT (L. Simon)
6. Raisonnement par contraintes (Ch. Bessière)
7. Réseaux de contraintes valués (M. Cooper, S. de Givry, Th. Schiex)
8. Modèles graphiques pour l'incertitude : inférence et apprentissage (S. Benferhat, Ph. Leray, K. Tabia)
9. Planification en intelligence artificielle (R. Sabbadin, F. Teichteil-Königsbuch, V. Vidal)
10. Algorithmique de l'apprentissage et de la fouille de données (A. Cornuéjols, C. Vrain, J.-D. Zucker)
11. Méta-heuristiques et intelligence artificielle (J.-K. Hao, Ch. Solnon)

## PANORAMA DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (CEPADUES)

### ► Volume 3 - L'intelligence artificielle : frontières et applications

1. Informatique théorique : calculabilité, décidabilité et logique (O. Bournez, G. Dowek, R. Gilleron, S. Grigorieff, J.-Y. Marion, S. Perdrix, S. Tison)
2. Informatique théorique : complexité, automates et au-delà (O. Bournez, G. Dowek, R. Gilleron, S. Grigorieff, J.-Y. Marion, S. Perdrix, S. Tison)
3. Bases de données et intelligence artificielle (N. Bidoit, P. Bosc, L. Cholvy, O. Pivert, M.-Ch. Rousset)
4. Web sémantique (J. Euzenat, M.-Ch. Rousset)
5. L'intelligence artificielle et le langage (N. Asher, L. Danlos, P. Zweigenbaum)
6. Bioinformatique (F. Coste, C. Nédellec, Th. Schiex, J.-Ph. Vert)
7. Intelligence artificielle et reconnaissance des formes, vision, apprentissage pour la robotique (I. Bloch, R. Clouard, M. Revenu, O. Sigaud)
8. Intelligence artificielle et robotique (M. Ghallab, F. Ingrand)
9. Perspectives philosophiques et épistémologiques ouvertes par l'intelligence artificielle (P. Livet, D. Kayser, F. Varenne)
10. Intelligence artificielle et psychologie du raisonnement et de la décision (J.-F. Bonnefon, G. Politzer)