

# Intelligence Artificielle & Cognition

Marie Lefevre

Université Lyon 1 - Laboratoire LIRIS

[marie.lefevre@liris.cnrs.fr](mailto:marie.lefevre@liris.cnrs.fr)



# Qu'est-ce que l'IA ?



# Intelligence Artificielle (I.A.)

- ▶ Une définition ... pas la seule !
- ▶ **L'Intelligence Artificielle : doter une machine (ordinateur, robot, dispositif informatique...) de capacités « dites intelligentes », en mimant / s'inspirant des humains ou plus généralement de la nature**
- ▶ Mais qu'est-ce qu'une capacité intelligente ?

# Différentes intelligences, différentes IA

L'intelligence humaine (capacités mentales)

L'intelligence du vivant (adaptation)

Modèles  
Cognition



Intelligence  
bio-inspirée

Différentes visions  
de l'intelligence

Différentes IA / Différentes approches

Cognitivism

...

Connexionnisme / Constructivisme

# Différentes capacités, différentes IA

**Capacités Mentales  
(Processus de décision)**

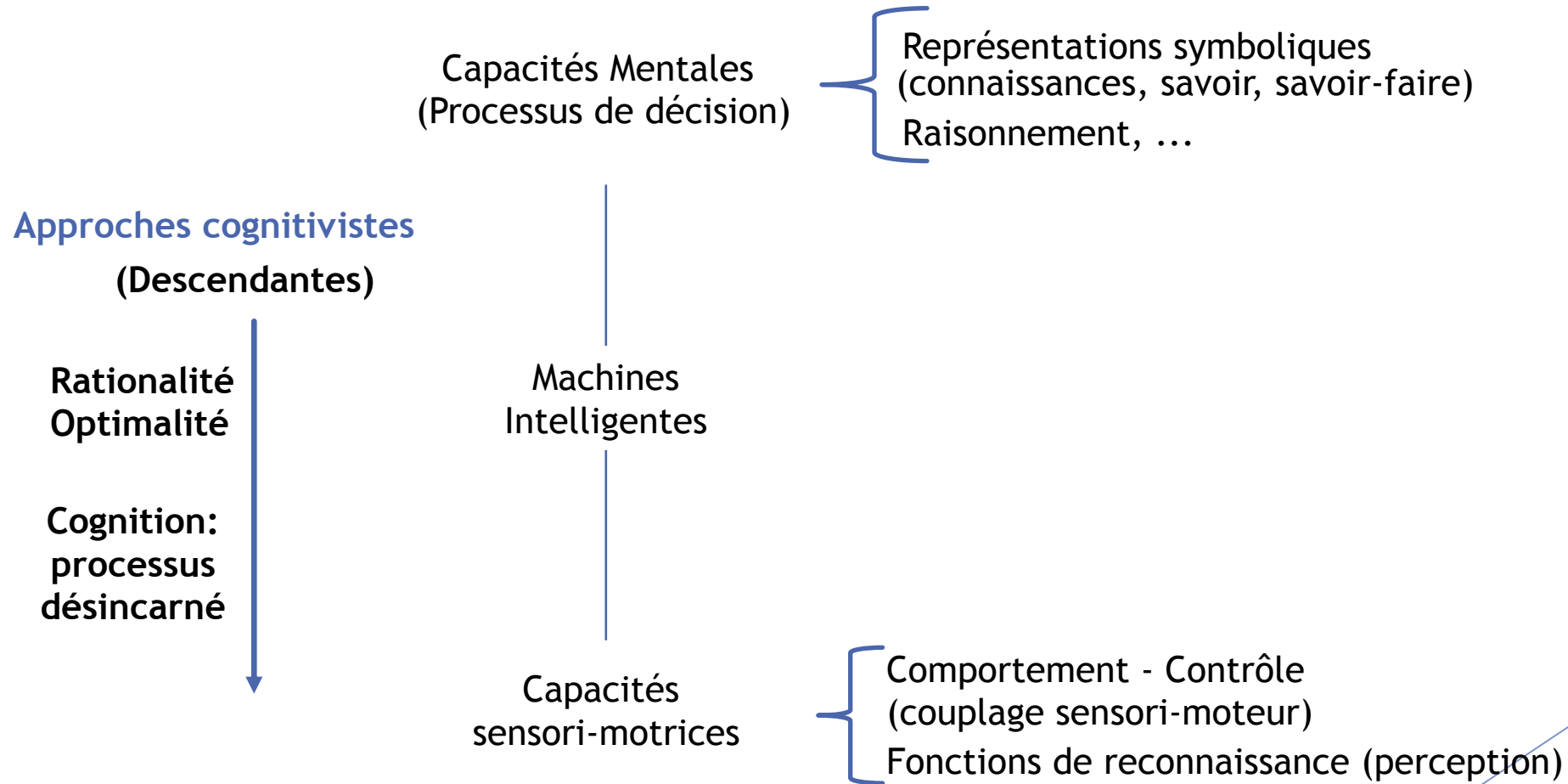
**Représentations symboliques  
(connaissances, savoir, savoir-faire)  
Raisonnement, ...**

**Machines  
Intelligentes**

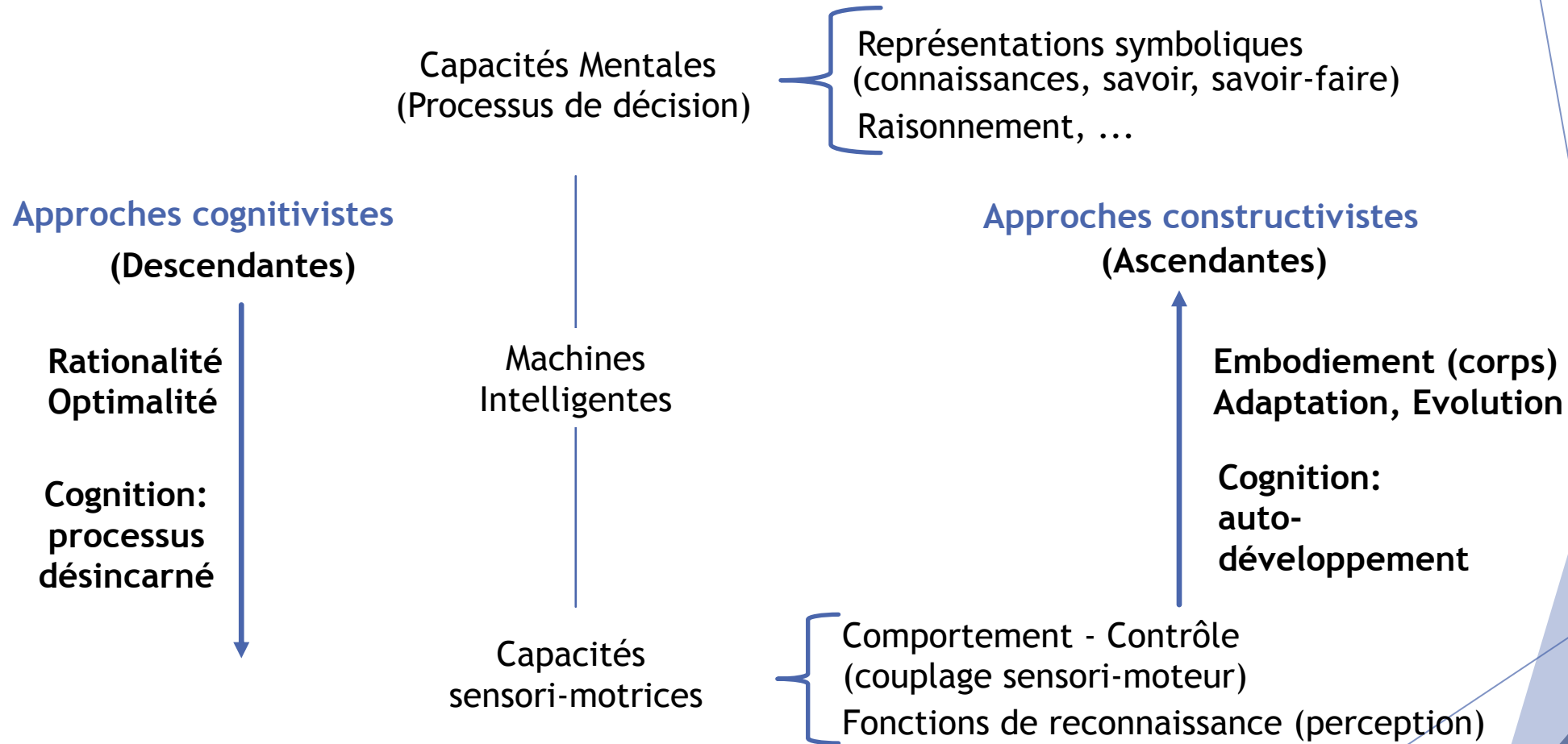
**Capacités  
sensori-motrices**

**Comportement - Contrôle  
(couplage sensori-moteur)  
Fonctions de reconnaissance (perception)**

# Approches cognitivistes de l'IA



# Approches constructivistes de l'IA



# Différentes intelligences, différentes IA

L'intelligence humaine (capacités mentales)

L'intelligence du vivant (adaptation)

Modèles  
Cognition



Différentes visions  
de l'intelligence



Intelligence  
bio-inspirée

Différentes IA

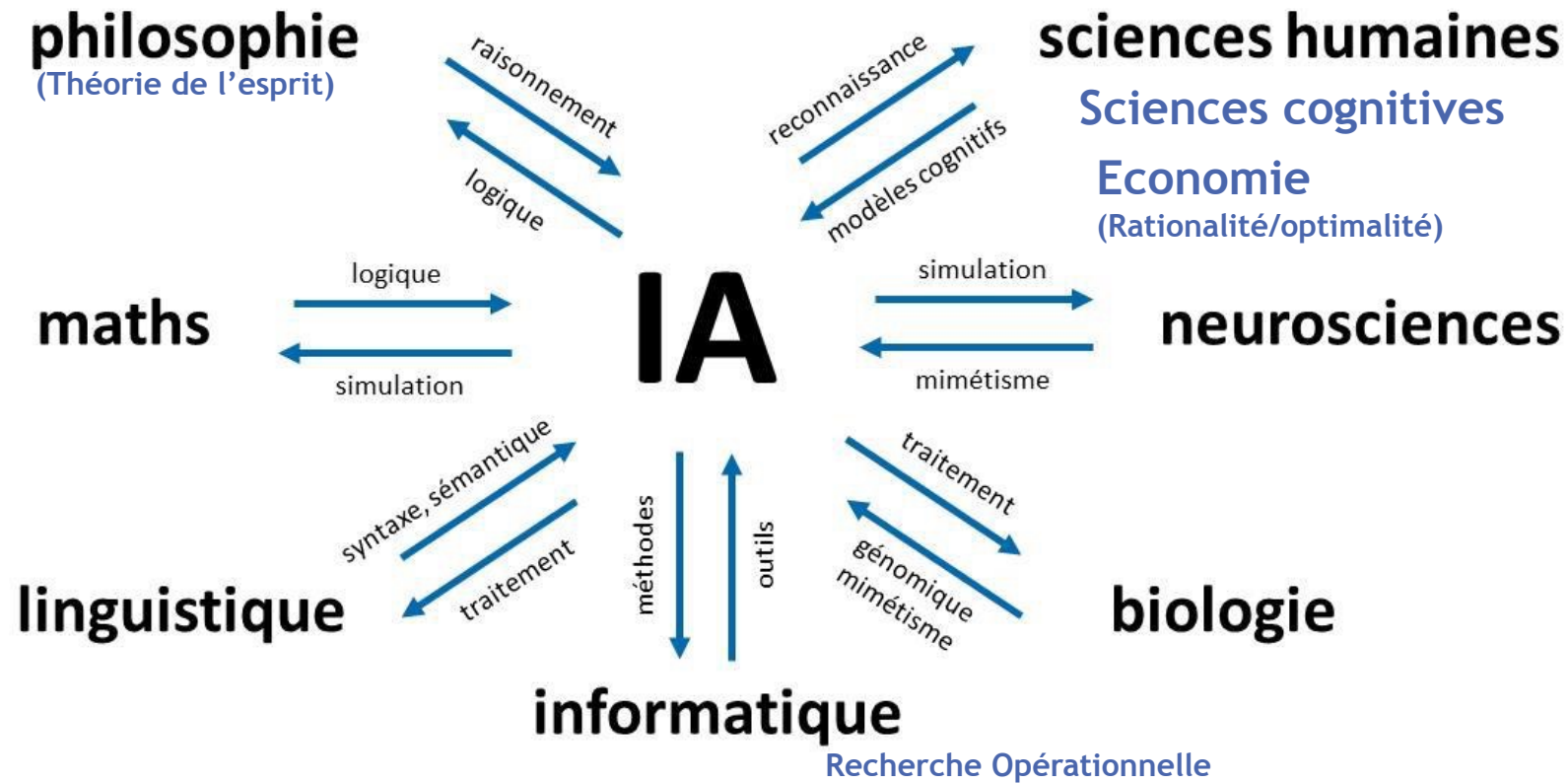
IA forte : La machine développe sa propre intelligence (ses propres capacités cognitives)

IA faible : La machine exécute un modèle d'une forme d'intelligence  
(inspiré d'une intelligence naturelle)

IA générale : L'intelligence n'est pas spécifique à un(e) (type de) tâche donné(e)



# L'IA et les autres disciplines



# Histoire de l'IA

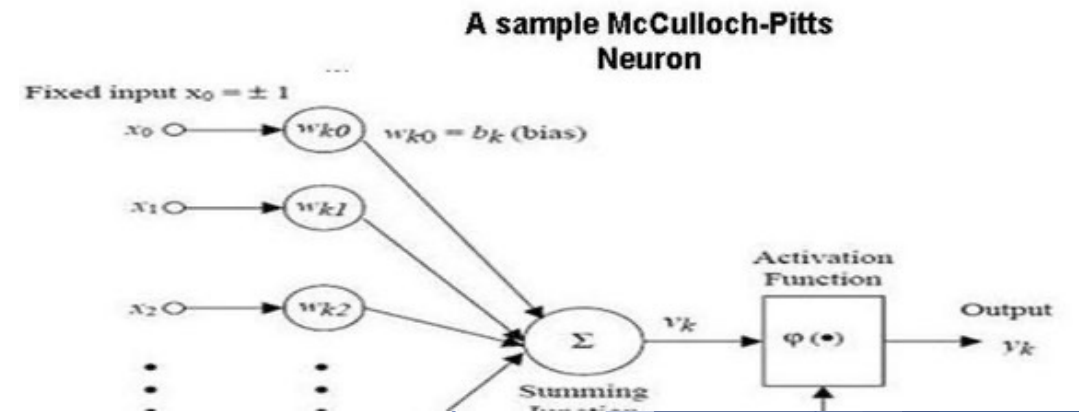
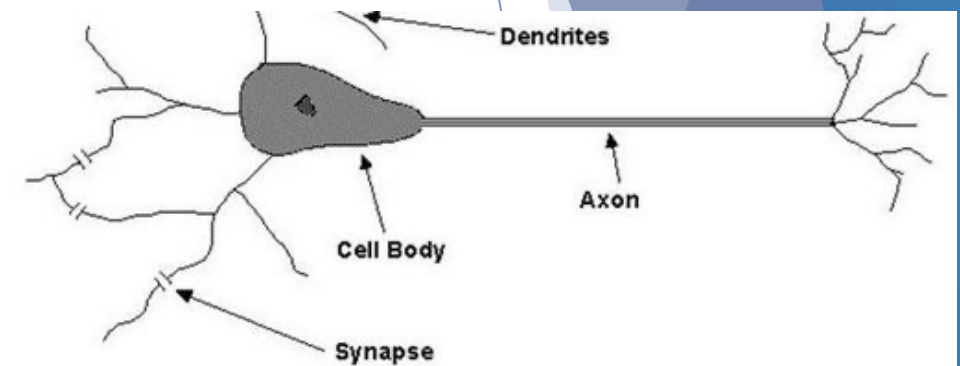
## Darhmouth Conference (1956)



Naissance du domaine de l'IA

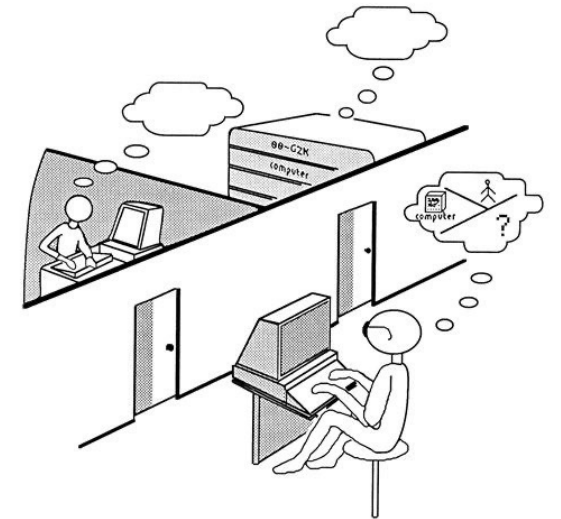
# Mais avant ...

- ▶ Konrad Zuse Z3 - 1941
  - ▶ Ce calculateur était la première machine programmable pleinement automatique ce qui en ferait le premier ordinateur du monde
- ▶ Réseau neuronal - 1943
  - ▶ Réseau informatique composé de « neurones » capables de reconnaître des séries et « apprendre », notamment dans des systèmes de reconnaissance de caractères
  - ▶ Inspiré de la biologie, contrairement aux réseaux de neurones modernes qui s'appuient sur une approche plus pragmatique fondée sur les statistiques et le traitement du signal
- ▶ Théorie des jeux - 1944



# Mais avant ...

- ▶ Test de Turing - 1950
  - ▶ Test permettant de déterminer si une intelligence artificielle est similaire ou impossible à distinguer d'une intelligence humaine. Aujourd'hui, le programme ALICE est sans doute la référence dans ce domaine, mais aucun logiciel n'a pour l'instant passé le test.
- ▶ Jeux de Dames - 1951
  - ▶ Premier logiciel fonctionnel démontrant une intelligence artificielle. Un programme permettant de jouer aux échecs a aussi été conçu durant cette période, mais la machine était trop lente et le jeu se limitait à un échec et mat en 2 coups.
- ▶ Logic Theorist - 1956
  - ▶ Programme informatique conçu pour reproduire les compétences de résolution de problèmes d'un être humain et est considéré comme le premier programme d'intelligence artificielle. Il a été capable de prouver 38 des 52 théorèmes des Principia Mathematica.
- ▶ Satisficing - 1956
  - ▶ Principe du seuil de satisfaction de l'individu : l'homme est incapable de maximiser ou optimiser ses ressources, car il peut rarement évaluer toutes les probabilités d'une situation avec précision



# congrès de Darmouth – USA – 1956

*définit le périmètre d'investigation de l'IA*

## A PROPOSAL FOR THE DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

J. McCarthy, Dartmouth College  
M. L. Minsky, Harvard University  
N. Rochester, I.B.M. Corporation  
C.E. Shannon, Bell Telephone Laboratories

August 31, 1955

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.

The following are some aspects of the artificial intelligence problem:

### 1 Automatic Computers

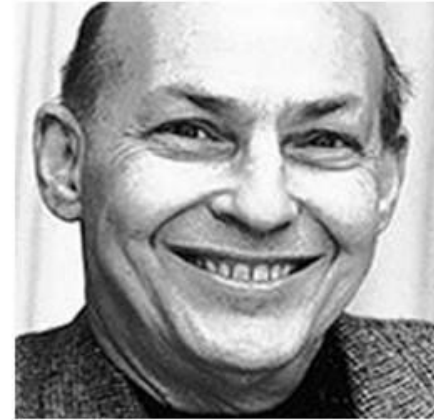
If a machine can do a job, then an automatic calculator can be programmed to simulate the machine. The speeds and memory capacities of present computers may be insufficient to simulate many of the higher functions of the human brain, but the major obstacle is not lack of machine capacity, but our inability to write programs taking full advantage of what we have.

### 2 How Can a Computer be Programmed to Use a Language

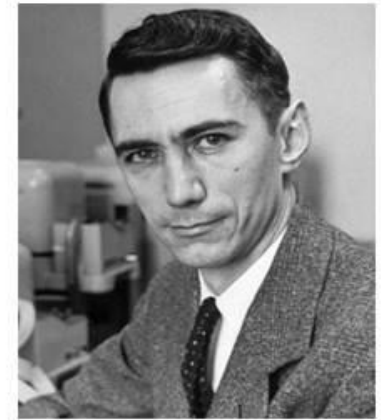
It may be speculated that a large part of human thought consists of manipulating words according to rules of reasoning and rules of conjecture. From this point of view, forming a generalization consists of admitting a new word and some rules whereby sentences containing it imply and are implied by others. This idea has never been very precisely formulated nor have examples been worked out.

### 3. Neuron Nets

How can a set of (hypothetical) neurons be arranged so as to form concepts. Considerable theoretical and experimental work has been done on this problem by Uttley, Rashevsky and his group, Farley and Clark, Pitts and McCulloch, Minsky, Rochester and Holland, and others. Partial results have been obtained but the problem needs more theoretical work.



**Marvin Minsky**  
1927-2016



**Claude Shannon**  
1916-2001

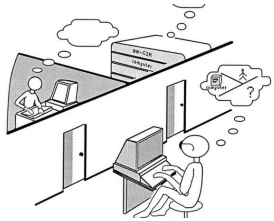


**John McCarthy**  
1927-2011

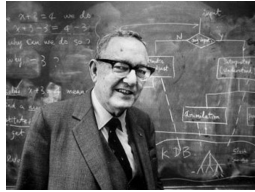


**Nathaniel Rochester**  
1919-2001

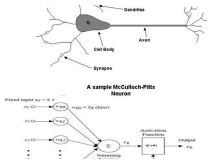
# Histoire de l'IA



**Le test de Turing (1950)**



**Satisficing (1956)**

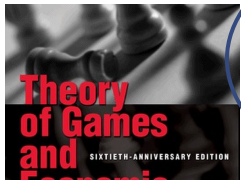


**Réseau neuronal (1943)**

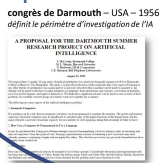


**The Logic Theorist (1956)**

**Game Theory (1944)**



**Dartmouth Conference (1956)**



Naissance du domaine de l'IA

**Konrad Zuse Z3 (1941)**



**Jeu de dames (1951)**



# Des réalisations dès 1957

## General Problem Solver (1957)

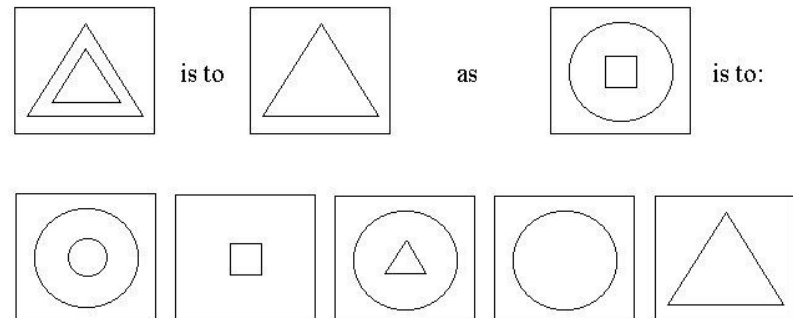
### Generalization of Logic Theorist

- general framework for solving any problem, given the proper setup
  - rules separated from knowledge base
  - “Weak method”: doesn’t use domain-specific heuristics
- goal: to be a better psychological model of human cognition
  - have subjects describe what they are doing as they solve problems

### Means-ends analysis

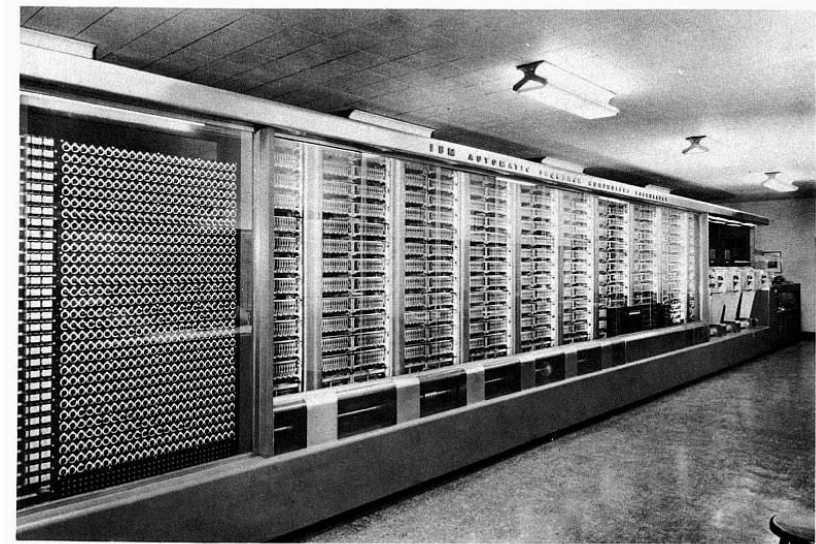
- determine differences between current state & goal state
- break into sub-problems [divide & conquer]
- reduce the differences by means of operators

### Backtracking

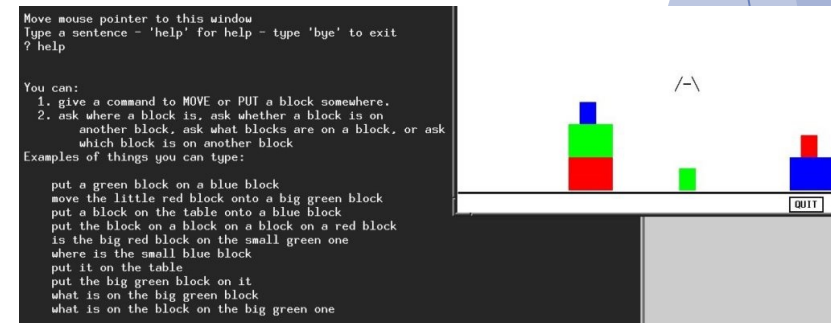


## ANALOGY (1963)

## Perceptron (1960)



II Front View of the Calculator

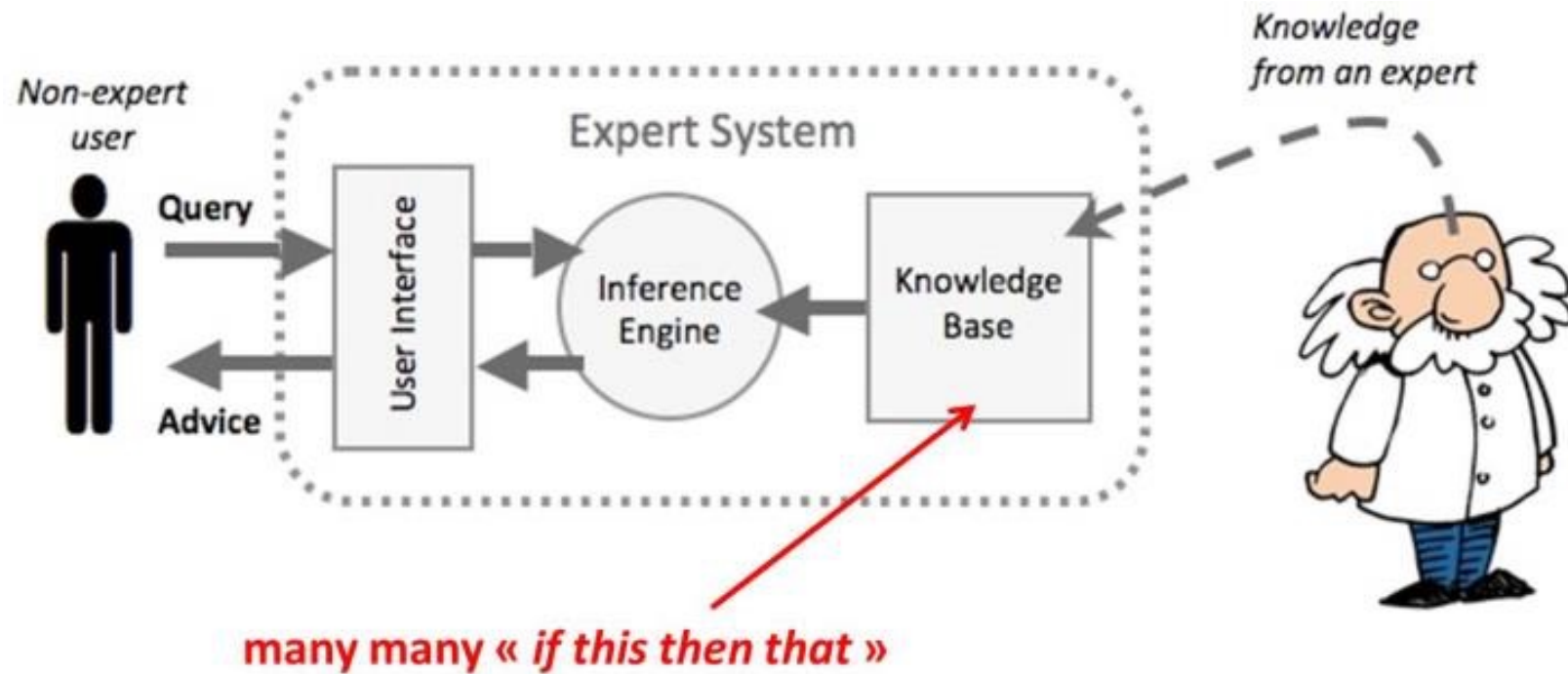


## SHRDLU (1968)

# Des systèmes-expert au DMS

## Decision Management Systems

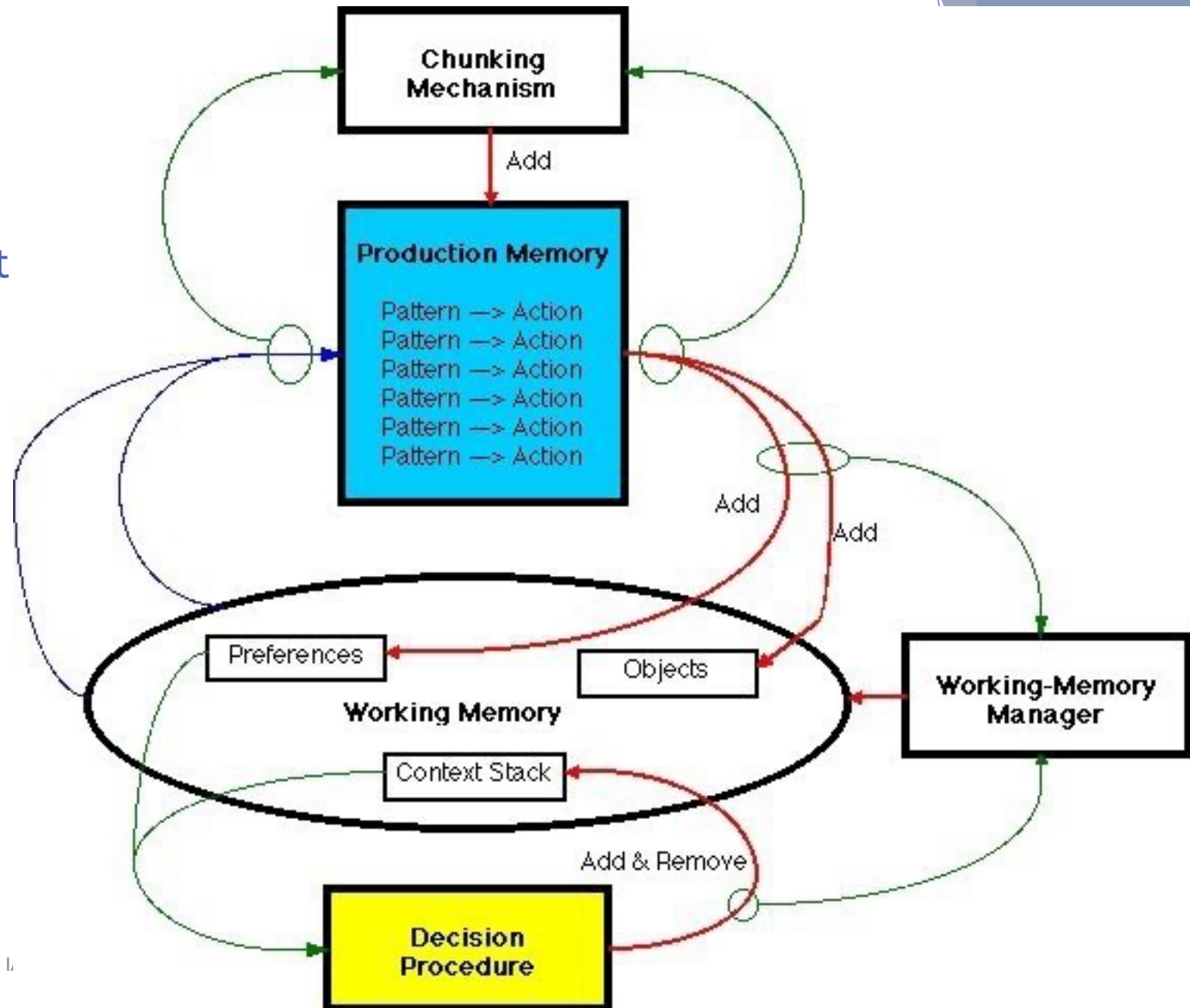
Business Rules Management Systems (BRMS) + Analytics Tools





# SOAR - 1983

State Operator and Result  
ou architecture cognitive



# Des langages dédiés

LISP - 1958



Prolog - 1972

```
LOGUSER
st, max_o
*****
1
Damen 1
1
*****

domains
  pos = integer
  pos_list = pos*
  halb_stellung = reference pos_1
  stellung = reference halb_stell
  stellung_list = stellung*
  farbe = weiss ; schwarz

database
  zug_list(stellung_list)

predicates
  NONDETERM member(pos, pos_list)
  NONDETERM member_rest(pos, pos_list, pos_list)
  length(pos_list, integer).
  NONDETERM repeat
  grund_stellung(stellung)
  opposit(farbe, farbe)
  gewonnen(integer)
  NONDETERM diag_move(farbe, pos, pos)
  valid_pos(pos)
  Message RM possible_move(farbe, pos, pos)
  best_move stein(pos, pos_list, pos_list)
  exec_move RM zug_poss_gen(farbe, stellung, stellung)
  exec stellung(stellung)
  run <(farbe, stellung, stellung_list)
  member ng(integer, farbe, farbe, stellung, integer)
  delete_stein _list(integer, farbe, farbe, stellung_list, int
  possible_move
  diag_move

of option or select with → or ←
```

8	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
6								
5								
4								
3								
2								
1	X	X	X	X	X	X	X	X

Vert = 0  
[[[43,21,23,34,25,36,27,38], [], [[78,8  
1,92,83,94,85,96,98], []]]]

# Des réussites et des échecs



Deep Blue (1997)

Smart Truck (1989)



RDA: ULN Details

ULN Detail Display for ULI **9AG2** Created 091200Z Sep 94 Updated 131908Z Dec 95

Unit Information SRC: 07085H4001 GCC:

Force Desc: RANGER INF BNL Baseline:

Unit Name: 0075 IN BN 01 RANGER Nonbaseline: POC MR GAUBRON AT GOLF COURSE

UIC: WHSLAA Component ACTIVE POC:

PIC: ProvOrg: 9 UTC: OGFAB Proj Code: CEI: Flag Date

FIC: 7 Service: A ULC: BN Service Rsv: TUCHA Icd PIF:

Routing Information Dsch Cstr Priority ILOC Delay

GEO	GEO Name	Mode	Src	Cnfg	1st	2nd	ID	AddOn	Days	Code	Lookup	RLD:
Origin	LEXG HUNTER AAF											C000
POE	LEXG HUNTER AAF		X	X								C000
POD	FTZH EL BORMA	A	K	P	C		001	A				C000
Dest	TPAL TOZEUR/NEFTA	L	D	A	N							C001
ILOC											No ILOC *	CRD:

Personne Cargo Bulk Oversize Outsize NAT Totals Nbr CCCs: 4

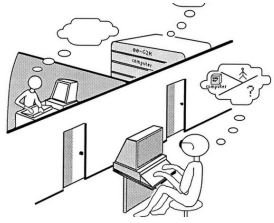
PAX: 603 STONS: 113.7 6 0 0 119.7 POL (MBBLs): 0.0

Auth: 603 MTONs: 284 23 0 0 307 SQFT:

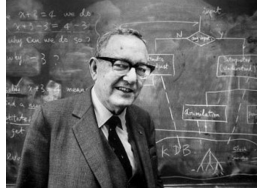
LAD On Call RDD On Call Refresh SQFT Apply Cancel Close

DART (1991)

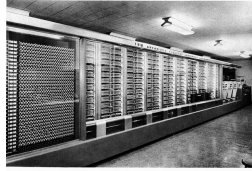
# Histoire de l'IA



**Le test de Turing (1950)**



**Satisficing (1956)**



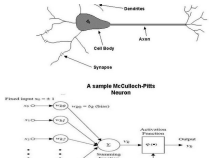
**Perceptron (1960)**



**PDP-10 (1966)**



**Deep Blue (1997)**



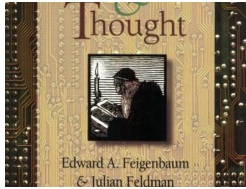
**Réseau neuronal (1943)**



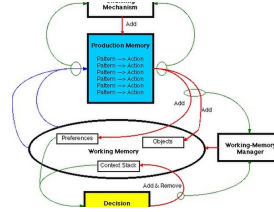
**The Logic Theorist (1956)**



**LISP (1958)**

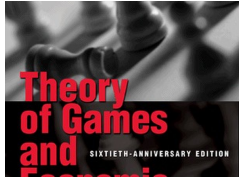


**Reconnaissance et adaptation (1963)**



**Soar (1983)**

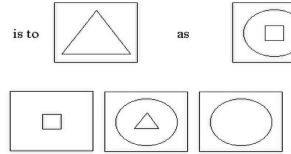
**Game Theory (1944)**



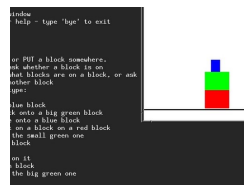
**Dartmouth Conference (1956)**



**ANALOGY (1963)**



**SHRDLU (1968)**



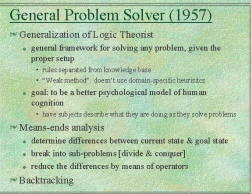
**Smart Truck (1989)**



**Konrad Zuse Z3 (1941)**



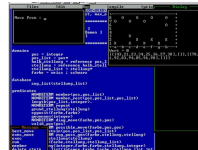
**The General Problem Solver (1957)**



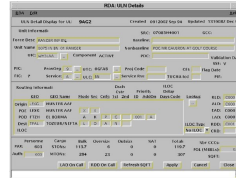
**Le premier système expert (1965)**



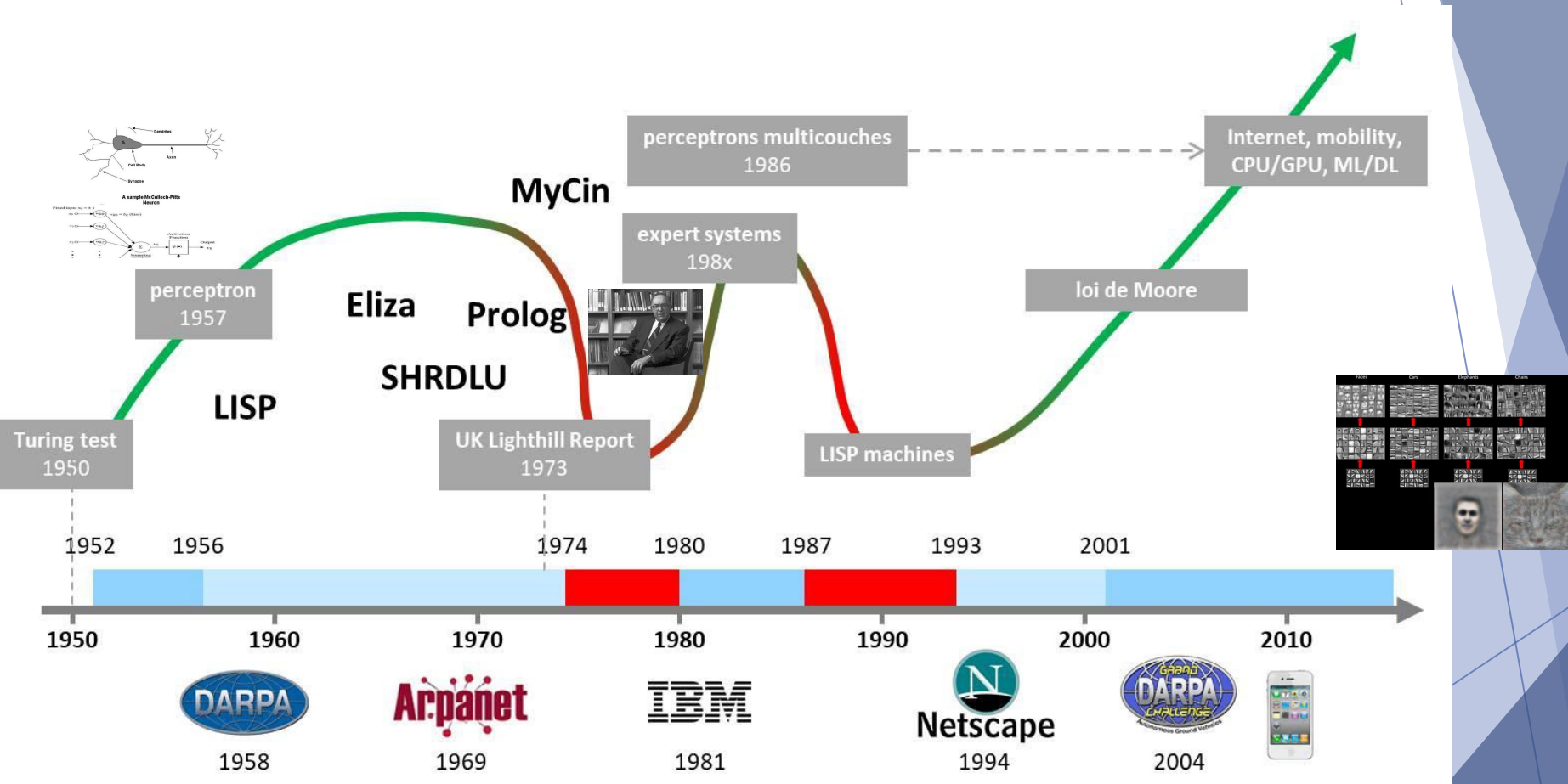
**Prolog (1972)**



**DART (1991)**



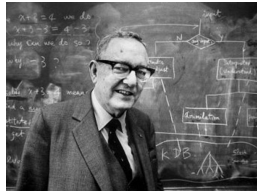
# Des hauts, des bas, et puis...



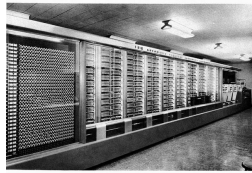
# Histoire de l'IA



Le test de Turing (1950)



Satisficing (1956)



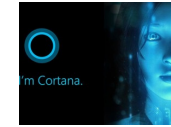
Perceptron (1960)



PDP-10 (1966)



Deep Blue (1997)



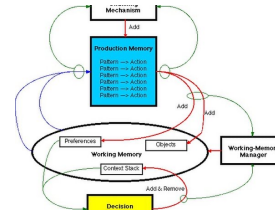
Cortana (2014)



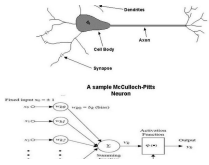
Siri et Google Now (2011)



IBM Watson / Jeopardy (2011)



Soar (1983)



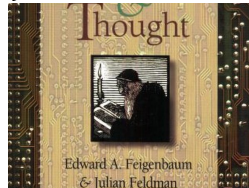
Réseau neuronal (1943)



The Logic Theorist (1956)



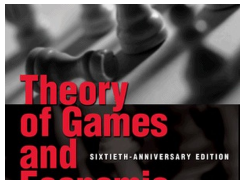
LISP (1958)



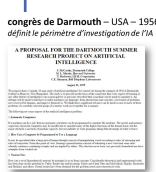
Reconnaissance et adaptation (1963)

Game Theory (1944) Dartmouth Conference (1956) ANALOGY (1963) SHRDLU (1968) Smart Truck (1989) Google Car (2009) Google AlphaGO (2016)

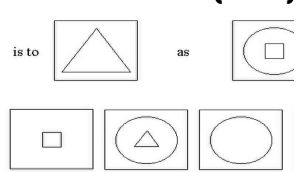
Game Theory (1944)



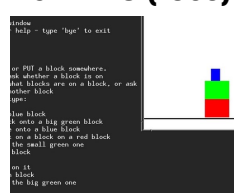
Dartmouth Conference (1956)



ANALOGY (1963)



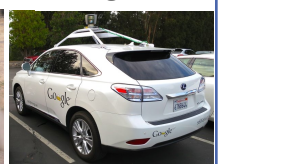
SHRDLU (1968)



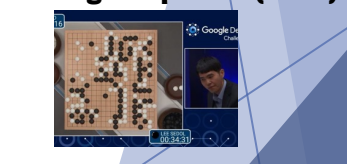
Smart Truck (1989)



Google Car (2009)



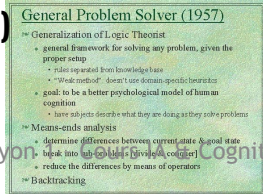
Google AlphaGO (2016)



Konrad Zuse Z3 (1941)



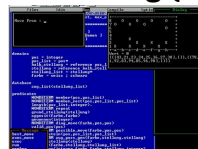
The General Problem Solver (1957)



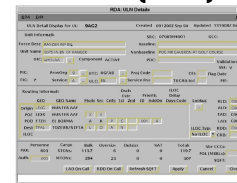
Le premier système expert (1965)



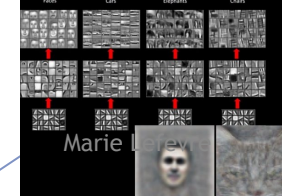
Prolog (1972)



DART (1991)

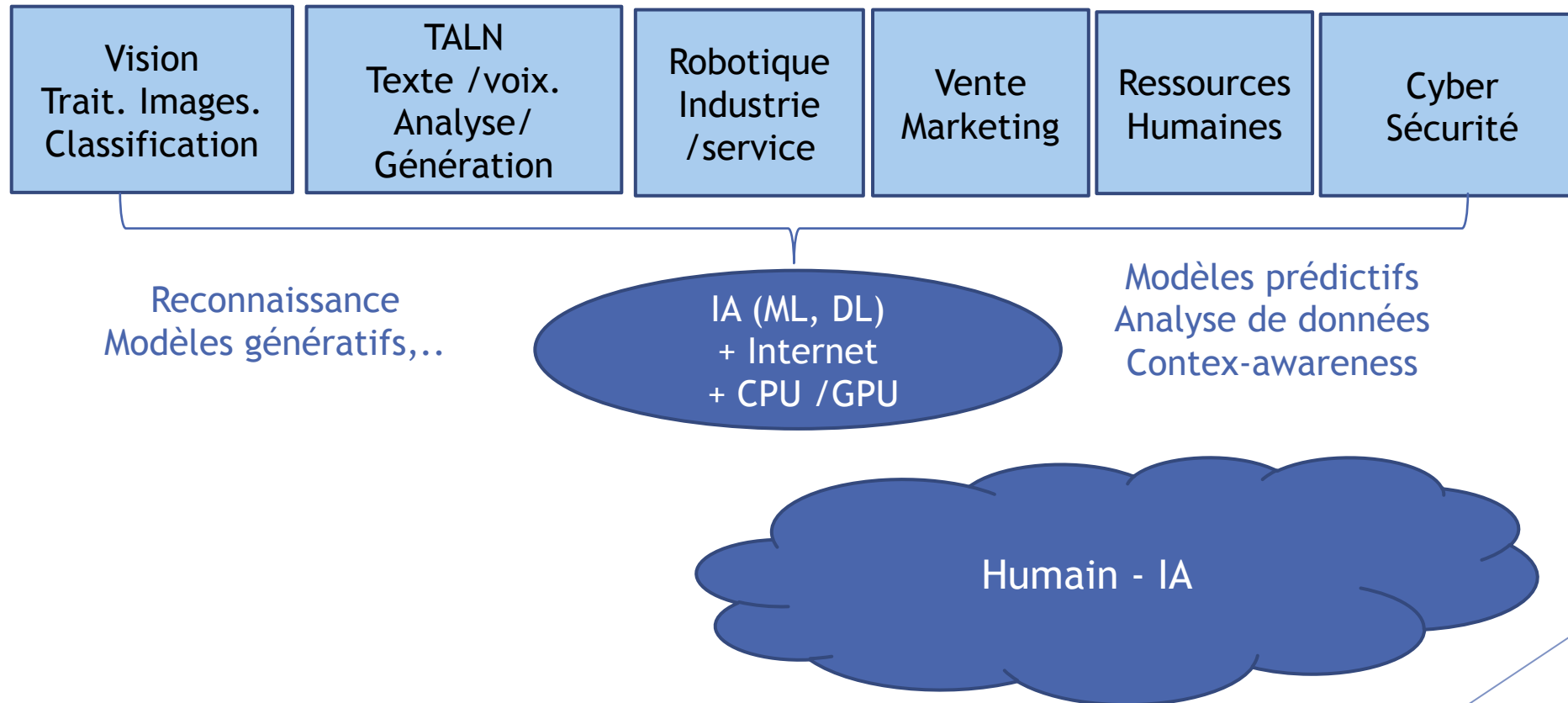


Deep Learning (2012)



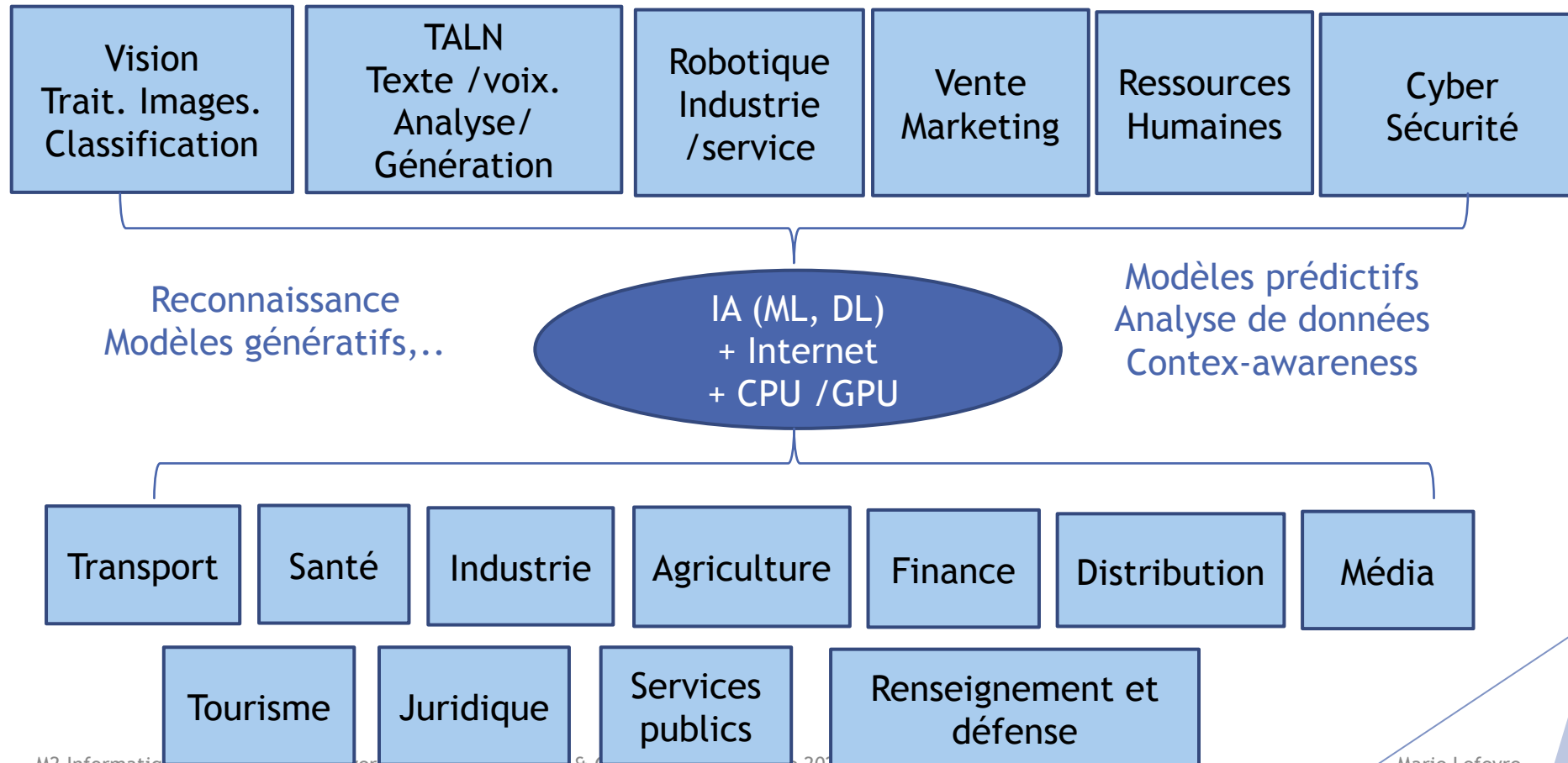
# Domaines impactés par l'IA

## Domaines génériques



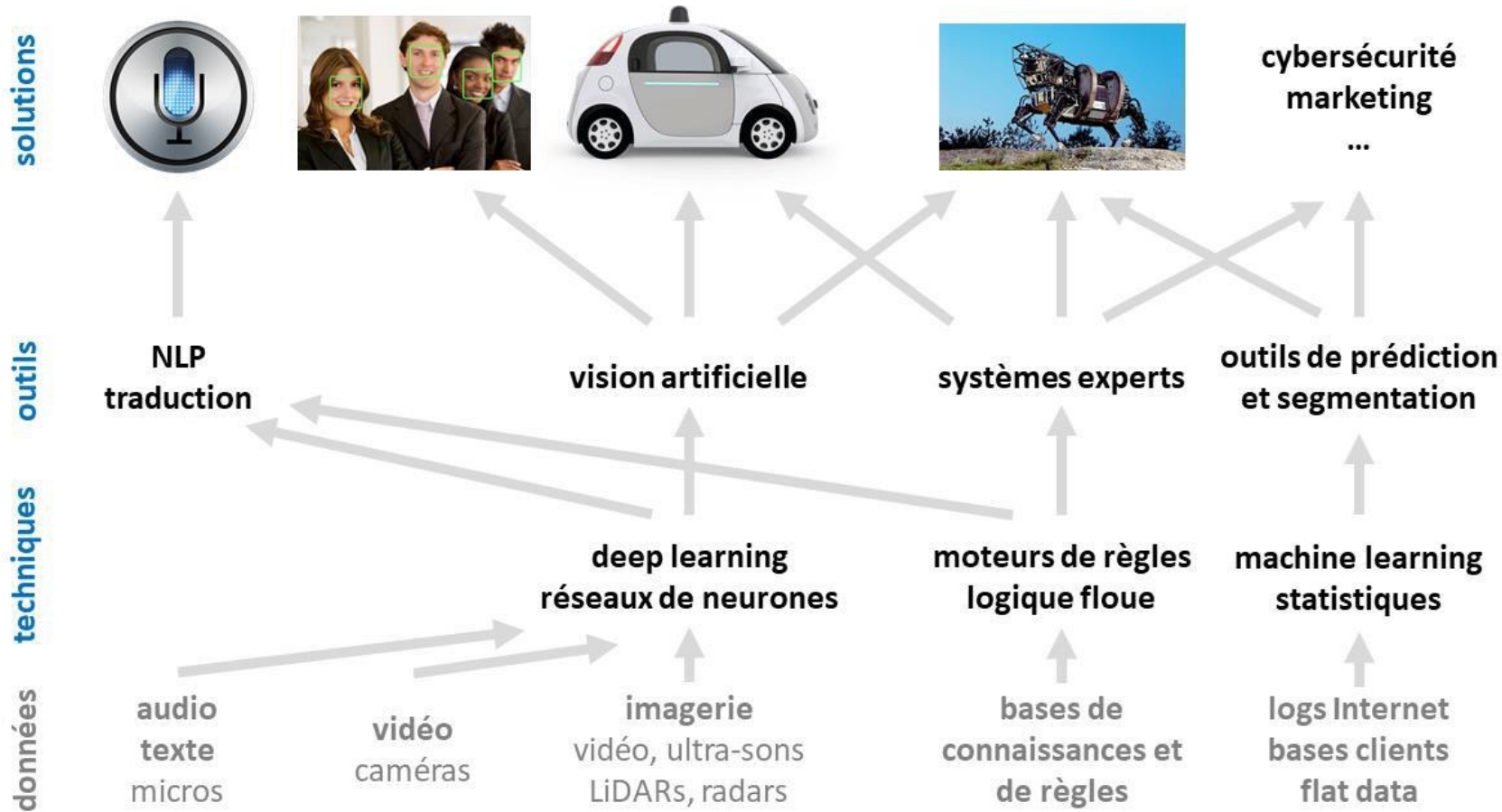
# Domaines impactés par l'IA

## Domaines génériques

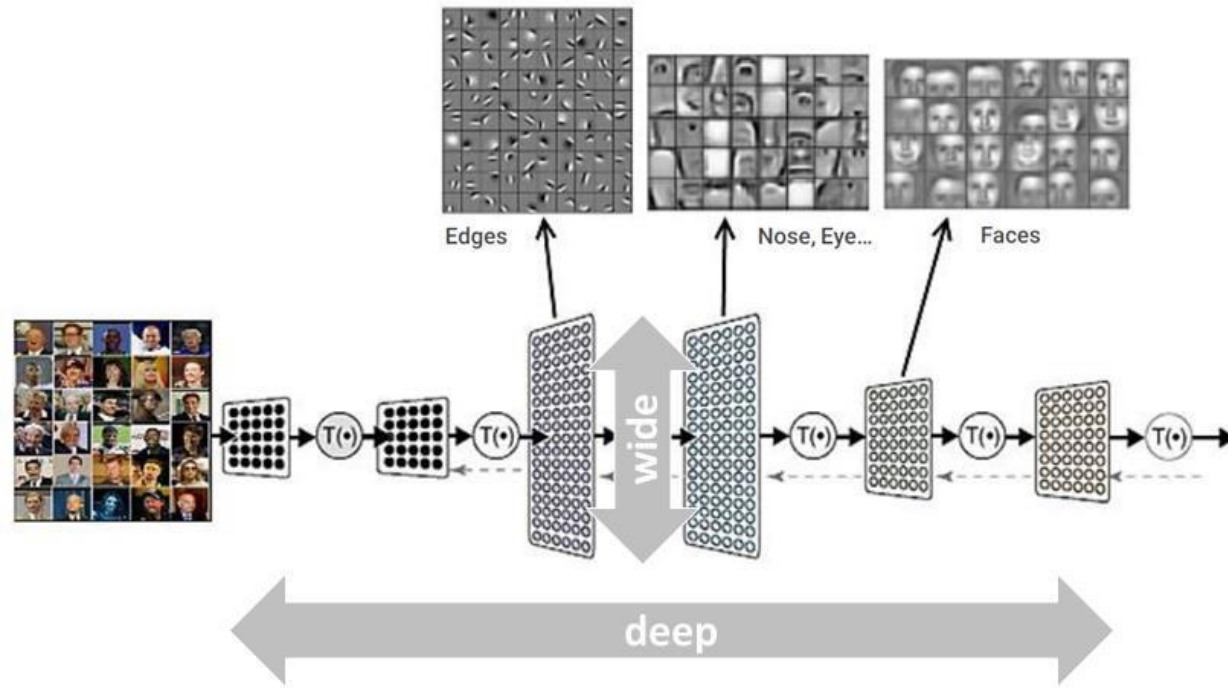




# IA : techniques, outils et solutions



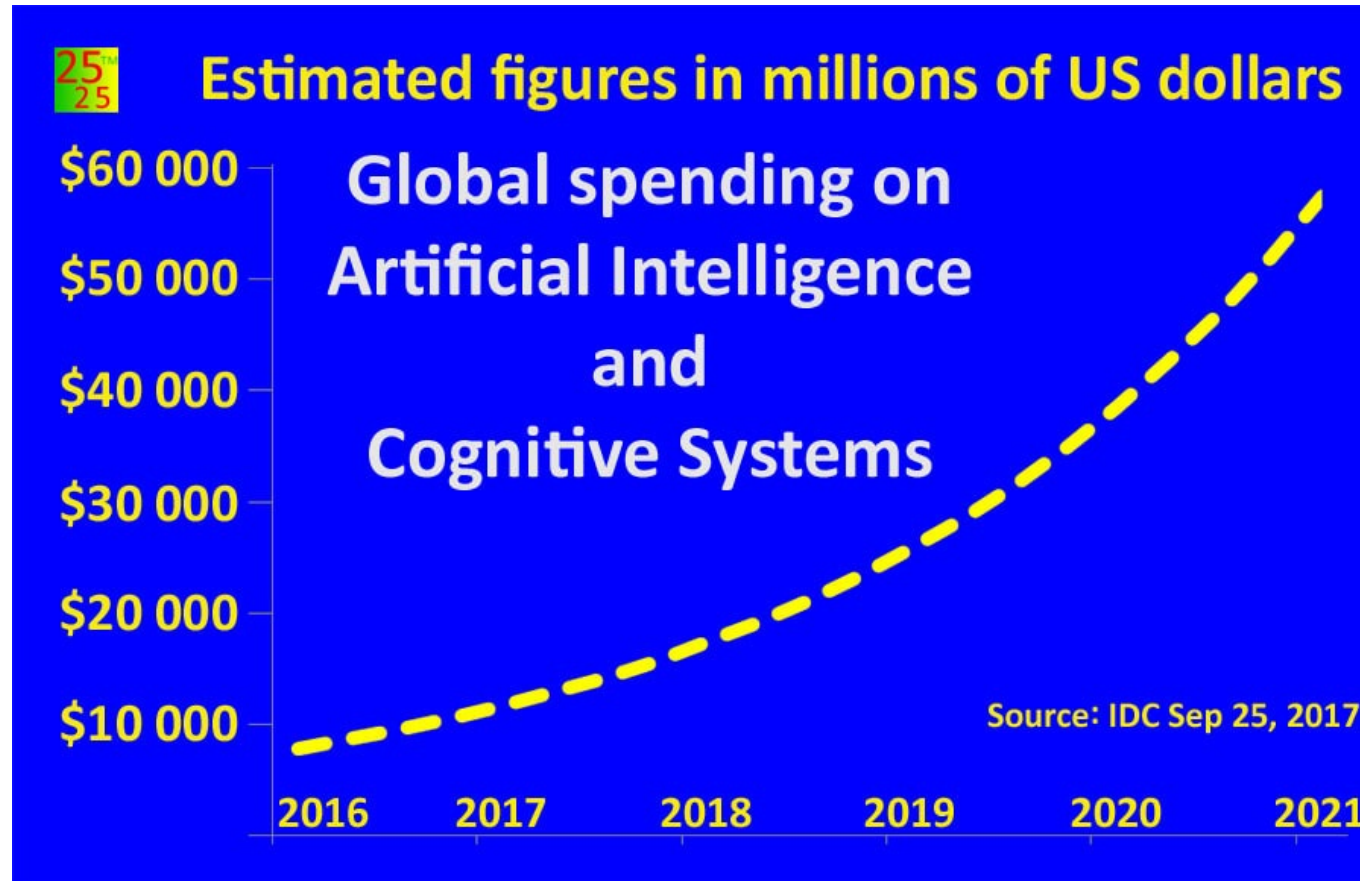
# L'IA aujourd'hui : massivement ML et DL



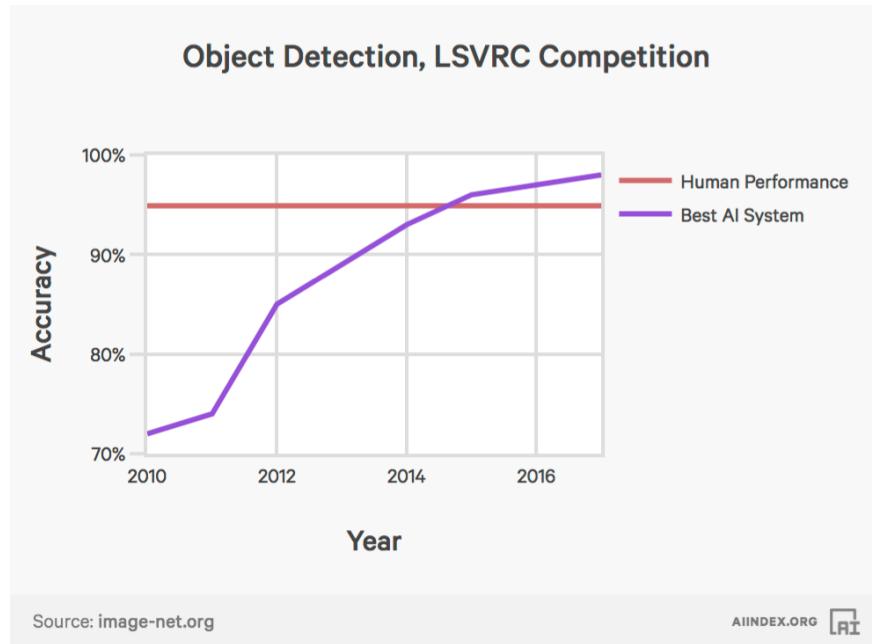
chaque niveau d'un réseau de neurones profond réalise une fonction de classification d'un type d'objet en un type d'objet supérieur (pixels => forme => nez => visage => individu)

**un réseau de neurones profond comprend plusieurs couches "cachées" qui transforment les données en entrée en données ayant un niveau d'abstraction supérieur**

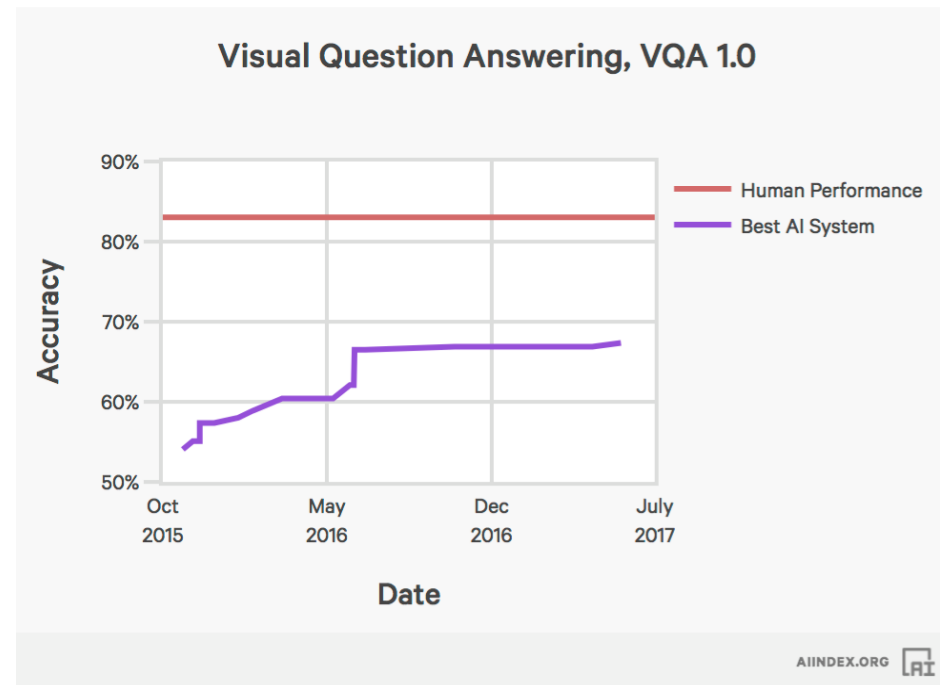
# Ses financements ...



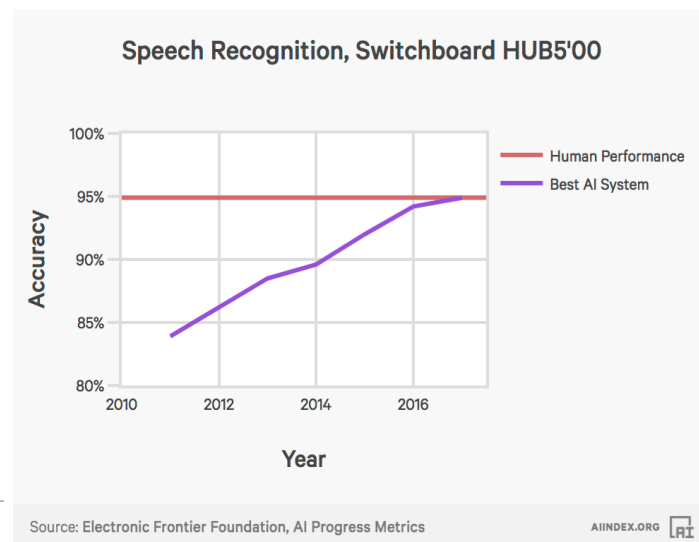
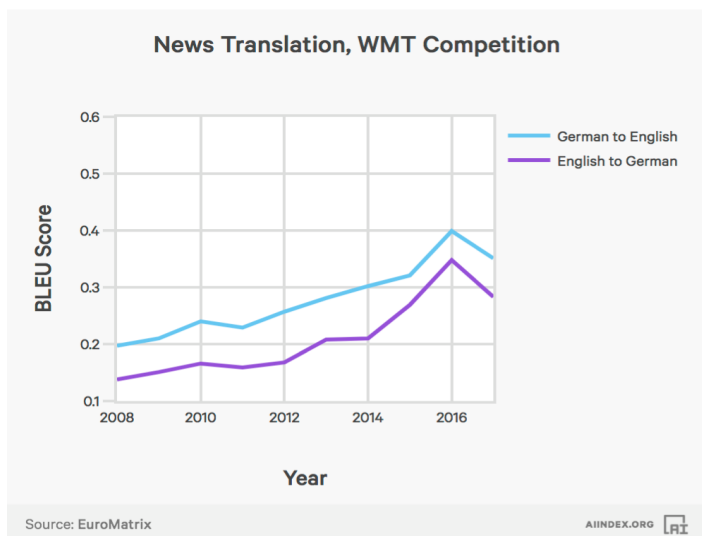
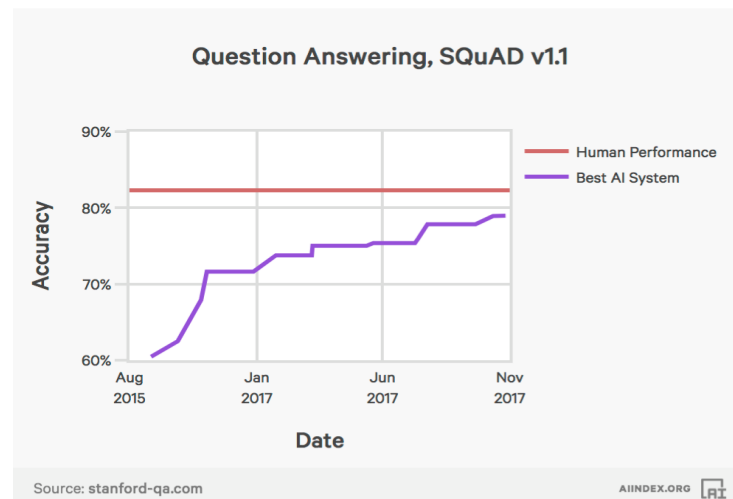
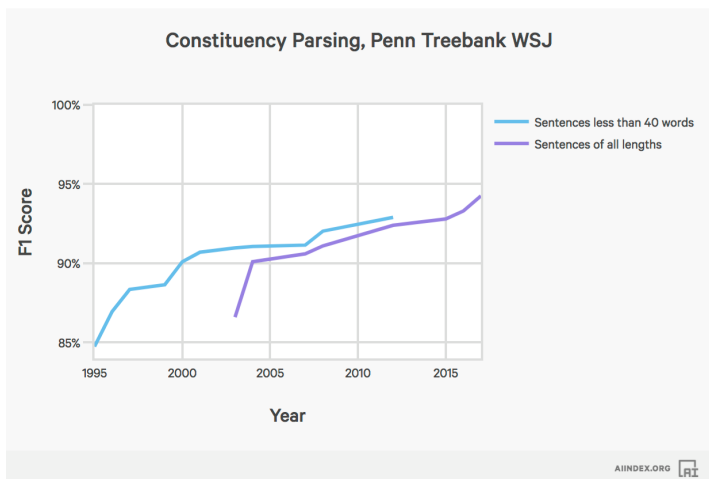
# Ses performances ... en vision



*Error rates for image labeling have fallen from 28.5% to below 2.5% since 2010.*



# Ses performances ... en NLP



Source: AI Index, Nov. 2017

Marie Lefevre

# L'IA aujourd'hui : défauts et défis

- ▶ Biais des données :
  - ▶ Diversification et représentativité des données
  - ▶ Manque de « bon sens », dérapage des IA (Étique)
  - ▶ Pistes : auto-génération de données / simulation
- ▶ Apprentissage en continu / (Internet / corpus)
  - ▶ Mise en situation / expérience / appropriation ?
  - ▶ Transfert d'Apprentissage (Transfer Learning)
  - ▶ Généralisation et adaptation
- ▶ Boîte Noire: non intelligibilité
  - ▶ Pouvoir explicatif
  - ▶ Contrôlabilité , Acceptabilité

# Qu'est-ce que la cognition ?



## Definitions of Cognition & Cognitive Systems

The following definitions were contributed by members of euCognition in response to a [questionnaire](#). If you haven't completed the questionnaire, please consider doing so.

The definitions are listed in the order in which they were submitted.

---

Cognition is the ability to relate perception and action in a meaningful way determined by experience, learning and memory.

Mike Denham

A cognitive system possesses the ability of self-reflection (or at least self-awareness).

Horst Bischof

Cognition is gaining knowledge through the senses.

Majid Mermehdi

Cognition is the ability to ground perceptions in concepts together with the ability to manipulate concepts in order to proceed toward goals.

Christian Bauckhage

An artificial cognitive system is a system that is able to perceive its surrounding environment with multiple sensors, merge this information, reason about it, learn from it and interact with the outside world.

Barbara Caputo



# La cognition

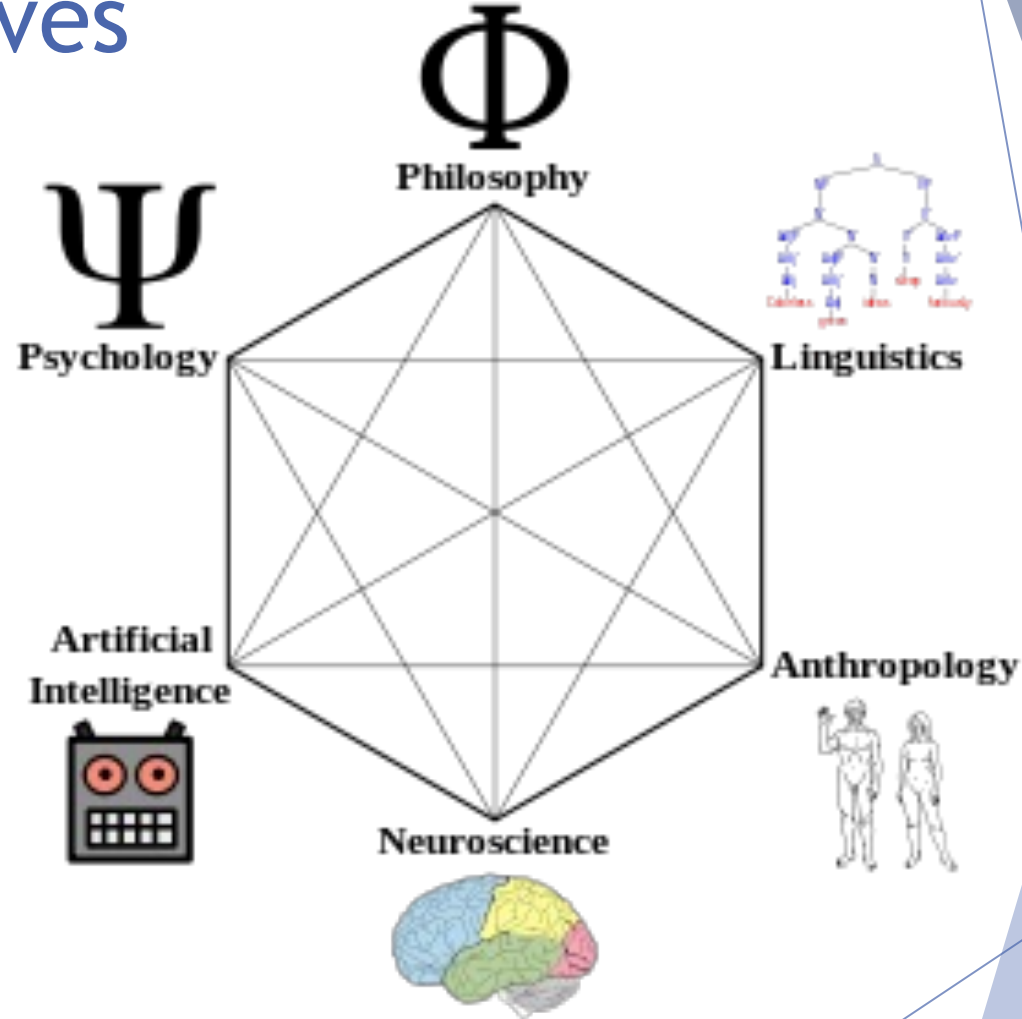
- ▶ Le mot cognition vient du latin *cognoscere* qui veut dire savoir ou connaître.
- ▶ Par extension, il réfère à la capacité de raisonner, de percevoir, de décider, de résoudre des problèmes
- ▶ Donc à toute activité que l'on peut associer à *l'intelligence*.
- ▶ Les **sciences cognitives** étudient la façon dont un **système** construit des représentations et les utilise rationnellement pour raisonner, faire des inférences

# Les sciences cognitives

► Domaine interdisciplinaire :

► Mais aussi :

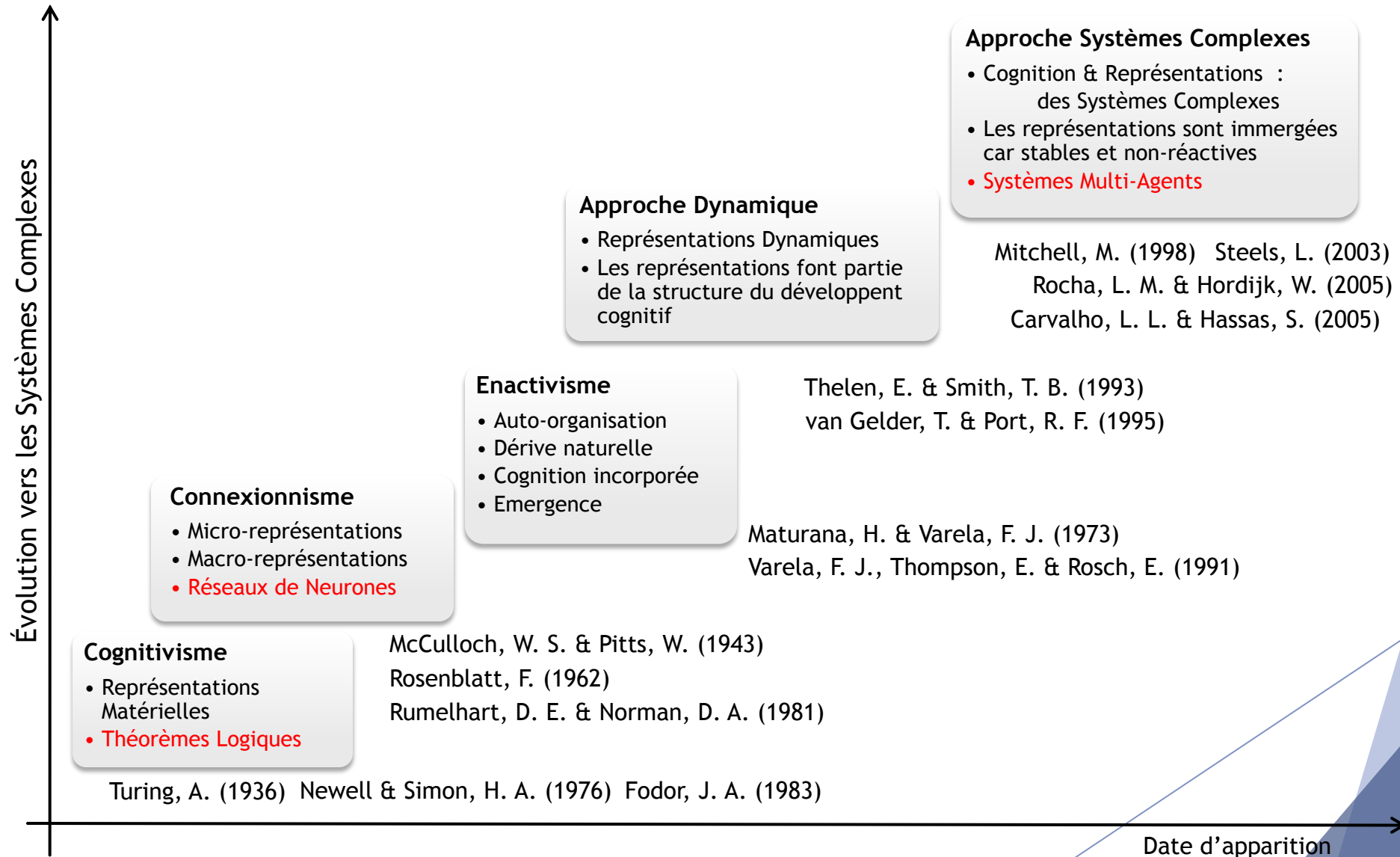
- l'éducation, l'apprentissage et le développement
- la sociologie
- la biologie
- la logique



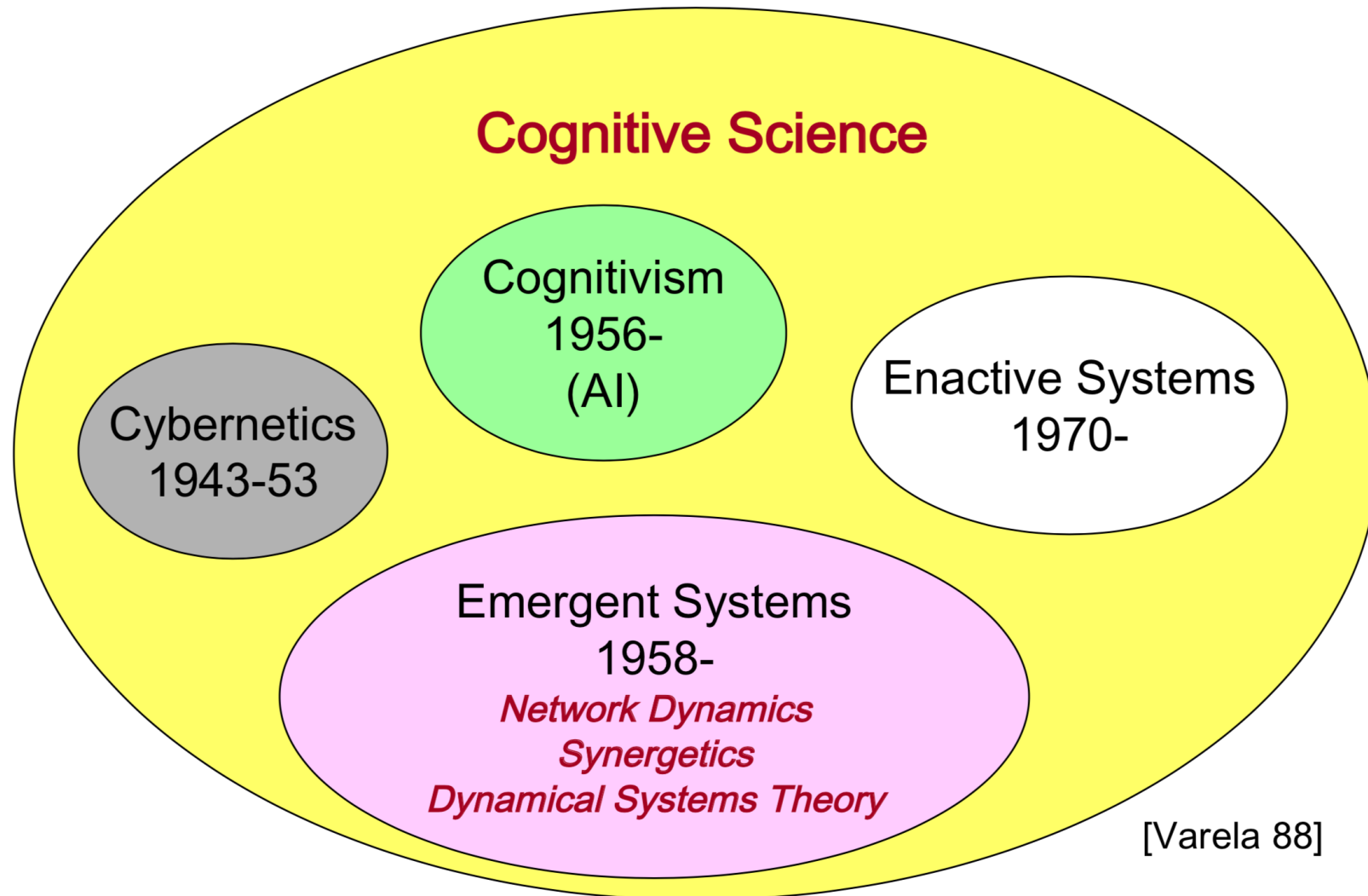
# Les systèmes cognitifs

- ▶ Deux types de systèmes capables de réaliser des processus cognitifs
  - ▶ les systèmes naturels : un neurone, un réseau de neurones, un cerveau (humain ou animal), un groupe d'individus (poissons, fourmis), etc.
    - ▶ approches bio-inspirées
  - ▶ les systèmes artificiels : réseau de neurones artificiels, système expert, etc.

# Différentes approches de la cognition



# Paradigmes / courants en sciences cognitives



[Varela 88]

Source:  
<http://www.vernon.eu>

# Organisation de l'UE

- ▶ Des cours sur IA & Cognition en général
- ▶ TD1 : étude de l'article fondateur de Turing (Can Machine Think)
- ▶ TD2 : étude de l'article de Rodney Brooks (Intelligence Without Representation)
- ▶ TD3 : pratique de GPS (General Problem Solver) sur des exemples
- ▶ Les autres TD : ateliers de discussion/débat
  
- ▶ Des CM et des TD-TP avec Olivier Georgeon
  - ▶ IAD : Intelligence Artificielle Développementale
- ▶ **ATTENTION : l'emploi du temps va changer !!!!**

<https://perso.liris.cnrs.fr/marie.lefevre/enseignement-IAC.html>

# Travail à faire pour les TD1 et TD2

- ▶ Avant le TD :
  - ▶ Lire l'article en entier ... **ils sont longs mais intéressant !!!**
  - ▶ Faire une fiche de synthèse de 1 à 2 pages max
- ▶ En séance :
  - ▶ Présentation par un étudiant de sa synthèse
  - ▶ Discussion sur les questions soulevées avec une remise en contexte par rapport à l'évolution actuelle de l'IA

# Les ateliers

- ▶ Chaque atelier a sa propre thématique, relative à un article de référence
- ▶ Chaque thématique est choisie par 1 binôme.
  
- ▶ Travail à faire par le binôme
  - ▶ Approfondir le sujet en cherchant d'autres ressources éventuellement
  - ▶ Préparer une présentation de 20mn sur le sujet
  - ▶ Animer un débat sur le sujet avec la salle sur 20mn
    - ▶ Adresser à l'ensemble de la classe une liste de questions pour amorcer la réflexion
  - ▶ Faire une synthèse en 5mn
  - ▶ Rédiger une fiche de synthèse de 1 à 2 pages max (sur l'atelier : sur le contenu, les débats, etc. )
  
- ▶ Le binôme est noté sur la présentation, l'animation de l'atelier (qualité de la discussion) et la fiche de synthèse
- ▶ Les autres étudiants participent au débat



# MCCC

- ▶ Note UE
  - ▶ 50% Contrôle continu
  - ▶ 50% Exam final
- ▶ Contrôle continu
  - ▶ Fiche synthèse TD1 et TD2 (bonus/malus)
  - ▶ Notes atelier (3 notes) - 60%
  - ▶ TP IAD - 40%
- ▶ Examen final
  - ▶ 15 points sur CM/TD Marie Lefevre
  - ▶ 5 points sur CM/TD/TP Olivier Georgeon

# Pour aller plus loin

- ▶ Quelques pistes de lecture
  - ▶ Pylyshyn, Z. W. Computation and cognition: toward a foundation for cognitive science. Cambridge: MIT press. 1984
  - ▶ History of AI: <https://www.timetoast.com/timelines/70617>
- ▶ Sources pour construire ce cours
  - ▶ Les cours de Salima Hassas et Amélie Cordier