



Institut de Recherche  
en Informatique de Toulouse



# L'Intelligence Artificielle : Pourquoi? Comment? Jusqu'où?

---

**Florence Bannay**

Maître de conférence en Informatique, Université Paul Sabatier  
Responsable de l'équipe ADRIA-IRIT

AG du CNRS, 23 Janvier 2020, B612, Toulouse

# Université Paul Sabatier (Toulouse 3)

35 000 étudiants + 2500 enseignants-chercheurs + 2000 admin. sur 150ha



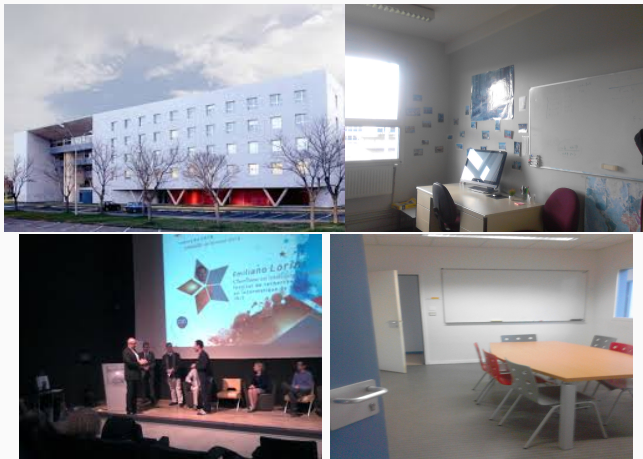
# Université Paul Sabatier (Toulouse 3)

35 000 étudiants + 2500 enseignants-chercheurs + 2000 admin. sur 150ha



# Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

IRIT : ~ 700 personnes : 300 chercheurs + 300 doc. et invités + 100 admin.







18 permanents +  
26 doctorants +  
11 autres

## 1. Pourquoi?

## 2. Comment ?

Gestation de l'IA (1943-1955)

Naissance 1956

Des résultats et des déceptions (1960-1980)

Le renouveau de l'IA et des DataSciences (2016-)

## 3. Jusqu'où?

## 4. Conclusion

**Pourquoi?**

---

# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement "intelligent"

# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement "intelligent"
- Requiert (comme toute science)



# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois **science** et **technique**.

- **Science** qui cherche à **simuler** un **comportement** "intelligent"
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser



# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois **science** et **technique**.

- **Science** qui cherche à **simuler** un **comportement** "intelligent"
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,



# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois **science** et **technique**.

- **Science** qui cherche à **simuler** un **comportement** "intelligent"
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,
  - puis valider les modèles (théoriquement ou par simulation)





# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement "intelligent"
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,
  - puis valider les modèles (théoriquement ou par simulation)
- Pourquoi comprendre et simuler l'intelligence?

# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement “intelligent”
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,
  - puis valider les modèles (théoriquement ou par simulation)
- Pourquoi comprendre et simuler l'intelligence?
  - pour avoir du recul sur les comportements dits “intelligents”

# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement “intelligent”
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,
  - puis valider les modèles (théoriquement ou par simulation)
- Pourquoi comprendre et simuler l'intelligence?
  - pour avoir du recul sur les comportements dits “intelligents”
  - pour faire mieux nous-mêmes

# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement "intelligent"
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,
  - puis valider les modèles (théoriquement ou par simulation)
- Pourquoi comprendre et simuler l'intelligence?
  - pour avoir du recul sur les comportements dits "intelligents"
  - pour faire mieux nous-mêmes
  - pour faire faire (surtout quand c'est fastidieux)

# L'IA c'est QUOI ? ça sert à QUOI?

Intelligence Artificielle = à la fois science et technique.

- Science qui cherche à simuler un comportement "intelligent"
- Requier (comme toute science)
  - observer, étudier, analyser
  - modéliser,
  - puis valider les modèles (théoriquement ou par simulation)
- Pourquoi comprendre et simuler l'intelligence?
  - pour avoir du recul sur les comportements dits "intelligents"
  - pour faire mieux nous-mêmes
  - pour faire faire (surtout quand c'est fastidieux)
  - pour faire faire mieux

# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:



# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent



# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent

- percevoir





# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent

- percevoir
- intégrer



# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent

- percevoir
- intégrer
- réagir



# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent

- percevoir : le monde + soi-même (actions possibles, préférences, intentions)
  - intégrer : raisonner
  - réagir : décider
- 
- Plus l'action est “adaptée” au monde réel, plus c'est intelligent.

# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent

- percevoir
  - intégrer
  - réagir
- 
- Plus l'action est “adaptée” au monde réel, plus c'est intelligent.
  - Problèmes :

# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent

- percevoir
  - intégrer
  - réagir
- 
- Plus l'action est “adaptée” au monde réel, plus c'est intelligent.
  - Problèmes :
    - 1) quantifier la “bonne” adaptation : critères (ex: court terme/long terme) ?

# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

## Comportement intelligent: boucle du vivant

- percevoir
  - intégrer
  - réagir
- Plus l'action est “adaptée” au monde réel, plus c'est intelligent.
  - Problèmes :
    - 1) quantifier la “bonne” adaptation : critères (ex: court terme/long terme) ?
    - 2) comportement d'autant plus intelligent que **non** (bêtement) **mécanique**

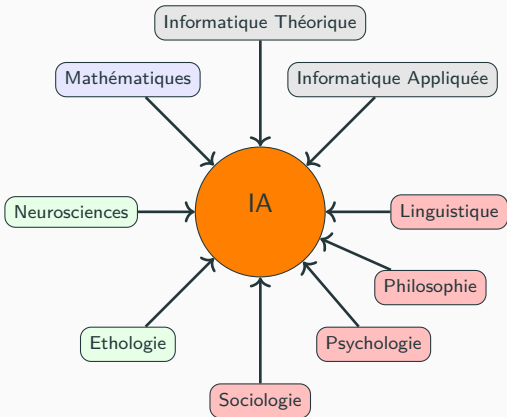
# Le paradoxe “comportement intelligent” + “artificiel”

- Comportement général par rapport au monde réel:

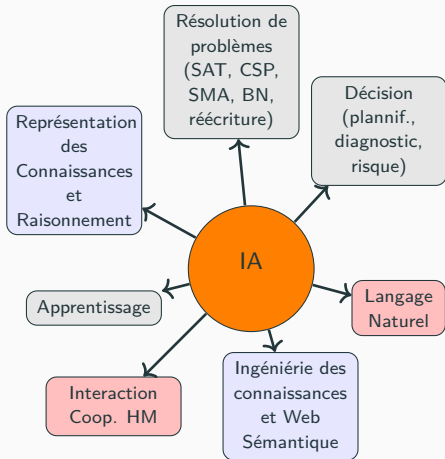
## Comportement intelligent

- percevoir
  - intégrer
  - réagir
- 
- Plus l'action est “adaptée” au monde réel, plus c'est intelligent.
  - Problèmes :
    - 1) quantifier la “bonne” adaptation : critères (ex: court terme/long terme) ?
    - 2) comportement d'autant plus intelligent que **non** (bêtement) **mécanique**
- ▶ Les frontières du domaine d'étude sont mal définies!

# L'IA = Une branche de l'informatique pluridisciplinaire



Disciplines (entre autres)



Thèmes de Recherche (entre autres)

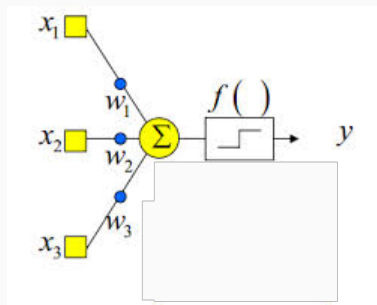


**Comment ?**

---

# Gestation de l'IA (1943-1955)

1943 Le **Perceptron** de McCulloch et Pitts = Neurone formel. “A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.”

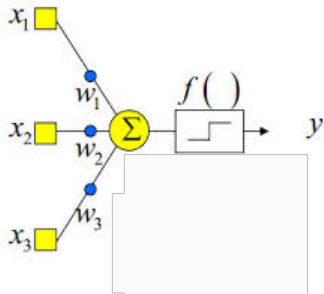


Trois notions:

- Simulation d'un neurone biologique
- $f()$ : “fonction d'activation” selon **seuil**:  
“Activation”: si  $\Sigma > \text{seuil}$  alors  $y = \text{oui}$
- “Rétropropagation” (apprentissage)

# Gestation de l'IA (1943-1955)

1943 Le **Perceptron** de McCulloch et Pitts = Neurone formel. “A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.”



Trois notions:

- Simulation d'un neurone biologique
- $f()$ : “fonction d'activation” selon **seuil**:  
“Activation”: si  $\Sigma > \text{seuil}$  alors  $y = \text{oui}$
- “Rétropropagation” (apprentissage)

► Nécessité de plus d'un neurone !

# Gestation de l'IA (1943-1955)

1943 Le **Perceptron** de McCulloch et Pitts = Neurone formel.

1950 Computing machinery and intelligence: Alan Turing

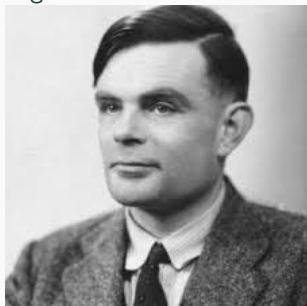
A. M. Turing (1950) *Computing Machinery and Intelligence*. *Mind* 49: 433-460.

## COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE

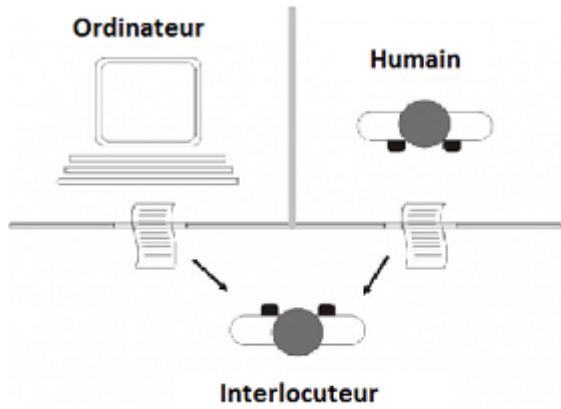
By A. M. Turing

### 1. The Imitation Game

I propose to consider the question, "Can machines think?" This should begin with definitions of the meaning of the terms "machine" and "think." The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words "machine" and "think" are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, "Can machines think?" is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.



# Allan Turing 1950, "The imitation game"

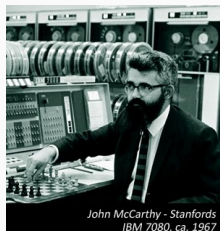


Proposition d'un Projet de recherche en Intelligence Artificielle :

*We propose that a 2 month, 10 man [sic] 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.*

J. McCARTHY	<i>Dartmouth College</i>
M. L. MINSKY	<i>Harvard University</i>
N. ROCHESTER	<i>I.B.M. Corporation</i>
C.E. SHANNON	<i>Bell Telephone Laboratories</i>

*August 31, 1955.*



*The following are some aspects of the artificial intelligence problem:*

- 1- Automatic Computers*
- 2- How Can a Computer be Programmed to Use a Language*
- 3- Neuron Nets*
- 4- Theory of the Size of a Calculation*
- 5- Self-Improvement*
- 6- Abstractions*
- 7- Randomness and Creativity*

## Des résultats et des déceptions (1960-1980)

1964 IBM's "Shoebbox" pour la reconnaissance de la parole (16 mots et 10 chiffres)





# Des résultats et des déceptions (1960-1980)

1964 IBM's "Shoebox" pour la reconnaissance de la parole (16 mots et 10 chiffres)

1966 Joe Weizenbaum's Eliza (psychologue artificiel)

```
Welcome to
          EEEEE LL   IIII ZZZZZZ  AAAA
          EE  LL   II   ZZ  AA  AA
          EEEEE LL   II   ZZZ  AAAAAA
          EE  LL   II   ZZ  AA  AA
          EEEEE LLLLL IIII ZZZZZZ  AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:   █
```

Mais efficacité contestée, système limité, des patients en deviennent dépendant.

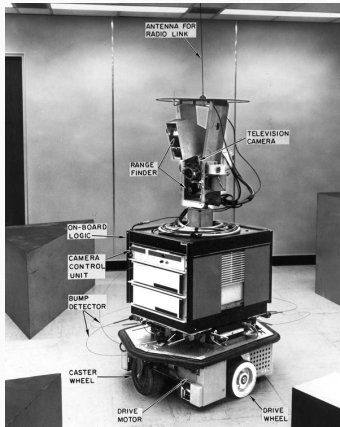
# Des résultats et des déceptions (1960-1980)

1964 IBM's "Shoebot" pour la reconnaissance de la parole (16 mots et 10 chiffres)

1966 Joe Weizenbaum's Eliza (psychologue artificiel)

1969 Stanford Research Institute's Shakey the Robot

↪ reconnaissance langage écrit, computer vision, planification de tâches



## Des résultats et des déceptions (1960-1980)

- 1964 IBM's "Shoebbox" pour la reconnaissance de la parole (16 mots et 10 chiffres)
- 1966 Joe Weizenbaum's Eliza (psychologue artificiel)
- 1969 Stanford Research Institute's Shakey the Robot
- 1974 MYCIN créé par Edward Shortliffe (système expert aide au diagnostic médical). *Journal of American Medical Assoc* le qualifie comme aussi bon que les experts médicaux.

## Des résultats et des déceptions (1960-1980)

- 1964 IBM's "Shoebox" pour la reconnaissance de la parole (16 mots et 10 chiffres)
- 1966 Joe Weizenbaum's Eliza (psychologue artificiel)
- 1969 Stanford Research Institute's Shakey the Robot
- 1974 MYCIN créé par Edward Shortliffe
- 70-80 Traduction automatique: plus difficile que prévu. **The spirit is willing but the flesh is weak** (L'esprit est fort mais la chair est faible) traduit en russe **The vodka is strong but the meat is rotten** (La vodka est forte mais la viande est avariée).

## Des résultats et des déceptions (1960-1980)

1964 IBM's "Shoebbox" pour la reconnaissance de la parole (16 mots et 10 chiffres)

1966 Joe Weizenbaum's Eliza (psychologue artificiel)

1969 Stanford Research Institute's Shakey the Robot

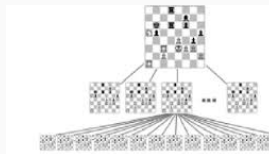
1974 MYCIN créé par Edward Shortliffe

70-80 Traduction automatique: plus difficile que prévu.

Les crédits baissent, l'intelligence artificielle est très critiquée.

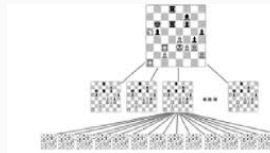
# 1997 : intelligence = puissance de calcul

- Les échecs:  $10^{120}$  configurations !!  $10^{80}$  = particules de l'univers



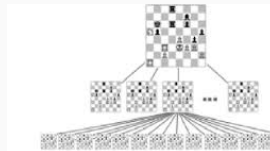
# 1997 : intelligence = puissance de calcul

- Les échecs:  $10^{120}$  configurations !!  $10^{80}$  = particules de l'univers
- 1997: **Deep Blue** bat le champion du monde G. Kasparov



# 1997 : intelligence = puissance de calcul

- Les échecs:  $10^{120}$  configurations !!  $10^{80}$  = particules de l'univers
- 1997: **Deep Blue** bat le champion du monde G. Kasparov



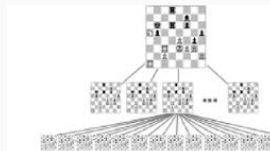
- 2m de haut, 700 kg. supercalculateur IBM (RS/6000 Scalable POWER parallel Systems) avec 32 processeurs calcul pur chacun connecté à 8 coprocesseurs dédiés aux échecs, soit 256 processeurs en parallèle.





# 1997 : intelligence = puissance de calcul

- Les échecs:  $10^{120}$  configurations !!  $10^{80}$  = particules de l'univers
- 1997: **Deep Blue** bat le champion du monde G. Kasparov



- 2m de haut, 700 kg. supercalculateur IBM (RS/6000 Scalable POWER parallel Systems) avec 32 processeurs calcul pur chacun connecté à 8 coprocesseurs dédiés aux échecs, soit 256 processeurs en parallèle.
- technique= force brute (jusqu'à profondeur 12) + min-max + évaluation des états non terminaux



## 2016: intelligence = données massives + puissance de calcul

- Le Go: Nombre d'états  $E = 10^{600}$  pour un goban  $19 \times 19$ .
- Défi pour l'intelligence artificielle depuis 1997!



- Go inventé en Chine -500 avant JC.
- appelé "jeu impérial" car but contrôle de territoire
- évaluation difficile (pierres même valeur et impacts à longue distance)

# 2016: intelligence = données massives + puissance de calcul

- Le Go: Nombre d'états  $E = 10^{600}$  pour un goban  $19 \times 19$ .
- Défi pour l'intelligence artificielle depuis 1997!



- Go inventé en Chine -500 avant JC.
- appelé "jeu impérial" car but contrôle de territoire
- évaluation difficile (pierres même valeur et impacts à longue distance)

9 Mars 2016: "AlphaGo bat Lee Sedol au premier jeu d'un match historique humain vs machine"

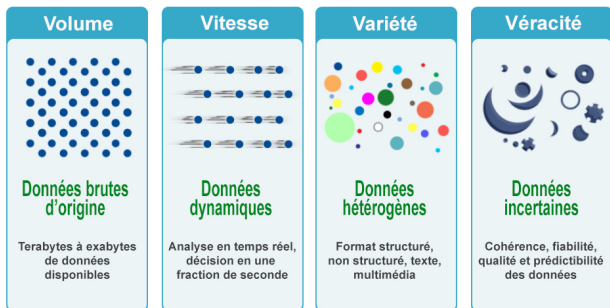
- technique = apprentissage automatique (réseaux de neurones) + apprentissage par renforcement + entraînement contre lui-même et contre des parties de grands joueurs ("nourri de 30 millions de coups joués par des pro")



# 2019: intelligence artificielle = deep learning

- perceptron (1957)
- réseaux de neurones multi-couches
- apprentissage supervisé ou non
- avec ou sans rétropropagation des erreurs (1986 Yann Lecun)
- convergence itérative vers une configuration optimisée des poids
- ▶ performances dues aux 4V du BigData (mais pas aux algorithmes!)

## Dimensions du Big Data

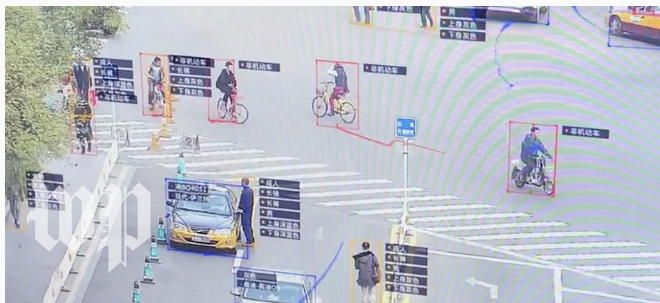


**Jusqu'où?**

---

- En 2017: AlphaZero bat AlphaGo en 3 jours d'auto-apprentissage (seulement à partir des règles du jeu).
- En 2020: Boîtes à outils de machine learning: TensorFlow, Support Vector Machine, Keras, Microsoft Cognitive Toolkit, Scikit-learn, Theano, Weka
- Applications: Finance, Robotique, Véhicules autonomes, Expertise juridique, médicale (interprétation image), Surveillance, Présentateurs virtuels, Enceintes intelligentes connectées, Éducation
- La simulation numérique est devenue un pilier pour les sciences (après la théorie et l'expérience).

# Reconnaissance d'images: la chine au Top!



- Shanghai: un homme traverse au rouge, quelques secondes plus tard son visage, son nom, son adresse apparaît sur les écrans des arrêts de bus du quartier. Il y restera jusqu'à ce qu'il paye l'amende de 20 yuans au commissariat.
- dortoirs d'université: plus besoin de concierge et on sait à quelle heure rentrent les étudiants
- plus besoin de badges pour entrer dans les bâtiments des entreprises
- ~ 7 millions Chinois repérés automatiquement ont été interdit d'avion ou TGV...

# Conclusion

---



- Limites des capacités des puces en silicium: difficile d'écrire sur des surfaces plus petites que la taille d'un atome
- IA dite Faible: "compétente sur une tâche précise"
- Les 2 approches:
  - S1: Apprentissage = efficace (genre de codage de l'intuition), mais pas d'explication
  - S2: IA "symbolique" = représentation explicite des connaissances (systèmes experts, algorithmes de planification, algorithmes de jeux,...) : moins rapide mais résultats justifiés compréhensibles par l'humain
- Recherches actuelles sur IA hybride S1-S2 et sur IA-centaure: humain/machine
- On est encore loin de coder la conscience, la sensibilité, l'empathie, l'humour, l'art...
- Les 4 « C » de l'éducation : pensée Critique, Communication, Collaboration, Créativité

# References (1)

Mes sources:

- le rapport au Sénat du 15 Mars 2017 "Pour une Intelligence Artificielle maîtrisée, utile et démystifiée" par M. Claude DE GANAY, député et Mme Dominique GILLOT sénatrice.
- Jean-Michel GANASCIA "Renaissance de l'Intelligence Artificielle" exposé au centre d'Alembert, le 18 février 2016,
- le cours d'IA de Licence 3 de C. Cayrol et P. Régnier (Université Toulouse 3, 2018),
- le cours d'IA de Licence 3 de Meghyn Bienvenu (Université Aix-Marseille, 2009),
- le cours d'introduction de Michael Littman (Princeton University, 2001)
- site web de l'AFIA <http://afia.asso.fr>

## References (2)



- - L'intelligence artificielle, mais enfin de quoi s'agit-il ? : Des chercheurs de l'IRIT répondent (Les livrets du Service culture UPS) Broché – 2001



- - Panorama de l'intelligence artificielle. Pierre Marquis, Odile Papini et Henir Prade. Cépaduès 2014



- - Intelligence artificielle. S. Russel and P. Norvig. Pearson 2010



- - The Code Book: The Secret History of Codes and Code-breaking by Singh, Simon (Reissue Edition (2002))
- Le film sur Turing "Imitation Game" (Morten Tyldum, 2014)
- Le film "Eva" (Kike Maíllo, 2011)

## References (3)

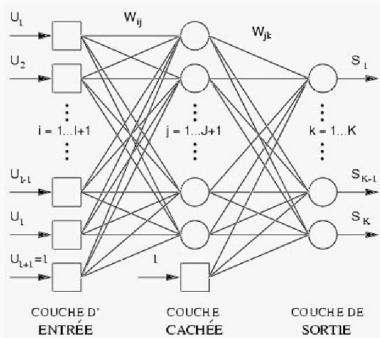
- Le film “Ex-Machina” (Alex Garland, 2015)

Vidéos en ligne:

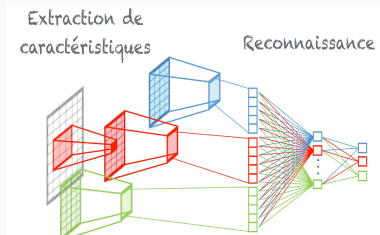
- Conférence de Jean-Gabriel GANASCIA <http://www.centre-dalembert.u-psud.fr/2016/02/seminaire-du-18-fevrier-2016/>
- Artificial intelligence TED talk  
<https://www.youtube.com/watch?v=oYqXQw2CryI>
- AI-Intro MIT (Patrick Winston): <http://video.mit.edu/watch/artificial-intelligence-lecture-1-introduction-and-scope-26802/>
- Robotic Innovation Artificial Intelligence - Documentary  
<https://www.youtube.com/watch?v=215Dxu6Tqq8>
- Robot: Nao <https://www.youtube.com/watch?v=S5AnWzjHtWA>
- Psychiatre artificiel <http://help4mood.info/site/default.aspx>
- Robot de compagnie : “Alice cares”, S. Burger, 2015.  
<https://vimeo.com/116760085>

# Perceptron multicouche et Réseau de neurones à convolutions

## Perceptron multicouche



## Réseau de neurones à convolutions



FILIÈRES INDUSTRIELLES ET PRIORITÉS IA	ENTREPRISES
<p><b>Aéronautique, Espace</b></p> <p>Développement de systèmes autonomes (avions, imagerie satellitaire), et leur circulation dans l'espace aérien et en orbite</p> <p>Automatisation de la production et de la maintenance des plateformes et systèmes.</p> <p>Conception de produits complexes assistée pour les bureaux d'études avec aide à la décision.</p>	<p> <b>AIRBUS</b> : Avions et hélicoptères à la demande. Airbus Smarter Fleet (avec IBM).  <b>Production</b>: Robots humanoïdes (projet FUTURASSY avec Kawada) Inspection automatisée. Détection d'images satellitaires (avec Google, projet OneAtlas).</p> <p><b>THALES</b> : Cybersécurité. Circulation aérienne intelligente.  <b>SAFRAN</b> : Aide à la décision</p> <p> <b>DASSAULT</b> : Systèmes de pilotage autonome pour avion de combat.</p>
<p><b>Banque, Assurance</b></p> <p>Recherche et analyse des clients approfondie (assistance conseillers).</p> <p>Systèmes anti-fraude</p>	<p> <b>Crédit mutuel</b>: partenariat IBM Watson.  <b>BNPP</b>: investissement dans Smarty.ai (Chatbots). Partenariat avec Critéo.  <b>SG</b>: assistants conseillers.  <b>Axa</b>: création d'un fonds pour la recherche finance des chercheurs qui travaillent sur l'IA et sur la confiance dans le Big Data</p>
<p><b>Energie, Environnement</b></p> <p>Surveillance de sites industriels.</p> <p>Villes intelligentes: exploitation des données clients avec capteurs intelligents (smart grid et IoT)</p>	<p><b>eDF</b>: développement de réseaux intelligents (smart grids).  <b>Veolia</b>: récolte et tri de déchets intelligente (avec Huawei)</p>
<p><b>Distribution, luxe, tourisme (B2C)</b></p> <p>Aide à la recherche produit/service et à la décision des clients</p> <p>Placement produit multi-canal optimisés.</p>	<p><b>L'Oréal</b>: investissement en systèmes prédictifs et relation client.  <b>Accor</b>: intégration moteurs IA, pour CRM et marketing avancé.  <b>Publicis</b>: système Cyc pour aide à la décision.</p>
<p><b>Santé</b></p> <p>Développement de traitements plus efficaces.</p> <p>Exploitation de données santé clients adaptées.</p>	<p><b>Sanofi</b>: co-entreprise Onduo (avec Google) lutte contre le diabète. Traitement du cancer avec IBM (Watson). Accès à une base de données de 118 malades avec la FDA (US).  <b>Dassault Systèmes</b> avec <b>lozen</b>: Optimisation processus de R&amp;D (consortium Biointelligence)</p>
<p><b>Transports</b></p> <p>Analyse clients.</p> <p>Développement de systèmes autonomes.</p>	<p> <b>Renault</b>  <b>PSA</b></p> <p><b>Alstom</b>: investissement navettes autonomes EasyMile  <b>Renault/Valeo</b>: développement de systèmes de conduite autonome. Investissement dans des capteurs intelligents.  <b>PSA</b>: prototype de voiture autonome Picasso C4.</p>
<p><b>Télécoms</b></p> <p>Gestion et optimisation du réseau.</p> <p>Développement et traitement automatique de la relation client.</p> <p>Interfaces client (chatbots, box en connexion avec l'environnement).</p>	<p> <b>Orange</b>: apprentissage automatique appliqué à la relation clients et centres d'appel.  <b>Bouygues</b>: monétisation des données et systèmes anti-fraude.  <b>Nokia</b>: augmentation des services de localisation, réseaux programmés et automatisés.</p>