

# Introduction à l'Intelligence Artificielle



DANIEL RACOCEANU  
PROFESSEUR,  
SORBONNE UNIVERSITÉ  
OCTOBRE 2020  
[DANIEL.RACOCEANU@SORBONNE-UNIVERSITE.FR](mailto:DANIEL.RACOCEANU@SORBONNE-UNIVERSITE.FR)



Document confidentiel –  
ne peut être reproduit ni diffusé  
sans l'accord préalable  
de Sorbonne Université.

1

## Introduction à l'IA: construction de l'UE (1/4)

Niveau du cours : M1 - Semestre 1

Nombre de crédits : 3 ECTS

### Objectifs

Ce cours présente les éléments de base de l'intelligence artificielle (IA).

Après une présentation générale de cette discipline, le cours se concentre sur les principes de base, les algorithmes scientifiques et les méthodologies pratiques utiles aux ingénieurs pour comprendre, traiter et intégrer différents aspects de l'IA:

- représentation des connaissances,
- résolution de problèmes, planification,
- raisonnement sur l'incertitude et apprentissage.

Les laboratoires utiliseront un langage de programmation de haut niveau et un projet de pointe dans le domaine de l'IA sera développé (y compris un prototype de codage) et présenté à la fin du semestre.

3



3

1

## Introduction à l'IA: construction de l'UE (2/4)

### Contenu du cours :

#### Cours (16h, 8x2h)

- Introduction générale à l'intelligence artificielle (agents intelligents, représentation des connaissances, logique)
- Processus de Markov, apprentissage de base et apprentissage par renforcement
- Planification d'action, raisonnement sur l'incertitude, réseaux bayésiens
- Apprentissage supervisé (méthodes, bagging, boosting, WMA) et non supervisé (clustering)
- Arbre de décision, forêt aléatoire, apprentissage d'ensemble
- Résolution de problèmes, recherche d'espace d'états ( $A^*$ , best-first, UCT)
- Optimisation stochastique dans  $R^n$
- Logique propositionnelle, logique du premier ordre

#### Laboratoires (12h, 4x3h)

- Processus markoviens
- Réseaux bayésiens
- Apprentissage supervisé et non supervisé (y compris forêt aléatoire (et bagging))
- Optimisation stochastique

5



5

## Introduction à l'IA: construction de l'UE (3/4)

### Conditions préalables :

- Mathématiques de base, probabilités de base, compétences de base en programmation

### Ressources pour les étudiants:

- Diapositives du cours sur Moodle. Notes de cours, notes de laboratoire.

### Bibliographie:

- Stuart Russell, Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3e édition, Pearson, 2010

### Connaissances scientifiques développées au cours:

- Représentation moderne des connaissances, logique du premier ordre, processus de Markov, réseaux bayésiens,
- Apprentissage supervisé / non supervisé, apprentissage d'ensemble, résolution de problèmes, optimisation stochastique.

### Compétences acquises:

- Compréhension approfondie de la représentation moderne des connaissances
- Comprendre l'impact des technologies d'intelligence artificielle dans le monde moderne
- Applications de prototypage rapide liées à l'intelligence artificielle
- Comprendre les tendances de ces technologies dans le futur de l'ingénierie (industrie x.0)

7



7

## Introduction à l'IA: construction de l'UE (4/4)

### Evaluation :

- Un examen final écrit (ER) (50%)
- Un contrôle continu (CC) (50%)

### Equipe pédagogique :

Prof. Daniel Racoceanu



Chargés de Cours:

Prof. Nicolas Bredeche



Chargés de TP :

Alice Cohen-Hadria



Gabriel Jimenez



9

9

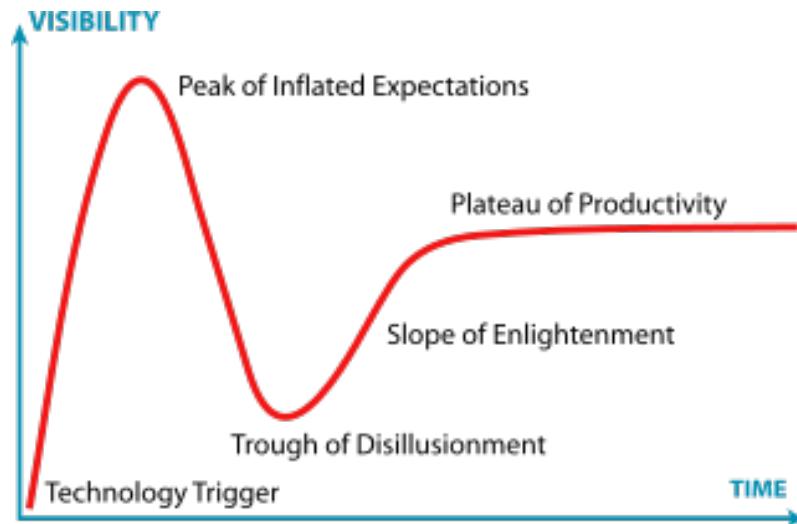
## De quoi va-t-on parler ?



- Tendances ...
- Qu'est-ce que l'IA ?
- L'histoire de l'IA
- Les facettes de l'IA
- L'IA aujourd'hui
- Pour aller plus loin

11

11



12



12



## Hype Cycle for Emerging Technologies, 2020


[gartner.com/SmarterWithGartner](http://gartner.com/SmarterWithGartner)

14





## Emerging Technology Trends 2019



### Sensing and Mobility

- 3D sensing cameras
- AR cloud
- Light-cargo delivery drones
- Flying autonomous vehicles
- Autonomous driving Levels 4 and 5



### Augmented Human

- Biochips
- Personification
- Augmented intelligence
- Emotion AI
- Immersive workspaces
- Biotech (cultured or artificial tissue)



### Postclassical Compute and Comms

- 5G
- Next-generation memory
- Low-earth-orbit satellite systems
- Nanoscale 3D printing



### Digital Ecosystems

- DigitalOps
- Knowledge graphs
- Synthetic data
- Decentralized web
- Decentralized autonomous organizations



### Advanced AI and Analytics

- Adaptive machine learning (ML)
- Edge AI
- Edge analytics
- Explainable AI
- AI PaaS
- Transfer learning
- Generative adversarial networks
- Graph analytics

[gartner.com/SmarterWithGartner](http://gartner.com/SmarterWithGartner)

© 2019 Gartner, Inc. All rights reserved. CTRMKT\_741609

Gartner

SORBONNE  
UNIVERSITÉ

16

16

## Gartner : 5 tendances technologiques émergentes 2020

### 1. LES ARCHITECTURES COMPOSITES



Pour répondre aux changements rapides et à la décentralisation, les entreprises doivent passer à des architectures plus agiles et réactives.

Une architecture composite est constituée de capacités métiers intégrées qui reposent sur une structure de données flexible.

Cela permet à l'entreprise de répondre à des besoins commerciaux en évolution rapide.

### 2. LA CONFIANCE DANS LES ALGORITHMES

Avec la propagation des fake news, du deepfake ou encore de l'IA biaisée, le modèle de confiance des entreprises, qui reposait auparavant sur des autorités responsables, a été remplacé par les algorithmes.

La raison : ils garantissent la confidentialité, la sécurité des données, la source des actifs, notamment dans le cas de la blockchain, ainsi que l'identité des individus et des objets.

La confiance algorithmique permet de garantir que les organisations ne seront pas exposées au risque et aux coûts de perdre la confiance de leurs clients, employés et partenaires, précise Gartner dans un communiqué.

### 3. L'IDENTITÉ NUMÉRIQUE

La technologie permet de créer de nouvelles opportunités de représentations numériques de nous-mêmes, comme les passeports de santé ou les jumeaux numériques (digital twins).

Ces modèles numériques peuvent représenter des individus dans l'espace physique et virtuel.

La façon dont les gens interagissent avec le monde numérique va également au-delà des écrans et des claviers pour utiliser une combinaison de modalités d'interaction (par exemple, la voix, la vision, les gestes), et même modifier directement notre cerveau, poursuit Gartner.

SORBONNE  
UNIVERSITÉ

17

17

## Gartner : 5 tendances technologiques émergentes 2020

**Gartner**

### 4. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE FORMATIVE

L'IA formative correspond à un type d'intelligence artificielle qui est capable de changer de manière dynamique pour répondre à une situation donnée.

Certaines de ces technologies sont utilisées par les développeurs d'applications et les concepteurs UX pour créer de nouvelles solutions à l'aide d'outils compatibles avec l'IA.

D'autres technologies permettent le développement de modèles d'IA qui peuvent évoluer dynamiquement pour s'adapter au fil du temps.

Les plus avancés peuvent générer des modèles entièrement nouveaux qui visent à résoudre des problèmes spécifiques.

### 5. AU-DELÀ DU SILICIUM

Pendant plus de 40 ans, l'industrie informatique a été guidée par la loi de Moore, selon laquelle le nombre de transistors dans un circuit intégré dense (IC) double environ tous les deux ans.

Mais la technologique atteint rapidement les limites physiques du silicium.

De nouveaux matériaux avancés et dotés de capacités améliorées sont conçus pour prendre en charge des technologies plus petites et plus rapides, comme par exemple le calcul et le stockage de l'ADN qui utilisent la biochimie à la place du silicium ou des architectures quantiques pour réaliser des calculs ou stocker des données.

Si cette technologie reste encore rudimentaire et coûteuse, avec d'importants obstacles techniques à résoudre avant d'opter pour une utilisation courante, on estime qu'elle pourrait avoir un impact concret sur le stockage des données, le parallélisme de traitement et l'efficacité du calcul. Les capteurs biodégradables et les transistors à base de carbone constituent les autres technologies à prendre en compte dans le cadre de cette tendance émergente.



18

18

**Gartner**

## Top 10 Strategic Technology Trends for 2020

19

### People-centric



Hyperautomation



Multiexperience



Democratization



Human Augmentation



Transparency and Traceability

### Smart spaces



Empowered Edge



Distributed Cloud



Autonomous Things



Practical Blockchain



AI Security



19

## 01 People-centric Hyperautomation

Automation is organizations using technology to automate tasks that once required human judgment or action. Hyperautomation is a state in which organizations use a combination of AI and ML to rapidly identify and automate all possible business processes. Hyperautomation extends across a range of tools that can be automated, but also refers to the sophistication of the automation (i.e., discover, analyze, design, automate, measure, monitor, reassess).

### Hyperautomation has four key implications:

**Shifting scope** — The scope of automation shifts from individual discrete tasks to knowledge work that drives more dynamic experiences and, ultimately, better business outcomes.

**Evolving technology** — The technologies required to support hyperautomation will evolve to support a broad range of business scope and incorporate more ML.

**Increasing agility** — As needs (and threats) evolve, organizations will need to be more agile to respond.

**Engage the workforce** — The workforce must be fully engaged, and perhaps more importantly, fully integrated, to capture the full value of hyperautomation.



**By 2022, application integrations delivered with robotic process automation (RPA) will grow by 40% year over year.**



Although automation utilizes a complex, overlapping, ultimately complementary range of tools and technologies, there are two core components:

**RPA** — Connects legacy systems

**Intelligent business process management suites (IBPMs)** — Manage long-running processes



20

20

## 02 People-centric Multiexperience

Multiexperience replaces technology-literate people with people-literate technology. In this trend, the traditional idea of a computer evolves from a single point of interaction to include multisensory and multitouchpoint interfaces like wearables and advanced computer sensors. Multiexperience moves across many human senses, which creates a richer, more immersive experience.

Eventually multiexperience will evolve into the ambient experience, but the technology faces challenges with privacy issues, as well as with individual independent creators working on different experiences. It will be a while, if ever, before a seamless experience emerges. Most likely, ambient experiences will exist in proprietary ecosystems.

### A million ways to order pizza



Domino's Pizza created a multiexperience platform that moved beyond simply ordering food via its app. The company expanded the experience to include a pizza tracker and smart speaker communications, and uses technologies like autonomous vehicles and drones to deliver the food.



**By 2021, at least one-third of enterprises will have deployed a multiexperience development platform to support mobile, web, conversational and augmented reality development.**



21

21

# 03

People-centric

## Democratization

Democratization provides people with easy, low-/no-cost access to technical or business domain expertise. It focuses on four key areas — application development, data and analytics, design and knowledge — and is often referred to as “citizen access,” which has led to the rise of citizen data scientists, citizen programmers and more.

This technology trend provides advice, takes action and extends the expertise of the user. It can also reduce the timeline and resource lift for a particular project. For example, currently, application developers have to partner with a professional data scientist to create AI-enhanced solutions. With the rise of democratization, the developer could utilize an AI model or easy-to-configure development tools specifically designed to integrate AI capabilities.

These options will range in sophistication from something that can be plugged into code to tools that require more data for a specific project and its pretraining. This means that a model may be pretrained for image recognition, but needs a training dataset to recognize a particular set of images.



**By 2024, 75% of large enterprises will be using at least four low-code development tools for both IT application development and citizen development initiatives.**



22

# 04

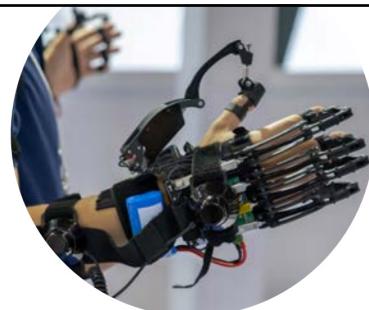
People-centric

## Human Augmentation

Human augmentation is the use of technology and science to heighten a person's cognitive and physical experiences. Human augmentation is not a new concept — humans have been augmenting themselves with glasses and prosthetics for hundreds of years — but the introduction of computers added a new dimension to the possibilities. For example, instead of glasses, people can choose to have corrective laser eye surgery.

Technology is now on the cusp of moving beyond augmentation that replaces a human capability and into augmentation that creates superhuman capabilities, like an implant that links a human brain directly to a computer or an exoskeleton device that offers superhuman strength.

**Through 2023, 30% of IT organizations will extend BYOD policies with “bring your own enhancement” (BYOE) to address augmented humans in the workforce.**



### Physical versus cognitive

**Physical augmentation:** Changes an inherent physical capability via implanting or hosting a technology element on the body

- Sensory augmentation (hearing, vision, perception)
- Appendage and biological function augmentation (exoskeletons, prosthetics)
- Brain augmentation (implants to treat seizures)
- Genetic augmentation (somatic gene and cell therapy)

**Cognitive augmentation:** Enhances a human's ability to think and make better decisions

- Exploiting information and applications to enhance learning or new experiences
- Augmented intelligence scenarios (AI working with humans)
- Physical implants that deal with cognitive reasoning



23

People-centric

## 05 Transparency and Traceability

As consumers become more aware and savvy about how organizations are using their data — and organizations are using increasing amounts of AI and ML to drive business decisions — a trust crisis has emerged.

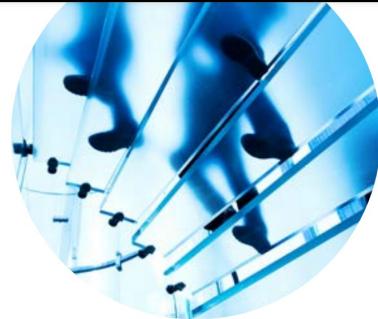
Enterprises must embrace ideas like explainable AI and transparent data policies for both ethical and business reasons. In addition to increasing legislation and potential regulatory issues, consumers will begin to judge and select organizations based on these policies.

### The six elements of trust

**Ethics:** Does the organization have strong moral principles on the use of personal data, algorithms and the design of systems that go beyond regulations and are transparent to all interested parties?

**Integrity:** Does the organization have a proven track record of designing systems that reduce or eliminate bias and inappropriate use of personal data?

**Openness:** Are the ethical principles and privacy commitments clear and easily accessible — and do changes to such policies bring the appropriate constituencies into the decision-making process?



**Accountability:** Are mechanisms in place for testing, assurance and auditability so that privacy or ethical concerns can be identified and addressed? This applies not only to adherence to regulatory requirements, but also to new ethical or privacy concerns that arise from future technologies.

**Competence:** Has the organization implemented design principles, processes, testing and training so that concerned constituencies can feel comfortable that the organization can execute on its promises?

**Consistency:** Are policies and processes handled consistently?

**By 2020, Gartner expects companies that are digitally trustworthy will generate 20% more online profit than those that aren't.**



24

24

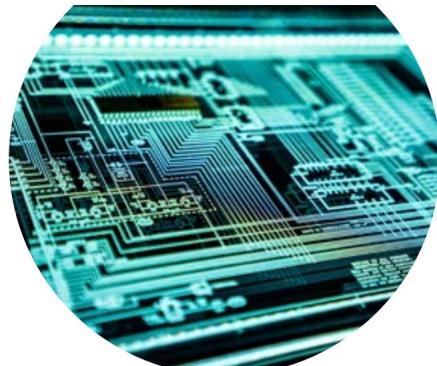
Smart spaces

## 06 Empowered Edge

Edge computing is a topology where information processing and content collection and delivery are placed closer to the sources of the information, with the idea that keeping traffic local and distributed will reduce latency. This includes all the technology on the [Internet of Things \(IoT\)](#).

Empowered edge looks at how these devices are increasing and forming the foundations for smart spaces. It also moves key applications and services closer to the people and devices that use them.

Through 2028, there will be a steady increase in the embedding of sensor, storage, compute and advanced AI capabilities in edge devices. However, these devices will range from simple sensors to mobile phones and autonomous vehicles, with life spans ranging from one to 40 years. This, in addition to a push to increase functionality in edge devices, creates a complex and ongoing management and integration challenge.



**By 2023, there could be more than 20 times as many smart devices at the edge of the network as in conventional IT roles.**



25

25

07

Smart spaces

## Distributed Cloud

Distributed cloud refers to the distribution of public cloud services to locations outside the cloud provider's physical [data centers](#), but which are still controlled by the provider. In distributed cloud, the cloud provider is responsible for all aspects of cloud service architecture, delivery, operations, governance and updates.

The evolution from centralized public cloud to distributed public cloud ushers in a new era of [cloud computing](#). It also allows providers to deliver on the promises made by hybrid cloud, a system that blends external services from a provider and internal services running on-premises. The problem is that hybrid cloud is incredibly difficult to implement in a cost-efficient or reasonable manner.

Distributed cloud is in the early stages of development, so most providers currently offer only a small subset of services in a distributed manner, with plans to eventually offer full services.



**By 2024, most cloud service platforms will provide at least some services that execute at the point of need.**

26



26

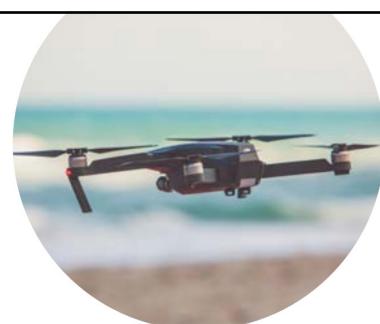
08

Smart spaces

## Autonomous Things

Autonomous things are physical devices that use AI to automate functions previously performed by humans. They range in size and sophistication from small drones to autonomous ships, and operate across many different environments (i.e., land, sea and air.) Increasingly, autonomous things are operating in closed environments, such as mines or warehouses, but they will eventually evolve to more open spaces.

Autonomous things operate along a spectrum from semiautonomous devices to fully autonomous cars. Further, as the number of autonomous things increases, there will be a shift from things that operate alone to a swarm of collaborative intelligent things. For example, a group of robots could operate a coordinated assembly processes.



**By 2023, over 30% of operational warehouse workers will be supplemented by collaborative robots.**

27

### Honda's Safe Swarm



Honda's Safe Swarm uses vehicle-to-vehicle communication to allow cars to pass information to other cars in the vicinity. For example, alerts about an accident miles up the road could be relayed to cars several miles back, enabling them to operate collaboratively and intelligently to avoid accidents and mitigate traffic.



27

Smart spaces

## Practical Blockchain

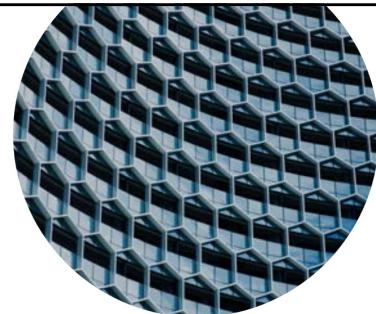
Blockchain is a type of distributed ledger, an expanding chronologically ordered list of cryptographically signed, irrevocable transactional records shared by all participants in a network. This enables two (or more) parties who don't know each other to exchange value without a need for a centralized authority.

Complete blockchain includes five elements: Distribution, immutability, decentralization, encryption and tokenization.

Due to challenges with technology and scalability, today's organizations are taking a practical approach to blockchain that often lacks distribution and tokenization, making them "blockchain-inspired" solutions. By making the ledger independent of individual applications and participants — and replicating the ledger across a distributed network to create an authoritative record of significant events — organizations are creating private blockchains.

Everyone with permissioned access is then able to see the same information, and integration is simplified by having a single shared blockchain. Consensus is handled through more traditional private models.

28



**By 2023, blockchain will be scalable technically, and will support trusted private transactions with the necessary data confidentiality.**

### Blockchain for shipping containers



In an effort to cut down on costly (and often unreliable) paper-based and manual systems to track goods shipped via the ocean, Maersk and IBM introduced TradeLens — a blockchain-based platform for tracking shipping containers and processing paperwork. With major shipping players now on board, the platform covers more than half of the world's ocean container cargo, reducing inefficiencies and offering visibility for all participants.



28

Smart spaces

## AI Security

The increase in the number of AI solutions and potential points of attack, via IoT devices and highly connected services, creates a true security challenge.

### AI security includes three key perspectives:

**Protecting AI-powered systems** — Securing AI training data, training pipelines and ML models

**Leveraging AI to enhance security defense** — Using ML to understand patterns, uncover attacks and automate parts of cybersecurity processes

**Anticipating nefarious use of AI by attackers** — Identifying attacks and defending against them

**Through 2022, 30% of all AI cyberattacks will leverage training-data poisoning, AI model theft or adversarial samples to attack AI-powered systems.**

29



### How attackers are using AI

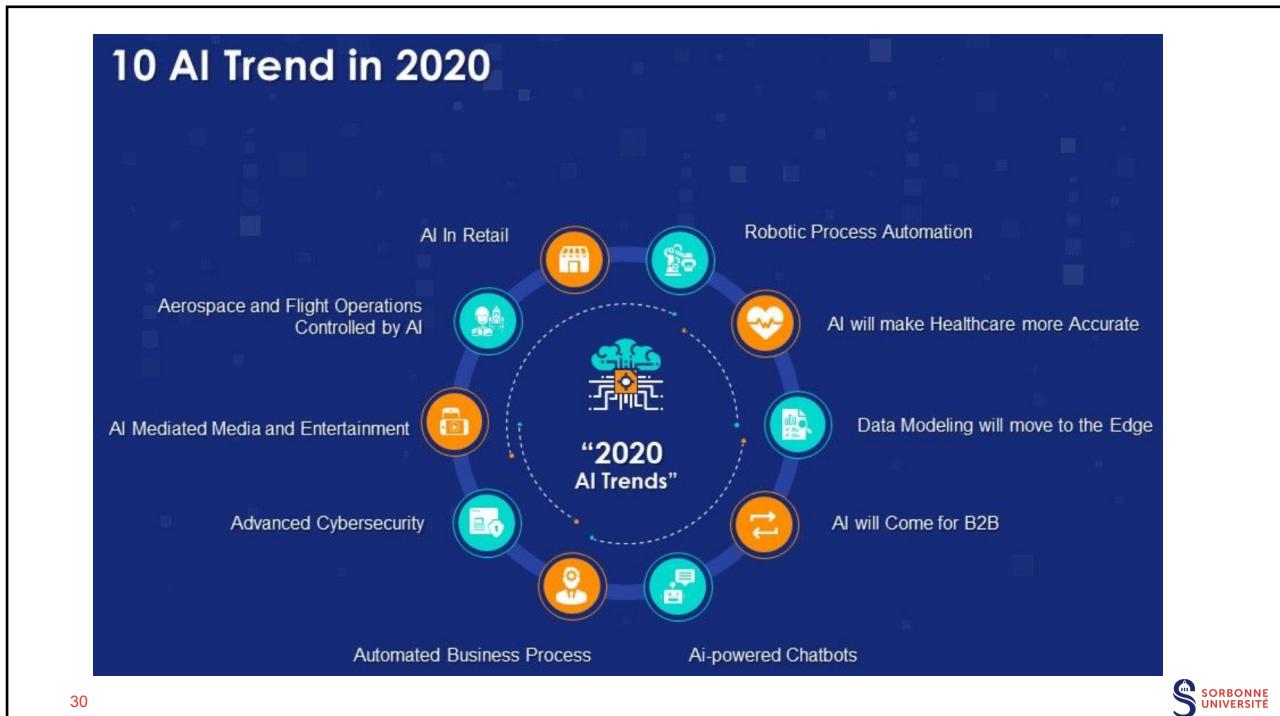


"Hi Amy, I wanted to share some photos I took of us in Bermuda. — Love, Mom." This might seem like an email from mom, but it is actually an email from a scammer with a phishing link. In phishing attacks, ML can be used to learn the normal communication patterns of a person via social media, and then use those patterns to create attacks that mimic the communication style of the real person.

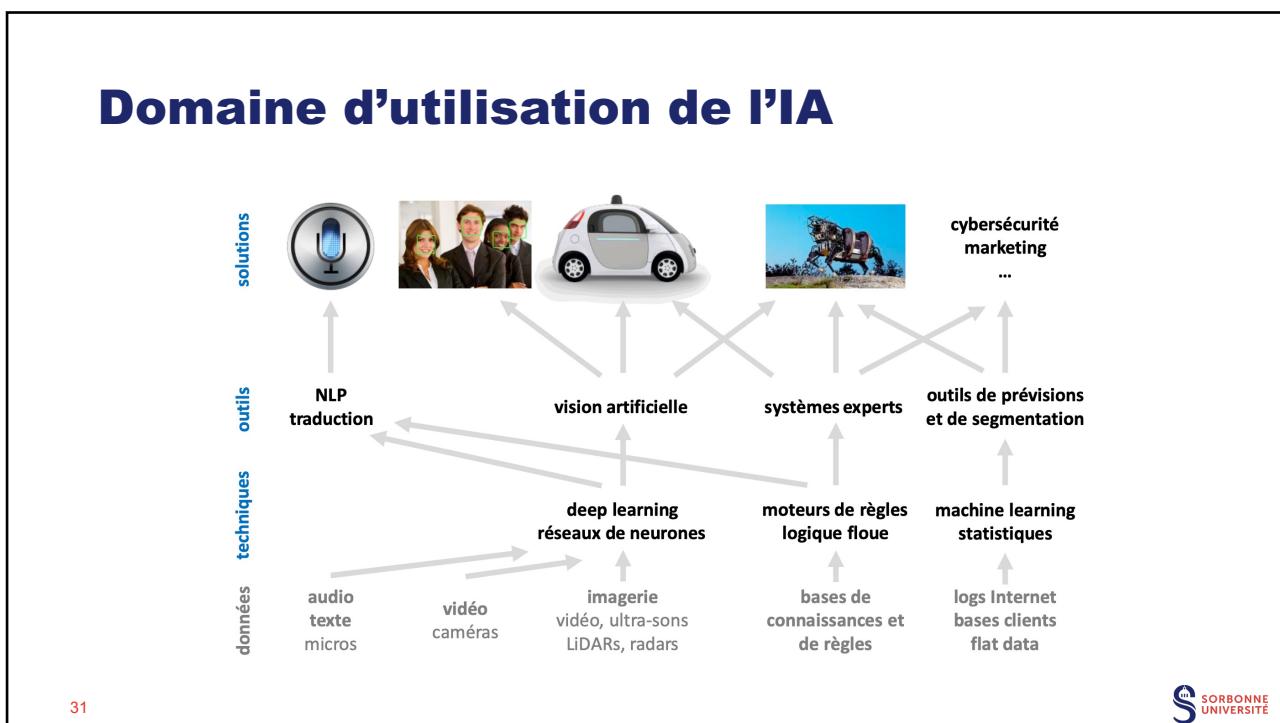


29

11

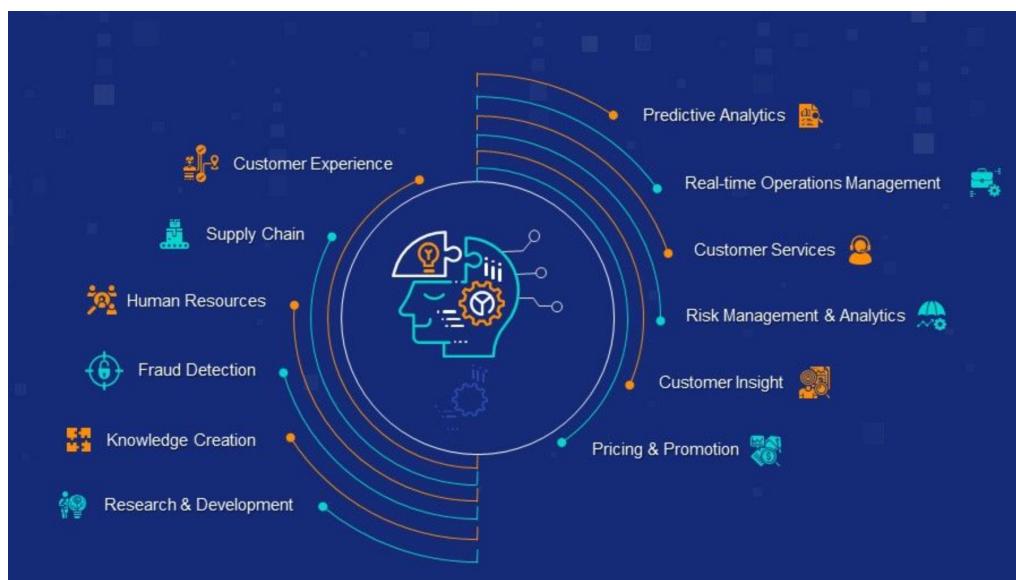


30



31

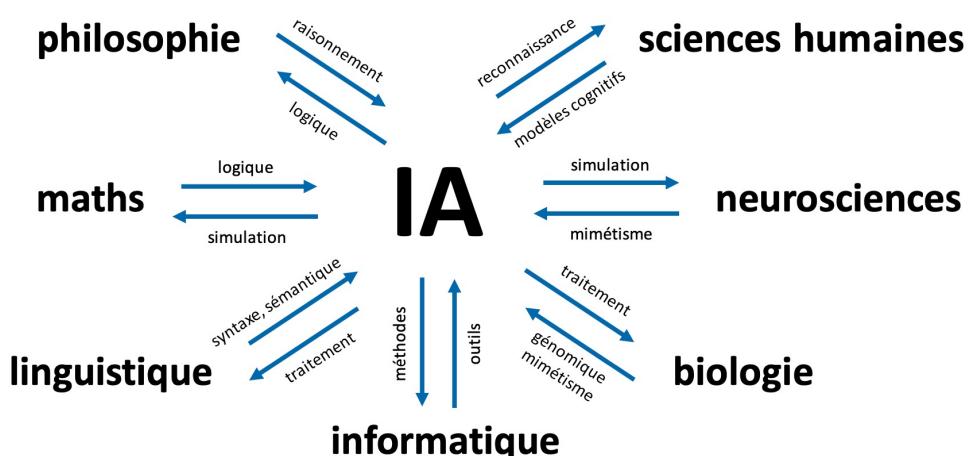
## Domaine d'utilisation de l'IA



SORBONNE  
UNIVERSITÉ

32

## Liens avec les sciences



SORBONNE  
UNIVERSITÉ

33

VIDEOS WITH LINKS TO YOUTUBE



SORBONNE-UNIVERSITE.FR

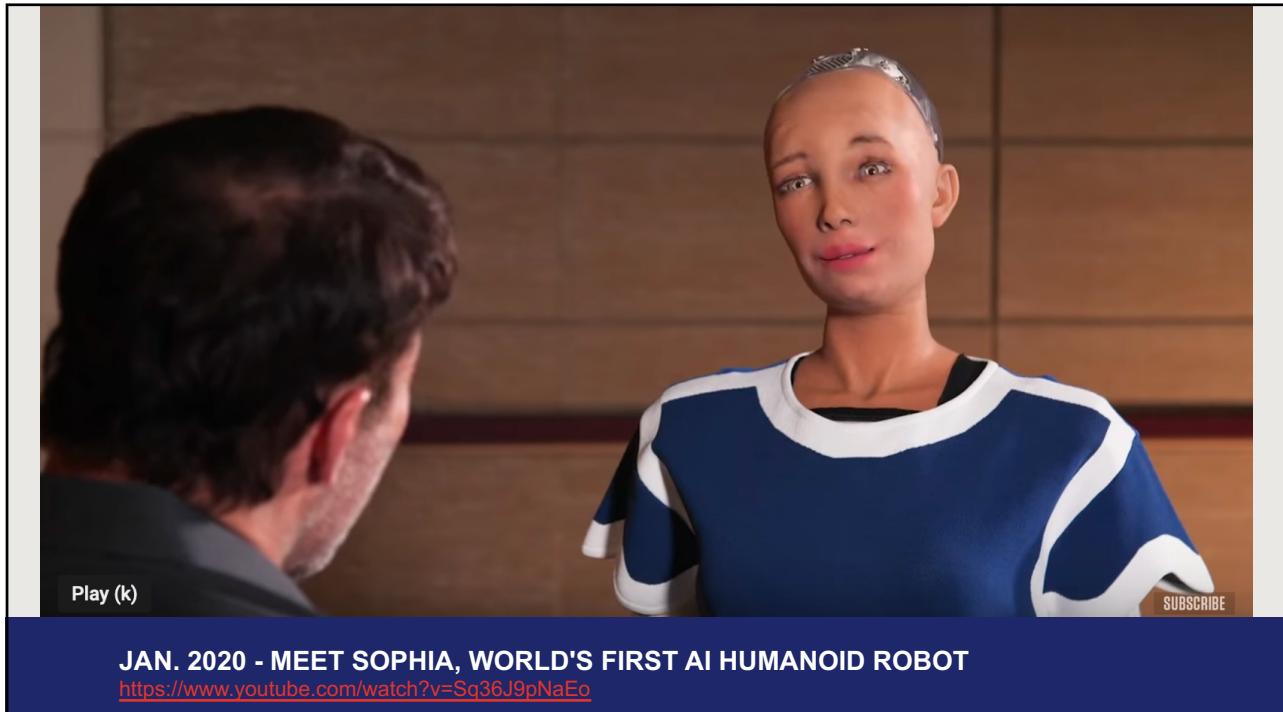
39



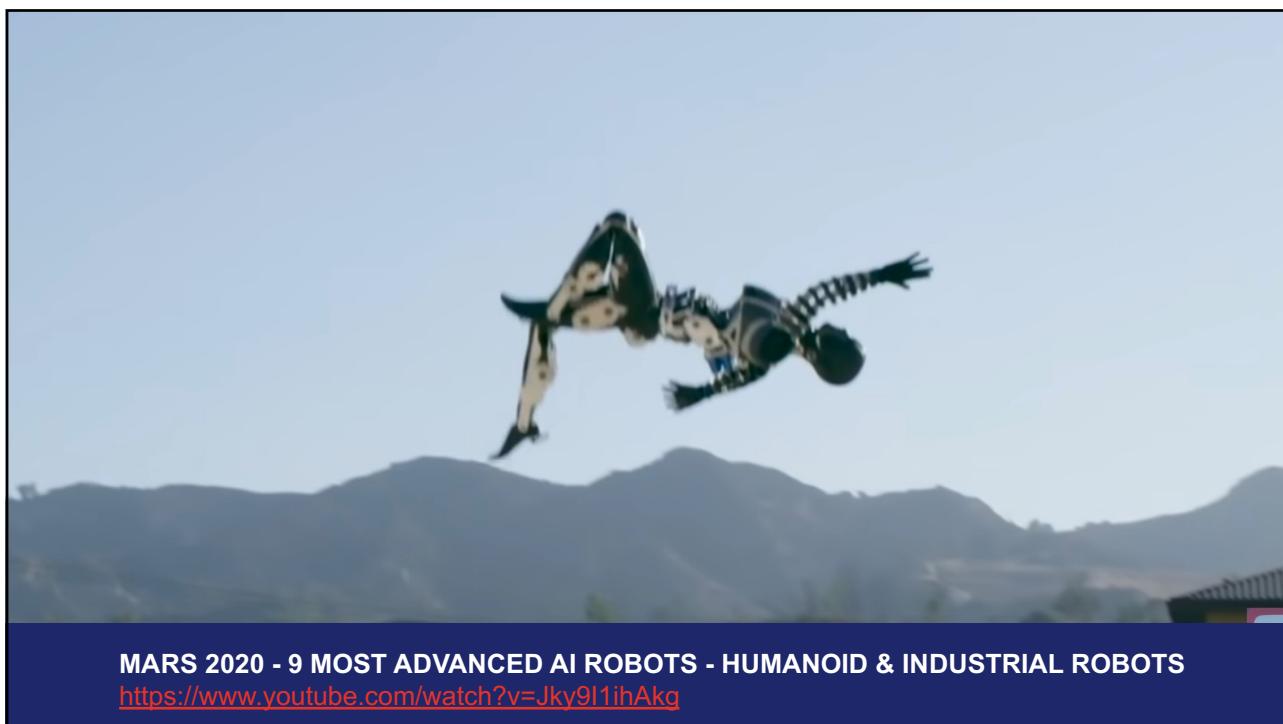
FEVRIER 2018 - TOP 10 ROBOTS LES PLUS INCROYABLES  
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=7SPENPyGMDE](https://www.youtube.com/watch?v=7SPENPyGMDE)

40

14



41



42



JAN. 2020 - 5 AMAZING BIONIC ROBOTS BY FESTO ROBOTIC  
<https://www.youtube.com/watch?v=oogjY7hFWE8>

43

## De quoi va-t-on parler ?



- Tendances ...
- Qu'est-ce que l'IA ?
- L'histoire de l'IA
- Les facettes de l'IA
- L'IA aujourd'hui
- Pour aller plus loin

44

44

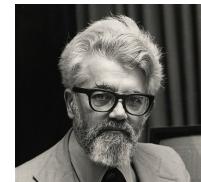
## Qu'est-ce que l'IA?



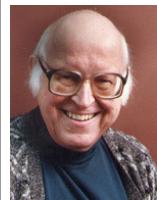
La construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique.

Marvin Minsky

John McCarthy



Le but de intelligence artificielle est l'étude de la structure de l'information et de la structure des processus de résolution de problèmes, indépendamment des applications et indépendamment d'une réalisation.



Une condition essentielle pour agir intelligemment d'une manière générale est la capacité de produire et de manipuler des structures symboliques.

Allen Newell

L'étude des facultés mentales à l'aide des modèles de type calculatoires

Eugene Charniak et McDermott



45

## Qu'est-ce que l'IA ?



Une discipline étudiant la possibilité de faire exécuter par l'ordinateur des tâches pour lesquelles l'homme est aujourd'hui meilleur que la machine.

Eliane Rich et Kevin Knight



L'automatisation des activités associées au raisonnement humain, telles que la décision, la résolution de problèmes, l'apprentissage, ...

Bellman



L'étude des entités ayant un comportement intelligent.

Nils Nilsson



L'étude des mécanismes permettant à un agent de percevoir, raisonner, et agir.

Patrick Winston



La conception d'agents intelligents

David Poole et Alan Mackworth



46

17

## Qu'est-ce que l'IA?



### L'intelligence artificielle (IA)

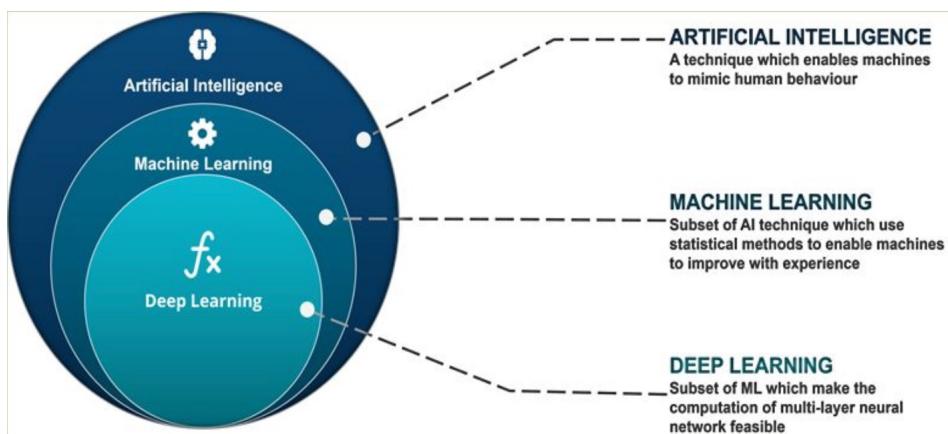
« l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de **simuler** l'intelligence »

47



47

## IA / ML / DL

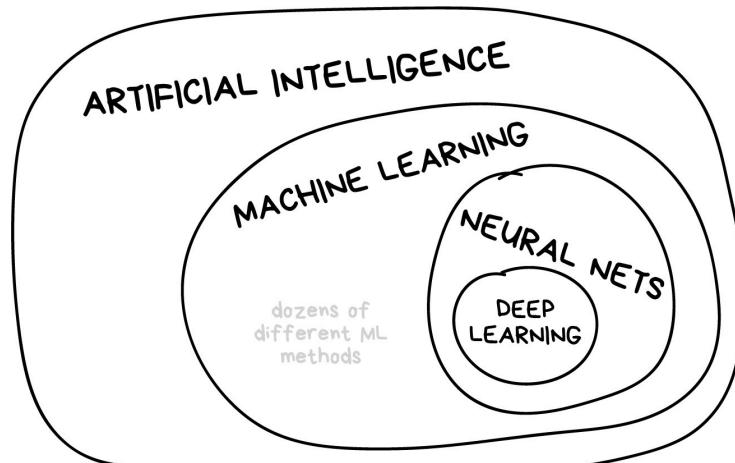


48



48

## AI / ML / NN / DL

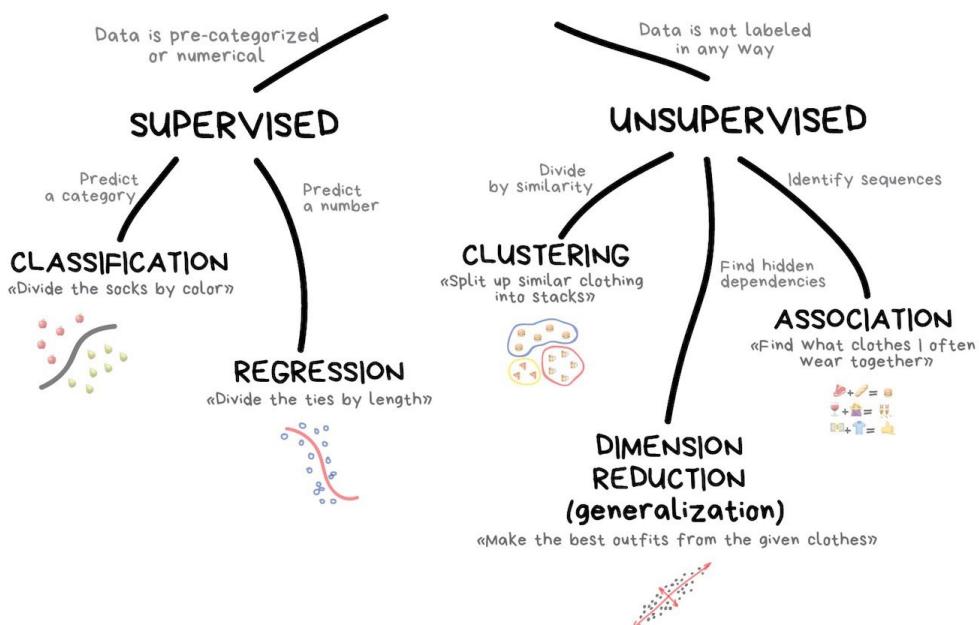


49



49

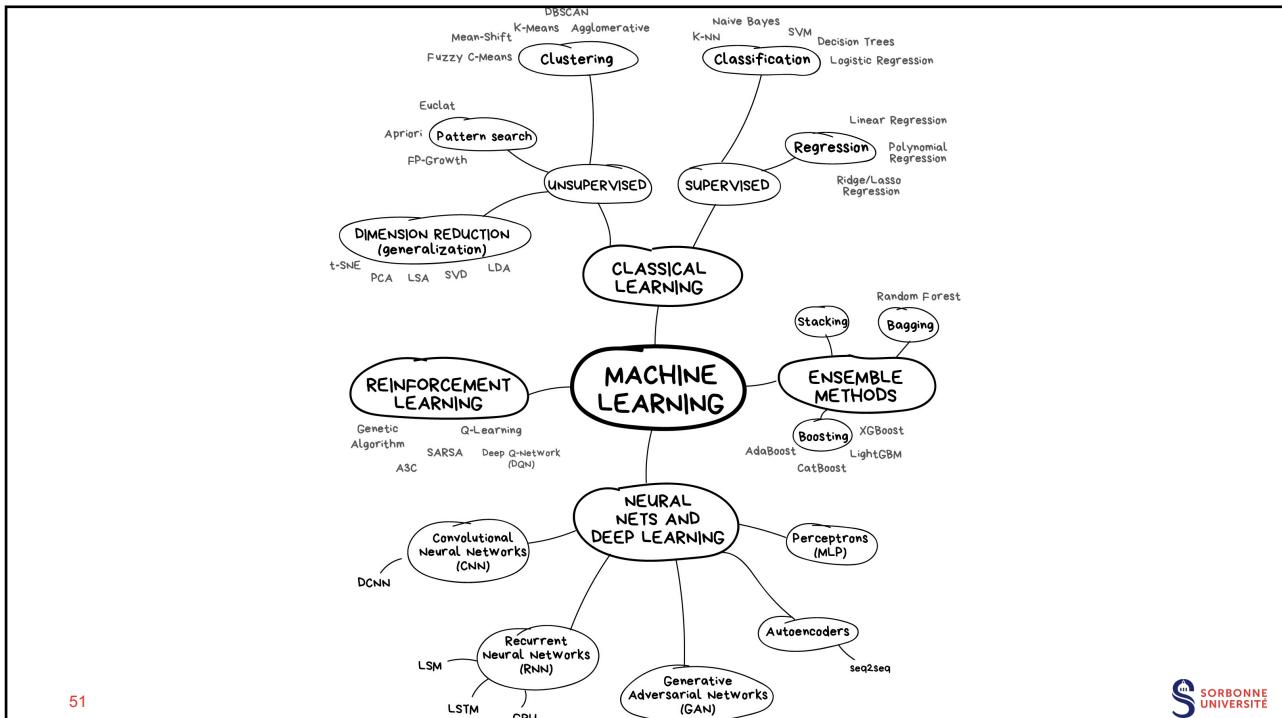
## CLASSICAL MACHINE LEARNING



50

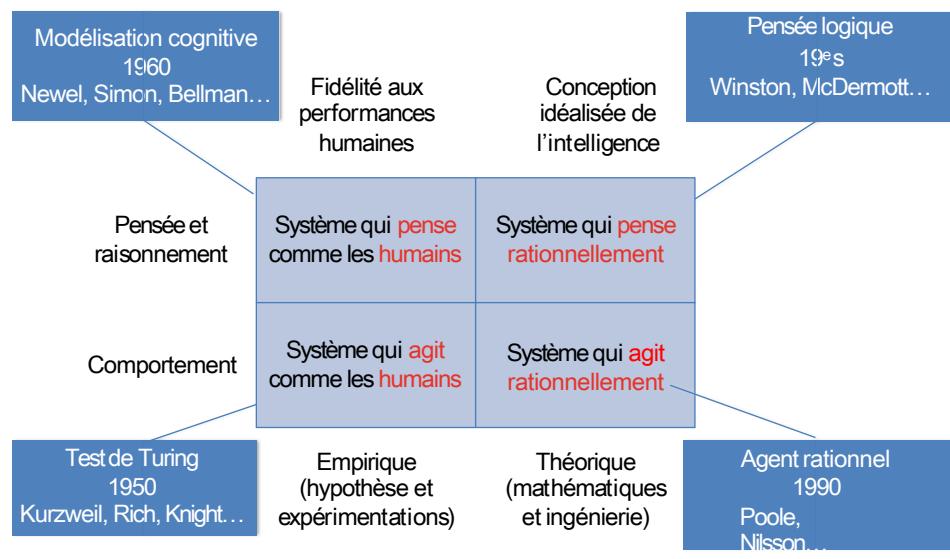


50



51

## Quatre façons de voir l'IA

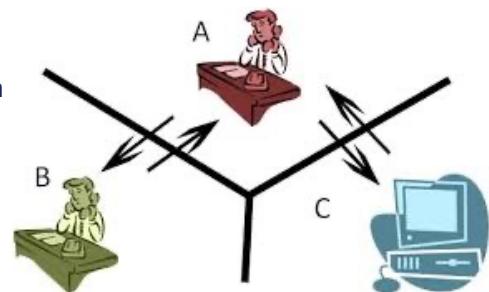


52

## Agir comme des humains



- Définition opérationnelle de l'IA
- **Test de Turing - 1950**
  - Une machine est considérée comme intelligente si elle peut converser de telle manière que les interrogateurs (humains) ne peuvent la distinguer d'un être humain
  - Loebner Prize – 1990 - 2016
    - Agents conversationnels
- Capacités requises :
  - Traitement du langage naturel
  - Représentation des connaissances
  - Raisonnement automatique
  - Apprentissage
- Problème : non reproductible



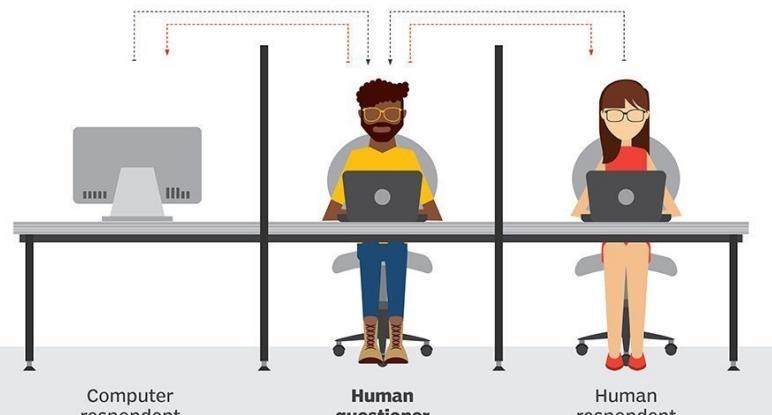
53

53

## Turing test

During the Turing test, the human questioner asks a series of questions to both respondents.  
After the specified time, the questioner tries to decide which terminal is operated by the human respondent and which terminal is operated by the computer.

■ QUESTION TO RESPONDENTS ■ ANSWERS TO QUESTIONER



54

ILLUSTRATION: GETTY IMAGE GROUP/SHUTTERSTOCK
©2017 TECHTARGET. ALL RIGHTS RESERVED TechTarget

54

Alan Turing 1912-1954



## Les machines peuvent-elles penser ?

- 1936: Machine de Turing - modèle formel de l'ordinateur
- 1950 : "Computing machinery and intelligence"
- Test: le jeu de l'imitation (Test de Turing)
- Probabilité < 0.7 qu'un interrogateur identifie la machine au bout de 5 minutes

**VOL. LIX. No. 236.]**

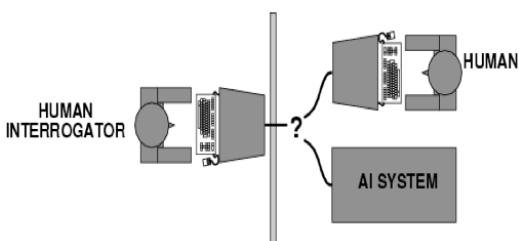
[October, 1950

**M I N D**  
A QUARTERLY REVIEW  
OF  
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

— 3 —

I.—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



55

55

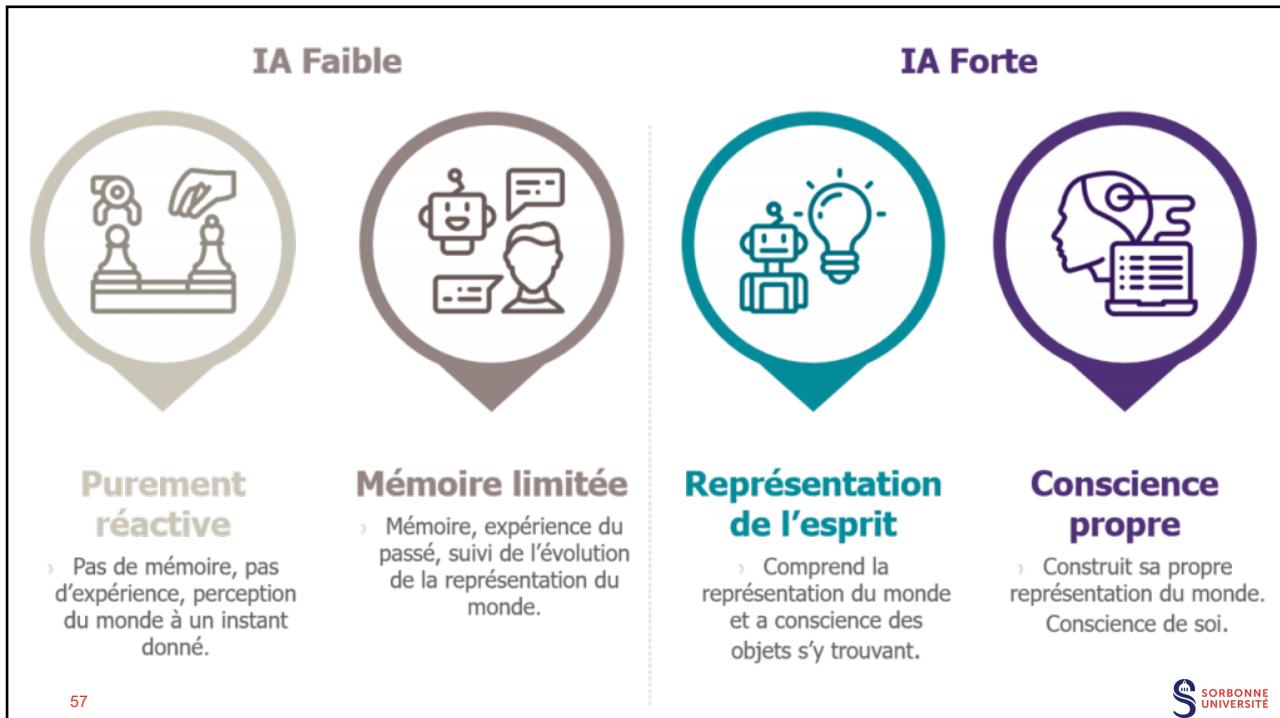
## IA faible / IA forte

- **Le test de Turing a produit deux thèses sur l'IA :**
  - **Thèse faible**
    - Il est possible de construire des machines **qui se comportent comme si elles étaient intelligentes**
    - Vision raisonnable :
      - Un programme peut être capable de raisonner, d'apprendre et même de résoudre des problèmes
      - Un programme ne « pense » pas, il exécute
  - **Thèse forte**
    - Les machines qui ont un comportement intelligent possèdent des **états cognitifs**
    - Capable d'éprouver une réelle conscience de soi, **de ressentir de vrais sentiments et comprendre ce qui la pousse à faire telle ou telle action**
    - Nécessite de savoir apprendre et modifier son comportement

56



56



57

## Penser comme un humain

- Définition de l'IA comme une science expérimentale
  - Repose sur une modélisation cognitive
    - Comment fonctionne notre cerveau ?
- Nécessite :
  - Théories sur l'activité interne du cerveau
    - Sciences cognitives (top-down)
      - Prédire et tester le comportement de sujets humains
    - Neurosciences cognitives (bottom-up)
      - Identifier le comportement à partir des données neurologiques
- Problème :
  - Validation : implémenter et comparer avec les humains





58

## Penser rationnellement

- Repose sur la pensée logique
  - Aristote : processus de raisonnement correct
    - Exemple :
 

Socrate est un homme  
Tous les hommes sont mortels  
Donc Socrate est mortel
  - 19e siècle : logique formelle
    - Permet d'écrire des énoncés sur les objets du monde et leurs relations
    - Lien entre mathématique et philosophie
- Problèmes
  - Certaines capacités (ex : la perception) ne sont pas facilement exprimables en logique
  - Tout comportement intelligent n'est pas véhiculé par le raisonnement
  - Incertitude : difficile de traduire les connaissances et états du monde réel en équations logiques
  - Complexité de calculs : différence entre résoudre un problème en principe et le résoudre réellement



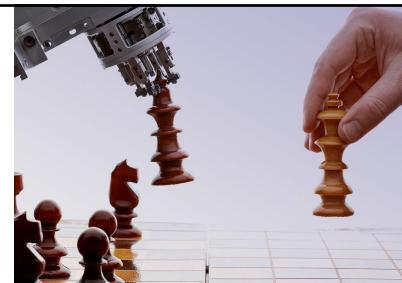
59



59

## Agir rationnellement

- Agir selon ses croyances pour atteindre des objectifs
- Pas nécessairement de raisonnement
  - Ex: réflexe de dignier les yeux, refaire sa main d'un objet brûlant...
- Agent rationnel
  - Entité qui perçoit et agit dans un environnement pour accomplir ses buts en fonction de ses capacités, de ses connaissances et de ses croyances
- Problème :
  - Limite de calcul, donc rationalité parfaite impossible
    - Le but est de concevoir le meilleur programme selon les ressources disponibles



60



60

## De quoi va-t-on parler ?



- Tendances ...
- Qu'est-ce que l'IA ?
- **L'histoire de l'IA**
- Les facettes de l'IA
- L'IA aujourd'hui
- Pour aller plus loin

61



61

## Les bases

- - 450 : Les grecs : Platon, Socrate, Aristote...
  - **Les philosophes et la logique**
- 1623-1662 : Blaise Pascal, Wilhelm Schickard
  - **Machines pour additionner**
- 1646-1716 : Leibnitz
  - **Machine à raisonner**
- 1815-1864 : George Boole
  - **Langage formel, logique comme discipline mathématique**
- 1906-1978 : Kurt Gödel
  - **Théorèmes de complétude et d'incomplétude (1930/31)**



62

62



## Les inspirateurs

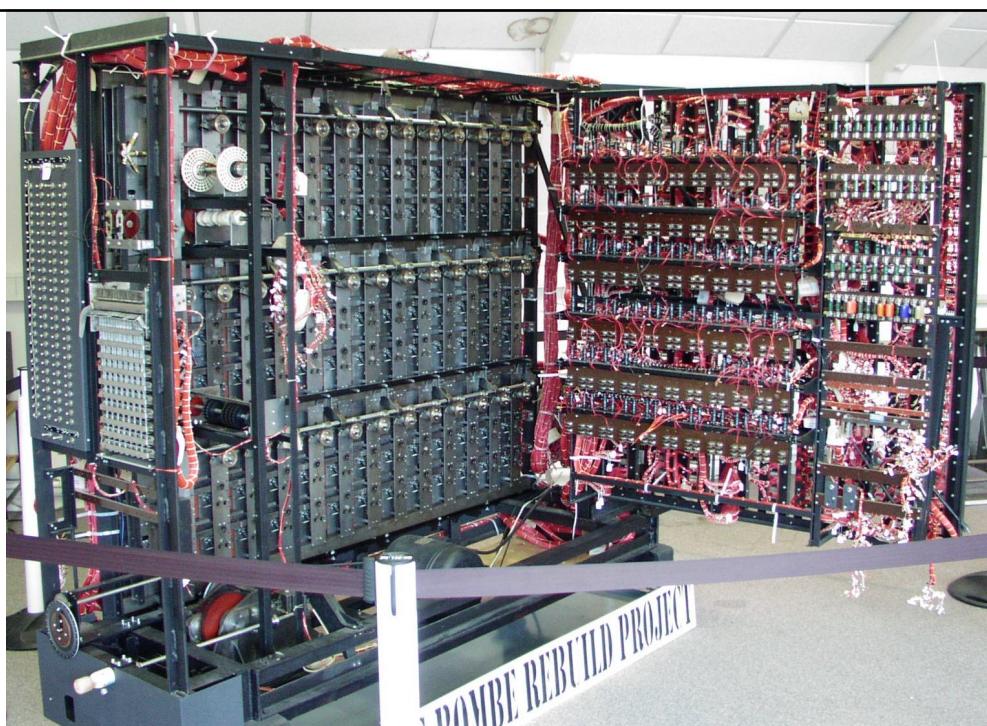
- 1936 : Alan Turing
  - Calculabilité & Machine de Turing
    - Montre que toute forme de calcul peut être représentée numériquement
    - Donc la logique aussi...



63

The Sorbonne Université logo, featuring a stylized blue 'S' with the text 'SORBONNE UNIVERSITÉ' to its right.

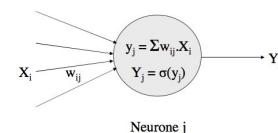
63

The Sorbonne Université logo, featuring a stylized blue 'S' with the text 'SORBONNE UNIVERSITÉ' to its right.

64

## Les inspirateurs

- 1936 : Alan Turing
  - Calculabilité & Machine de Turing
    - Montre que toute forme de calcul peut être représentée numériquement
    - Donc la logique aussi...
- 1943 : McCulloch & Pitts
  - Approche physiologique des neurones dans le cerveau
  - Modèle mathématique abstrait composé de neurones en réseau
    - Toute fonction calculable peut être calculée avec ce modèle
    - Les connecteurs logiques propositionnels peuvent être implantés par des réseaux très simples

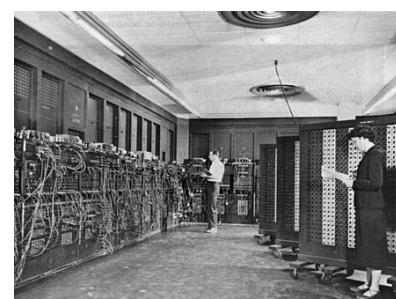
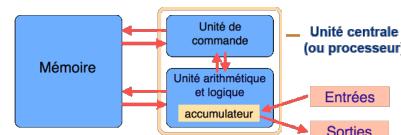


65

65

## Les inspirateurs

- 1945 : Von Neumann
  - Architecture d'un calculateur
- 1948 : Wiener
  - Cybérétique : décrit les contrôles et la stabilité de réseaux électriques
- 1949 : Shannon
  - Théorie de l'information
    - Détaille les signaux numériques
    - Permet le codage informatique, la redondance de texte, la cryptographie...
- 1951 : Marvin Minsky & Paul Edwards
  - Premier ordinateur basé sur les réseaux neuronaux



66

66

## Acte de naissance

- 1956 : Dartmouth College (USA)
  - John McCarthy (tenant de la logique)
  - Marvin Minsky (tenant d'une approche par schémas)
  - 10 participants (Shannon, Rochester...)
  
- Discussion sur les relations entre la théorie des automates, les réseaux neuronaux et la recherche sur l'intelligence
  - Genèse autour de la notion de « machines à penser »
  - Comparaison du cerveau avec les premiers ordinateurs
  
- ∅ John McCarthy propose le terme **Artificial Intelligence**
- ∅ Idée de construire un cerveau artificiel

67



67

## Acte de naissance de l'IA

**Summer Camp de Darmouth**  
**USA New Hampshire – été 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, IBM 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 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 Ulrey, Radóvics 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, MIT



Claude Shannon, Bell



John McCarthy, MIT



Nathaniel Rochester, IBM

68

## Les débuts de l'IA

- 1956 : Newell, Simon & Shaw
  - Programme LT(Logical Theorist) : démonstration des théorèmes de Principia Mathematica
  - Généralisé en 1958 : General Problem Solver qui progresse dans la résolution en évaluant la différence entre la situation du solveur et le but à atteindre : [http://bitsavers.org/pdf/rand/ipl/P-1584\\_Report\\_On\\_A\\_General\\_Problem-Solving\\_Program\\_Feb59.pdf](http://bitsavers.org/pdf/rand/ipl/P-1584_Report_On_A_General_Problem-Solving_Program_Feb59.pdf)
- 1957 : Simon
  - « Jene voudrais pas vous surprendre ou choquer mais la manière la plus simple de résumer est de dire que dorénavant il y a **des machines qui pensent, qui apprennent et qui créent**. En plus, leur capacité de savoir faire tout cela croît rapidement jusqu'à ce que - **dans un futur proche** - la difficulté des problèmes qu'elles savent traiter sera comparable à la difficulté des problèmes auquel l'esprit humain s'est appliquée. »
  - Ø Promesse qu'une machine aussi intelligente qu'un être humain existerait en moins d'une génération
  - Ø Des millions de dollars ont alors été investis pour vérifier cette prédiction

69



69

## Les bases conceptuelles de l'IA d'aujourd'hui datent des années 1950 !

**congrès de Middlesex - UK - 1958**  
*mechanization of thought processes*

SOME METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
AND HEURISTIC PROGRAMMING

by

Dr. MARVIN L. MINSKY

### PROGRAMS WITH COMMON SENSE

John McCarthy

Computer Science Department

Stanford University

Stanford, CA 94305

jmc@cs.stanford.edu

<http://www-formal.stanford.edu/jmc/>

1959

(1958)  
O. G. Selfridge

Pandemonium: a paradigm for learning

*Mechanisation of Thought Processes: Proceedings of a Symposium Held at the National Physical Laboratory, November 1958*, London: HMSO, pp. 513–526

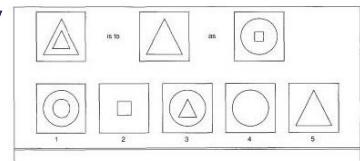


70

## Premiers défis

- Programmes capables de jouer aux échecs
  - Premières idées en 1950 par Shannon
  - Première victoire sur un champion du monde en 1997 : Deep Blue bat Kasparov
    - [http://en.wikipedia.org/wiki/Deep\\_Blue\\_\(chess\\_computer\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Deep_Blue_(chess_computer))
- Test « d'intelligence » :
  - ANALOGY** (Evans, 1963)  
capable de trouver la suite « logique » d'une série de figures
    - <http://leadserv.u-bourgogne.fr/files/publications/000273-the-computational-modeling-of-analogy-making.pdf>
- Résolution de problèmes par propagation de contraintes
  - 1975 : Waltz
    - <http://www1.cs.columbia.edu/~waltz/>
- Dialogue en « langage naturel »
  - Eliza** (Weizenbaum, 1965)
    - <http://jerz.setonhill.edu/if/canon/eliza.htm>
  - SHRDLU** (Winograd, 1968)
    - <http://hci.stanford.edu/~winograd/shrdlu/>

71



71

## Dialogue avec Eliza

- > Les hommes sont toujours les mêmes
  - Dans quel sens ?
- > Ils nous énervent toujours pour un oui ou pour un non
  - Pensez-vous à un exemple particulier ?
- > Bien, mon petit ami m'a amenée ici
  - Votre petit ami vous a amenée ici ?
- > Il dit que je suis trop souvent déprimée
  - Je suis désolé d'apprendre que vous êtes déprimée
- > C'est vrai, je suis malheureuse
  - Pensez-vous que de venir ici vous aide à ne plus être malheureuse ?
- > J'ai besoin d'aide, ça c'est certain
  - Qu'est-ce que cela signifie pour vous obtenir de l'aide ?
- > Peut-être que je pourrais apprendre à rester tranquille avec ma mère
  - Parlez-moi de votre famille.
- > Jouez : <http://www.manifestation.com/neurotoys/eliza.php3>

72

## Shakey, le premier robot

- 1967 : Stanford Research Institute
  - Le premier robot capable de raisonner sur ses propres actions
  - Lent : 1h de calcul avant mouvement
  - Bruyant « qui tremble »
- ∅: Mais une première brique est posée...



Photo courtesy of SRI International.

73



A TITRE DE COMPARAISON ... UN BEAU SAUT EN AVANT ...

74

## Premières déceptions

- Les années 1960 / 70...
- Échec des traducteurs automatiques
  - Exemple d'un aller-retour de traduction en russe  
« L'esprit est fort mais la chair est faible » devient « La vodka est bonne mais la viande est pourrie »
- Passage à l'échelle des algorithmes
  - ∅ Problème de mémoire et de puissance de calcul
- 1973 : Arrêt des financements pour l'IA en général
  - ∅ Financement pour l'IA avec un but

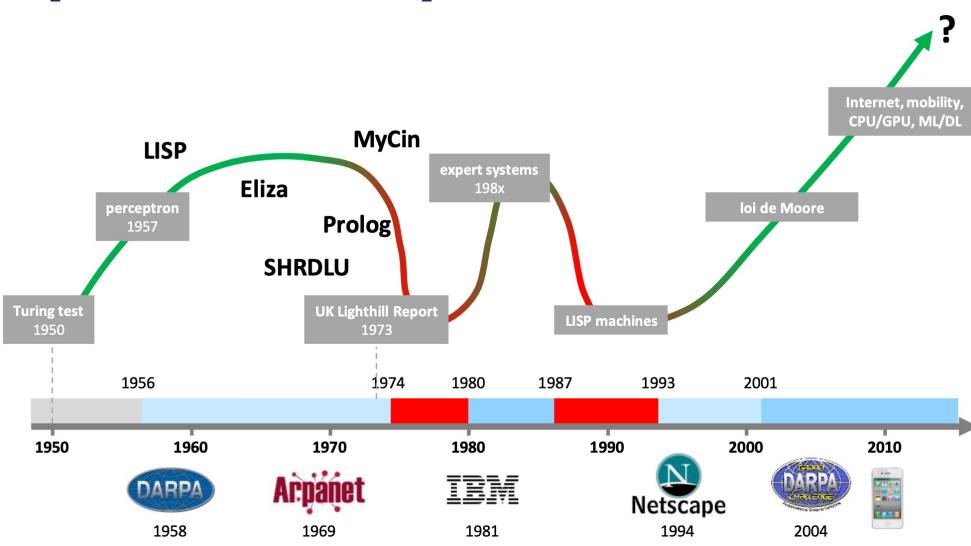


75

 SORBONNE  
UNIVERSITÉ

75

## Surpromesses et premier hiver de l'IA



76

 SORBONNE  
UNIVERSITÉ

76

## Un tournant

- Début des années 70 :
  - Beaucoup de micro mondes possèdent un comportement « intelligent »
  - mais les micromondes restent des micromondes et n'évoluent pas vers des applications réelles
- ∅ Les méthodes d'IA sont des améliorations de la combinatoire
  - On restreint l'énumération exhaustive à l'aide du « bon sens », de fonctions d'évaluations et d'heuristiques
- Nouvelle conviction : Un comportement « intelligent » nécessite une connaissance approfondie du domaine étudié
- ∅ Début des Systèmes à Base de Connaissances et de l'Ingénierie des Connaissances
  - ∅ Quelles connaissances ?
  - ∅ Comment les donner ?
  - ∅ Comment les représenter ?
  - ∅ Comment les utiliser ?

77



77

## L'ère des systèmes experts

- Les années 70 / 80 : engouement pour les systèmes experts
  - DENDRAL (en chimie) : <http://profiles.nlm.nih.gov/BB/AL/Y/P/tbalpp.pdf>
  - MYCIN (en médecine) : <http://www.computing.surrey.ac.uk/research/ai/PROFILE/mycin.html>
  - Hersay II (en compréhension de la parole)
  - Prospector (en géologie) : <http://www.computing.surrey.ac.uk/ai/PROFILE/prospector.html>
- Générateurs de systèmes experts
  - NEXPERT System : <http://www.youtube.com/watch?v=RBwsqdyGJU>
  - CLIPS : langage à base de règles proposé par la NASA <http://www.siliconvalleyone.com/founder/clips/index.htm>
- ∅ IA se recentre sur les connaissances avec exploitation de la logique : les connaissances sont séparées du raisonnement
- ∅ 1ères ventes d'IA aux entreprises !

78



78

## Déceptions et renouveau

- Fin des années 80 : désillusion
  - Système expert difficile à maintenir / faire évoluer
  - Difficulté à convaincre les entreprises
  - ∅ Plus de financement
- Les années 90 : les verrous sautent
  - 1997 : Deep Blue / Kasparov
  - 2005 : Conduite autonome de voiture
  - ∅ Rien de nouveau en IA mais la loi de Moore...
    - maintenant les machines peuvent mettre en œuvre l'IA imaginée
- Depuis 90, nouvelle vision « agent »



79

## IA à l'heure du Web

- Les années 2000
  - L'IA est partout : voiture, moteur de recherche...
- Tim Berners-Lee (inventeur du WWW en 1989)
  - Lance le projet de **Web Sémantique** (ou Web 3.0)
  - Idée : mettre du sens / des connaissances au dessus des pages web manipulées par les machines
- Exploitation des travaux sur les ontologies issues de l'IC
  - **Une ontologie =**
    - Une hiérarchie de concepts
    - Des relations entre ces concepts
    - Des propriétés logiques exprimant la sémantique des concepts et des relations
- ∅ Naissance du **Web des données** et du **Web des objets**

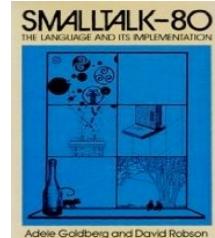
80

## Programmation en IA ?

- Des langages de programmation spécifiques
  - **LISP** (MacCarthy – USA – 1958)
    - Traitement des listes
    - <http://www-formal.stanford.edu/jmc/recursiv.pdf>
  - **PROLOG** (Colmerauer – France – 1972)
    - Programmation logique
    - <http://alain.colmerauer.free.fr/>
  - **SmallTalk** (Kay – 1972)
    - Langage objet
    - [http://www.bitsavers.org/pdf/xerox/parc/techReports/Smalltalk-72\\_Instruction\\_Manual\\_Mar76.pdf](http://www.bitsavers.org/pdf/xerox/parc/techReports/Smalltalk-72_Instruction_Manual_Mar76.pdf)
  - Les langages de Frame pour la représentation des connaissances
    - **YACOOL** (Yet Another Frame based Object Oriented Language – 1986)
      - <https://hal.inria.fr/inria-00070088>
    - **KL-ONE** (Knowledge Language)
  - Tous les langages de logique de description :
    - <http://www.inf.unibz.it/~franconi/dl/course/>



SWI Prolog



81

81

## De quoi va-t-on parler ?



- Tendances ...
- Qu'est-ce que l'IA ?
- L'histoire de l'IA
- **Les facettes de l'IA**
- L'IA aujourd'hui
- Pour aller plus loin

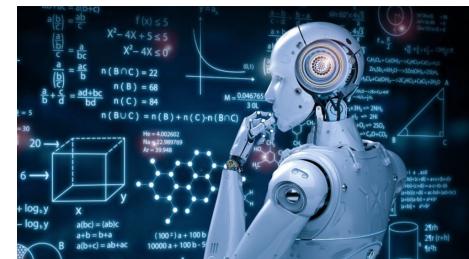


82

82

## Les grandes questions de l'IA

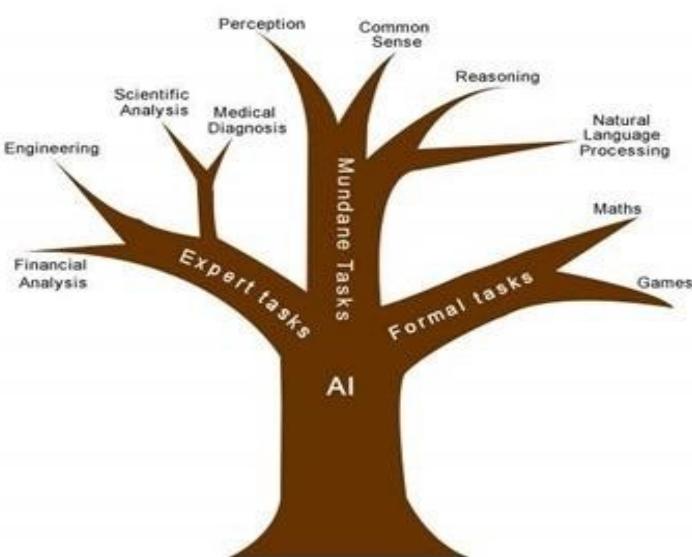
- Dix grands paradigmes de recherche
  - Représenter l'information, acquérir des connaissances
  - Algorithmes généraux de résolution de problèmes
  - Intelligence artificielle « collective »
  - Formaliser et mécaniser différents types de raisonnement
  - Évaluer des situations, décider, planifier
  - Raisonner sur le changement, le temps, et l'espace
  - Résumer, apprendre, découvrir
  - Langue et IA
  - Indexation et IA
  - Réalité virtuelle et IA



83

83

## Segmentation de l'IA

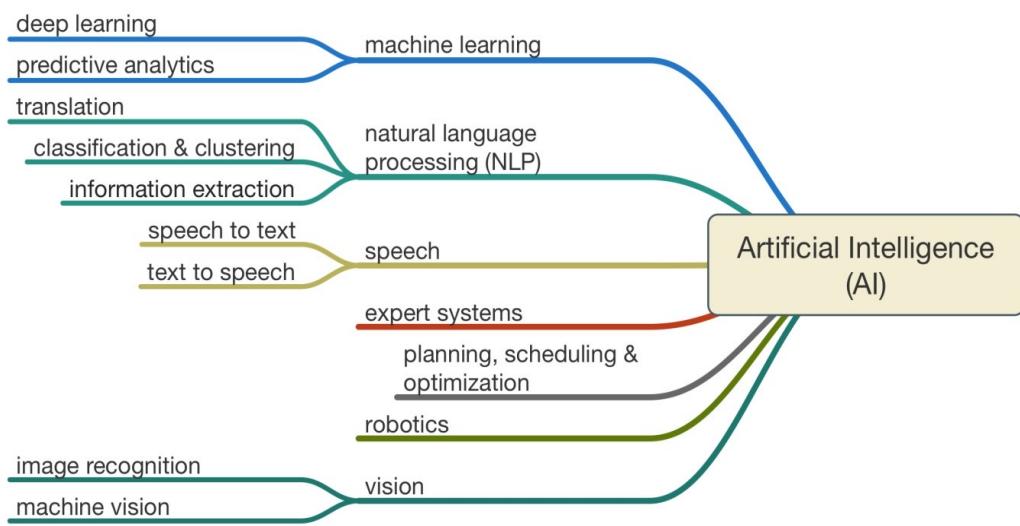


SORBONNE  
UNIVERSITÉ

84

84

## Segmentation de l'IA

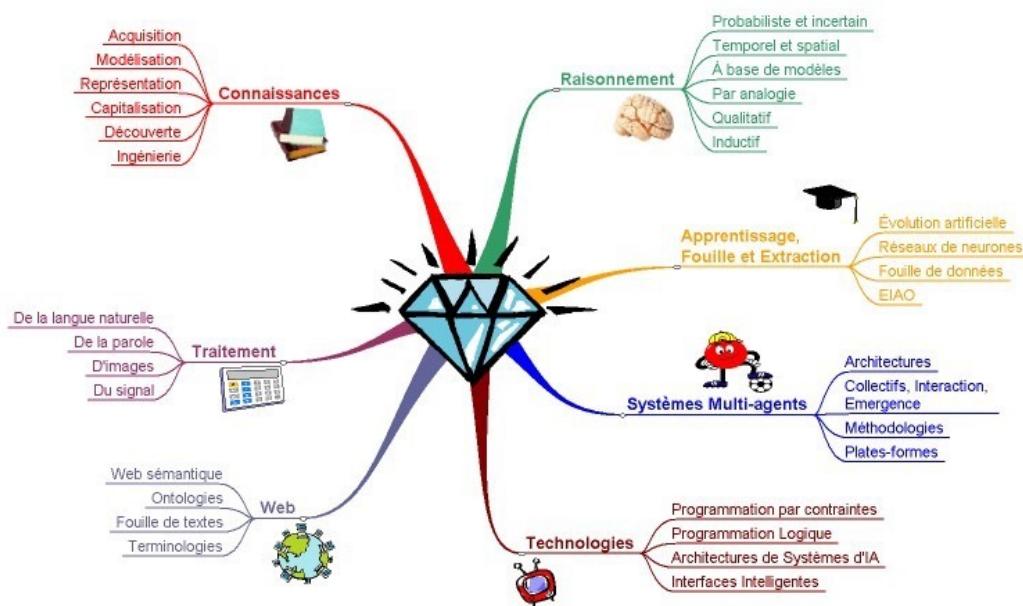


85



85

## Les facettes de l'IA : informatique



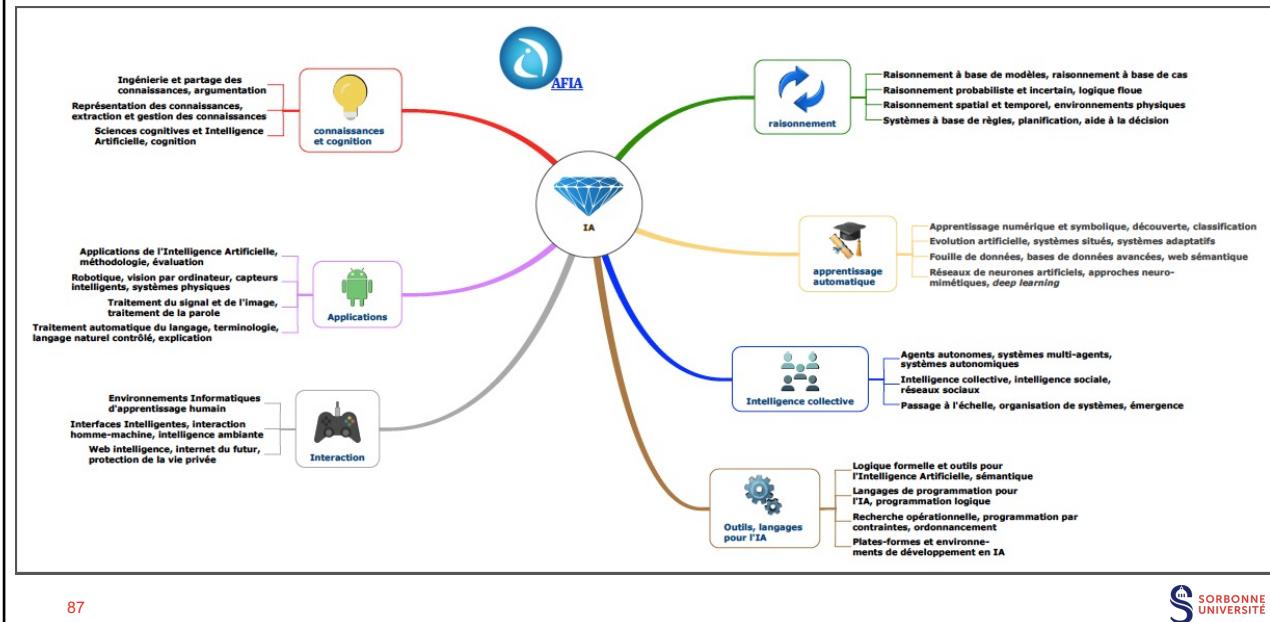
86



86

37

# **Les facettes de PIA : informatique**



87



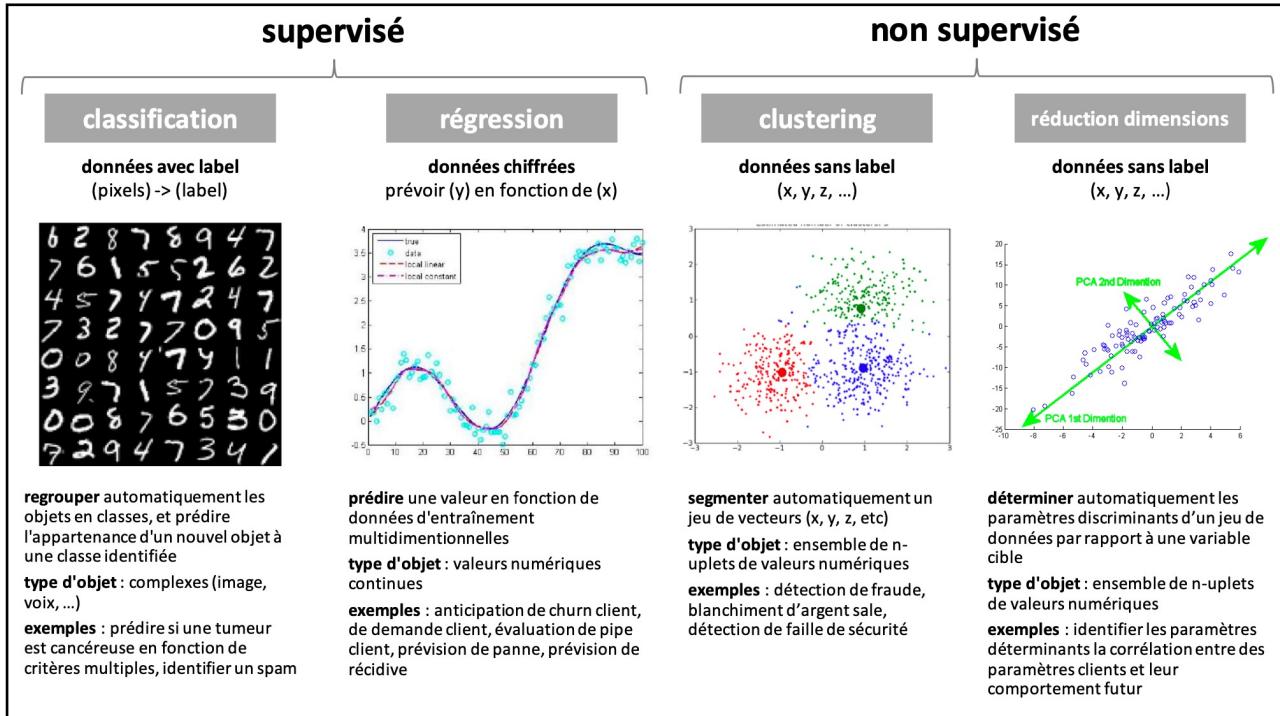
## Courants dans l'IA

Tribe	Origins	Problem	Master Algorithm
Symbolists	Logic, philosophy	Knowledge composition	Inverse deduction
Connectionists	Neuroscience	Credit assignment	Backpropagation
Evolutionaries	Evolutionary biology	Structure discovery	Genetic programming
Bayesians	Statistics	Uncertainty	Probabilistic inference
Analogizers	Psychology	Similarity	Kernel machines

88

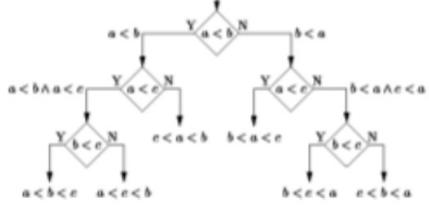


88

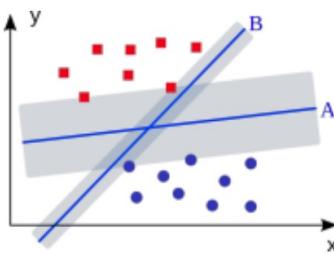


89

## Classification



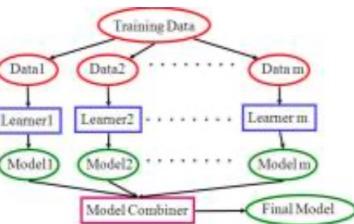
**arbres de décision**



**Support Vector Machines**

$$P(c_j | d_i) = \frac{P(c_j) \prod_{k=1}^{|d_i|} P(w_{d_k} | c_j)}{\sum_{r=1}^{|C|} P(c_r) \prod_{k=1}^{|d_i|} P(w_{d_k} | c_r)}$$

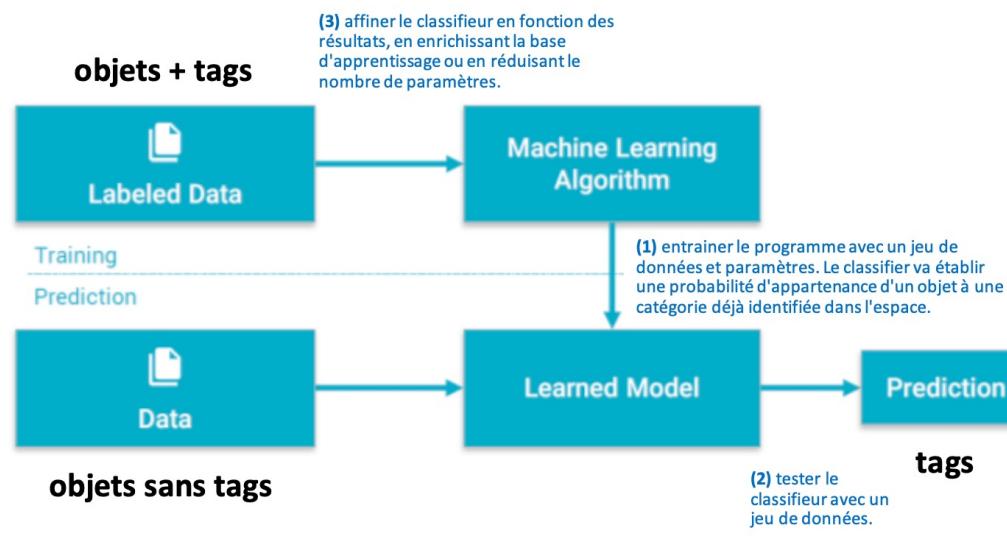
**classification Bayésienne naïve**



**Ensemble Methods**

90

## Apprentissage

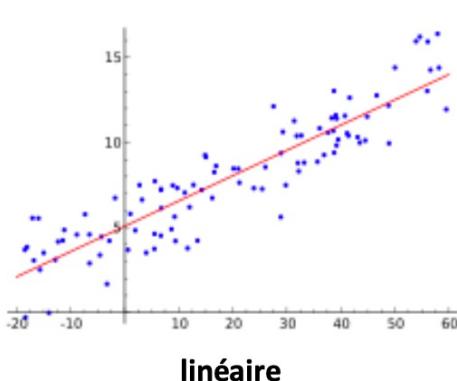


91

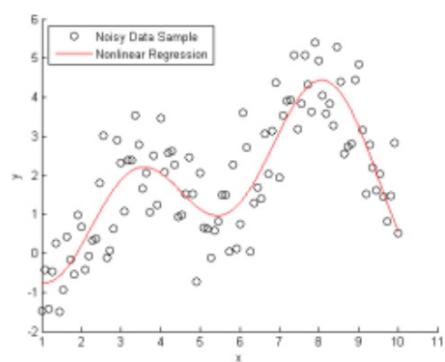


91

## Régression



linéaire



non linéaire

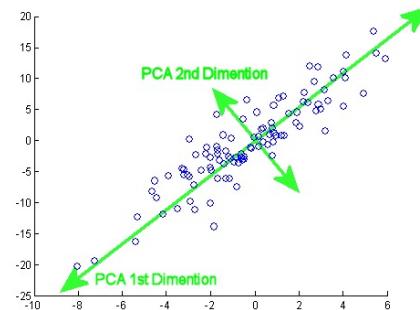
mesure la relation entre une et plusieurs variables  
 permet de prédire la valeur d'une variable en fonction de variables d'entrées  
 courbe  $y = ax + b$  (linéaire) ou bien polynomiale (non linéaire)  
 overfitting vs underfitting

92



92

## Dimensions



la complexité du machine learning augmente avec le nombre de dimensions ou variables examinées paramètres de segmentation marketing clients, phénotype patients, état de capteurs d'une machine pour maintenance prédictive, ...

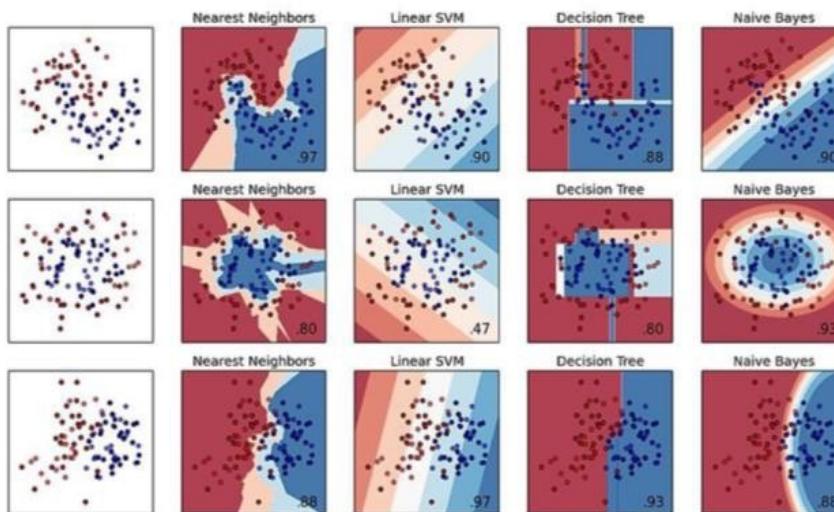
on réduit le nombre de dimension avec la méthode PCA (Principal Component Analysis)  
elle permet d'identifier les variables clés discriminantes

93



93

## Clustering



exemples avec (x, y)

choix d'un modèle

test du modèle avec un jeu de données

validation du modèle

application du modèle

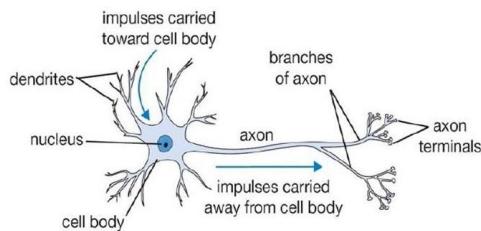
94



94

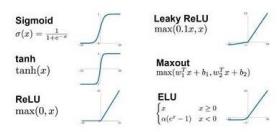
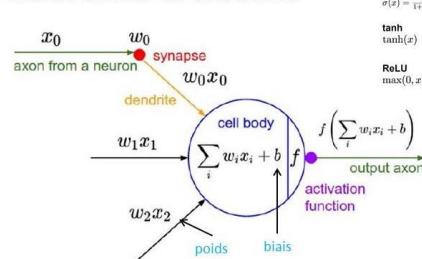
# Neurones biologiques vs. artificiels

## neurones biologiques



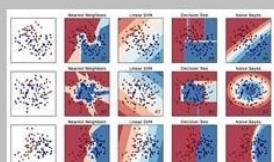
un neurone biologique opère une fonction d'activation encore non résolue en fonction des connexions avec d'autres neurones via dendrites / synapses / axones

## neurones artificiels



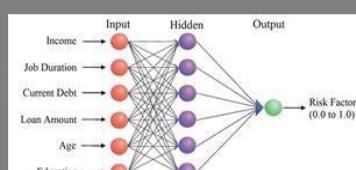
additionne plusieurs variables d'entrée avec des multiplicateurs ajustables (poids) et un biais, et y applique une fonction non linéaire (en général, sigmoïde)

## machine learning

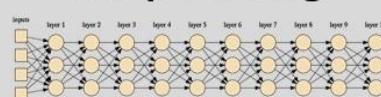


apprentissage automatique

## réseaux de neurones



## deep learning



apprentissage profond

**méthodes simples**  
de classification, régression et segmentation

**imitent** le fonctionnement des neurones biologiques

les neurones d'une même couche sont **connectées à la couche suivante** pour simplifier l'entraînement

une **couche cachée** permet de gérer une méthode de classification non linéaire

on parle de **deep learning** lorsque le réseau de neurones comprend **plusieurs couches cachées**

**principaux modèles de DL :**  
réseaux convolutionnels (spatiaux)  
réseaux à mémoire (temporels)  
génératifs (interpolation de contenus)

## Mais aussi ...

- Facette des mathématiques
  - Formalisation du raisonnement mathématique : Logique
  - Contribution à de nouveaux champs : Logiques modales → logique possibiliste
- Facette des Sciences de la cognition  
C'est le même projet au départ...
  - Vision « symbolique » : la pensée est un calcul sur des symboles avec processeur et mémoires
    - Approche virtuelle
  - Vision « sub-symbolique » : les mécanismes sont biologiques mais produisent le même effet au niveau macroscopique
    - Réseaux neuronaux, automates cellulaires...
  - Vision « sociale » : la connaissance émerge de comportements distribués dans un environnement (approche multi-agents)
    - Réseaux neuronaux dynamiques, colonies d'insectes...

97



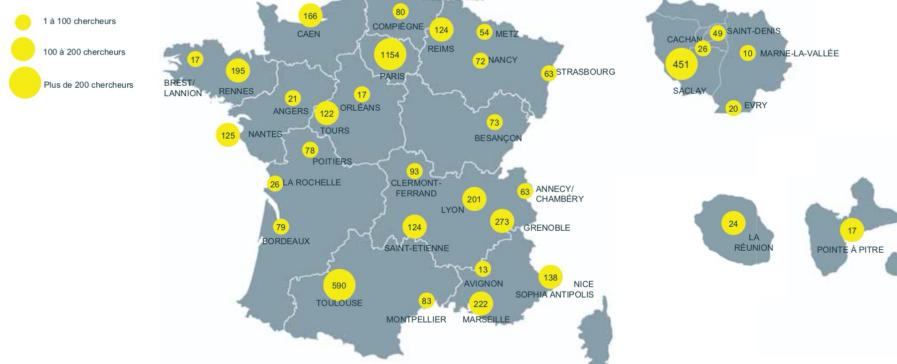
97

## Rapport France IA 2017



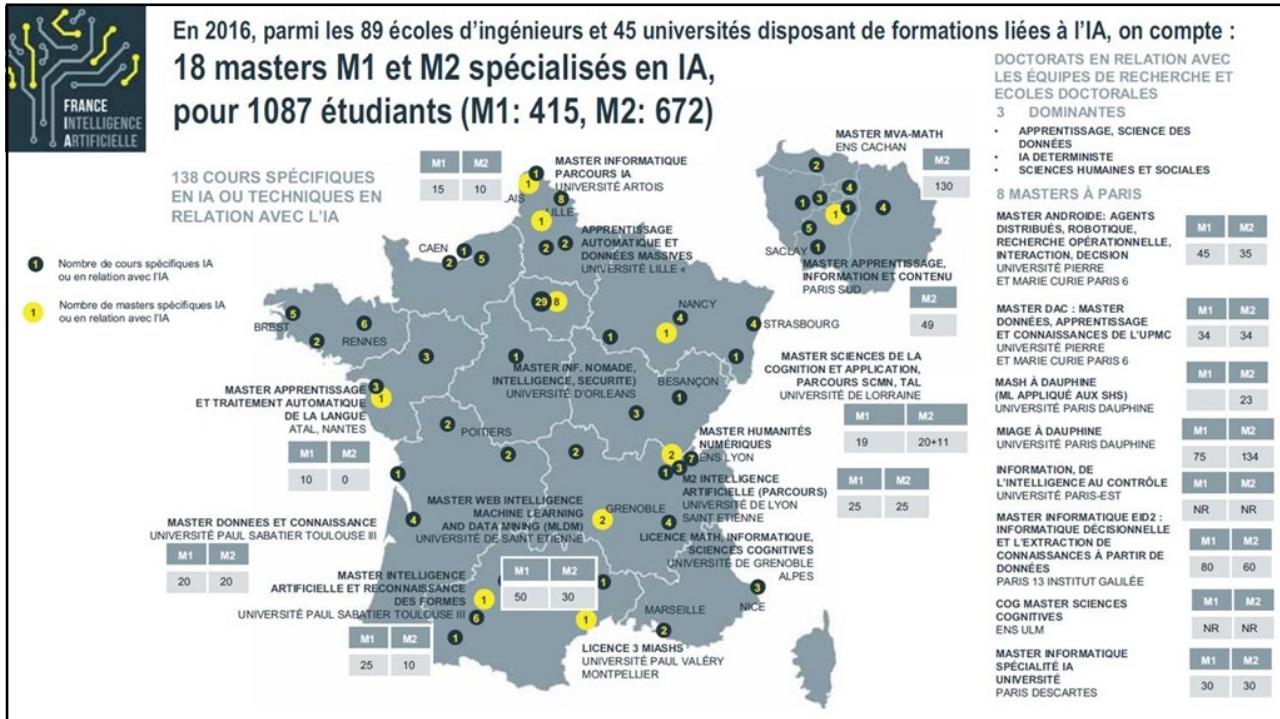
Environ 5 300 chercheurs, partout en France,  
dans 268 équipes identifiées (dont 8% relevant des SHS)

EFFECTIFS DE LA RECHERCHE PUBLIQUE EN FRANCE

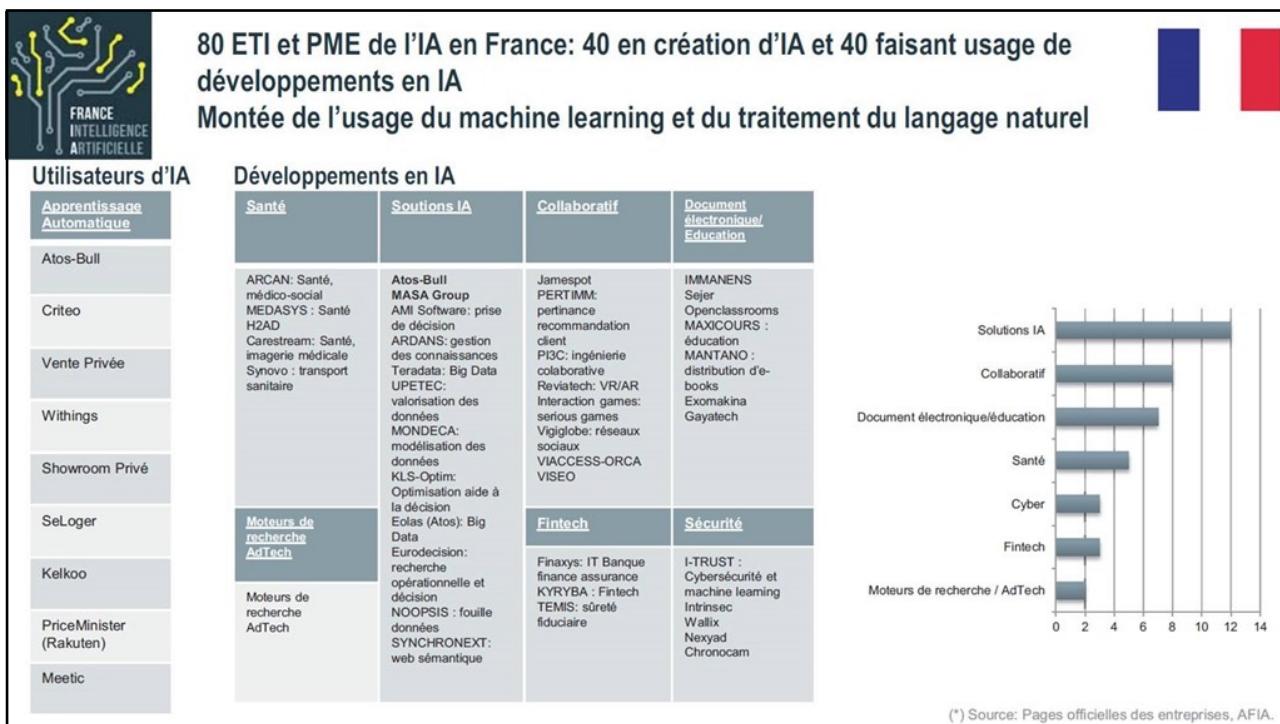


98





99



100



## Une cinquantaine de sous-domaines de recherche en IA

IA et SHS	Représentation des connaissances	Apprentissage automatique	Traitement automatique des langues	Vision et Reconnaissance des formes	Robotique	Neurosciences, Sciences cognitives	Algorithmique de l'IA	Aide à la décision	Systèmes multi-agents	Interaction avec l'humain
Ethique de l'IA	Bases de connaissances	Apprentissage supervisé / non-supervisé / séquentiel et par renforcement	Analyse syntaxique Lexiques Discours (Interaction, Connaissances et Langage Naturel)	Parole Vision Reconnaissance d'objets	Conception Perception Décision Action	Compréhension et simulation du cerveau et du système nerveux Interactions avec les robots Flottes de robots Apprentissage des robots	Programmation logique et ASP Déduction, preuve Théories SAT et Satisfaction de contraintes	Théorie des jeux Décision Gestion de l'incertitude Explicabilité	Coordination Multi-Agents (Planification multi-agents, Décision multi-agents)	Interaction avancée, apprentissage humain
Droit et IA	Extraction et nettoyage de connaissances	Optimisation Méthodes bayésiennes	Traduction automatique	Recherche dans des banques d'images et de vidéos		Sciences cognitives			Résolution Distribuée de Problèmes	Agents conversationnels
Economie et IA	Inférence	Réseaux de neurones ou neuronaux		Reconstruction 3D et spatio-temporelle					Apprentissage multi-agents	Chatbots
Sociologie et IA		Méthodes à noyau		Suivi d'objets et analyse des mouvements		Cognition pour la robotique et les systèmes			Ingénierie Multi-Agents (Langages, plateformes, méthodologies)	
Humanités numériques	Web sémantique	Ontologies Apprentissage profond	Fouille de données Analyse de données massives	Localisation d'objets Asservissement visuel	Véhicules autonomes		Recherche heuristique Planification et ordonnancement		Simulation Multi-Agents (intéresse aussi les SHS)	

101



101

### Les laboratoires d'IA tricolores totalisant le plus de chercheurs (au 10/03/17)

**Laboratoires d'IA tricolores totalisant le plus de chercheurs (au 10/03/17)**

Rang	Acronyme	Nom	Nombre de chercheurs	Rang
1	IRISA	Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires	800	1
2	IRIT	Institut de recherche en informatique de Toulouse	651	2
3	STICC	LAB-STICC	560	3
4	LIP6	Laboratoire d'informatique de Paris 6	517	4
5	LIG	Laboratoire d'informatique de Grenoble	500	5
6	LORIA	Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications	500	6
7	LS2N	Laboratoire des sciences du numérique de Nantes	450	7
8	LIRMM	Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier	444	8
9	CRISTAL	Centre de recherche en informatique ; signal et automatique de Lille	430	9
10	LIST	Institut LIST - CEA	360	10

102



102

### Origine des entreprises ayant implanté leur R&D IA en France

Acronyme	Nom	Entreprise rattachée	Pays d'origine
Criteo Labs	Criteo Labs	Criteo	France
CSL Sony	Laboratoire scientifique Sony computer	Sony	Japon
Factolab	Factolab	Michelin	France
FAIR Paris	Facebook AI research Paris	Facebook	Etats-Unis
Huawei MASL	Mathematical and algorithmic sciences lab (Huawei Technologies)	Huawei Technologies	Chine
MSFT	Centre Microsoft recherche-Inria	Microsoft corporation	Etats-Unis
Orange Labs	Orange Labs	Orange	France
RIT Paris	Rakuten institute of technology Paris	Rakuten	Japon
XRCE	Centre de recherche Europe de Xerox	Xerox	Etats-Unis

103



103

## De quoi va-t-on parler ?



- Tendances ...
- Qu'est-ce que l'IA ?
- L'histoire de l'IA
- Les facettes de l'IA
- L'IA aujourd'hui
- Pour aller plus loin

104

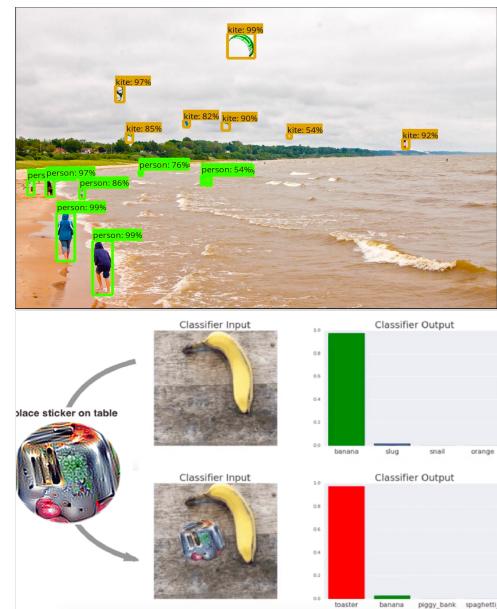


104

## Prédictions et réalités

- Dans les années 60, un célèbre professeur du MIT disait :
  - « à la fin de l'été on aura développé un œil électronique »
- Aujourd'hui, des systèmes informatiques effectuent couramment
  - La surveillance du trafic routier
  - La reconnaissance d'objets, de visages
  - L'analyse d'images médicales, la reconnaissance de cancers
- Mais toujours pas de système de **vision par ordinateur** capable de comprendre une scène dynamique complexe

105



105

## Prédictions et réalités

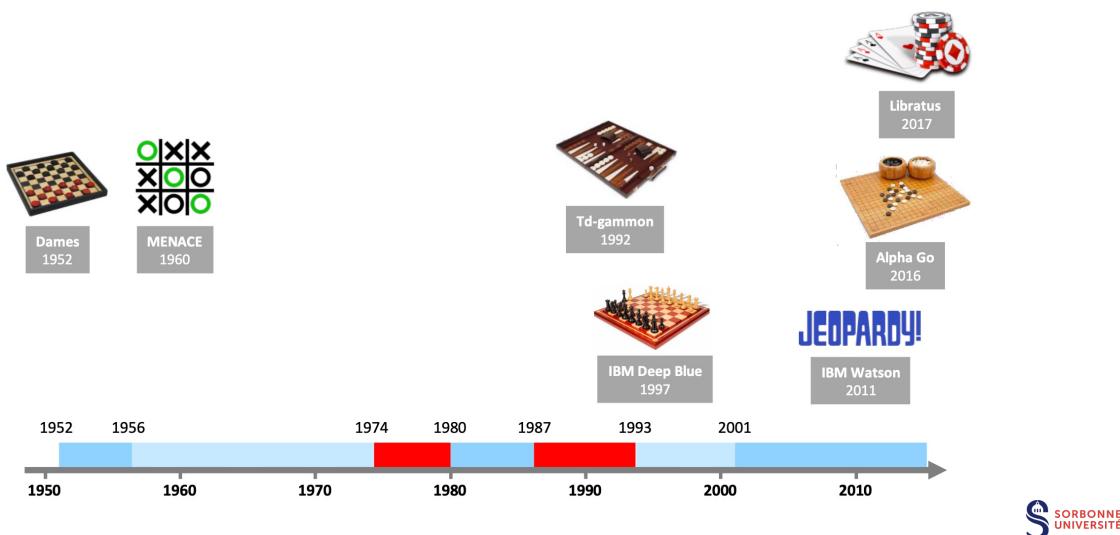
- En 1958, H. Simon prédisait que dans 10 ans un ordinateur serait champion d'échecs
- Cette prédiction s'est vérifiée en **1997** (Deep Blue) !
- Aujourd'hui les ordinateurs ont gagné les titres de champions du monde aux **jeux de dames**, **d'Othello** et **d'échecs**
- Au jeu **Jeopardy** avec Watson
- Et même au jeu de **Go** (AlphaGo) depuis octobre 2015

106



106

## Les victoires ...



107

# QUIZZ ...

108

108

## Deep Blue vs. Kasparov - 1997

1997: Deep Blue-Kasparov (3½–2½)

First computer program to defeat a chess world champion in a match under tournament regulations



109

SORBONNE  
UNIVERSITÉ

109

## AlphaGo vs. Lee Sedol - 2016

AlphaGo

Lee Sedol played an historic five game match against Google DeepMind's AlphaGo computer program in March 2016. AlphaGo won the match, making it the first time a computer Go program had defeated a world class human player on even terms: AlphaGo 4 – Lee Sedol 1



110

SORBONNE  
UNIVERSITÉ

110

## What is the difference between these two technologies ?



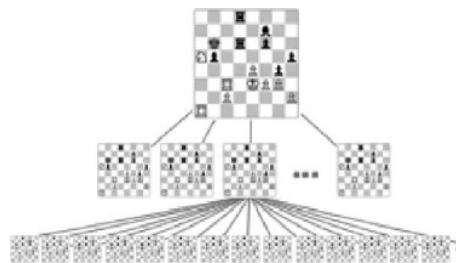
SORBONNE  
UNIVERSITÉ

111

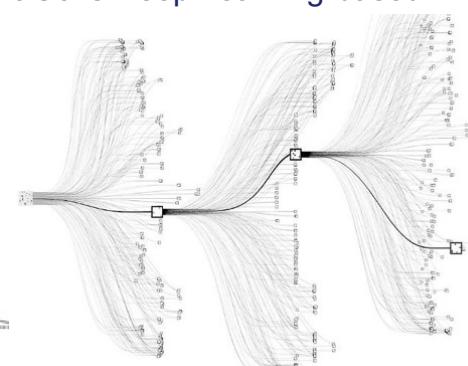
111

## Difference between Deep Blue and AlphaGo

Deep Blue is algorithm- and AlphaGo is Deep Learning-based



Logic-based game ...  
Decision Tree-based



Intuitive game ... Deep Reinforcement  
Learning

Possible next position from each position –  
200

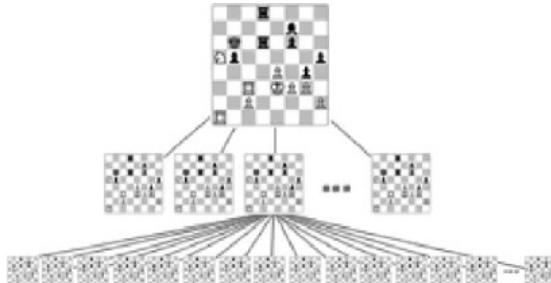
Ability to learn and discover strategies by itself

SORBONNE  
UNIVERSITÉ

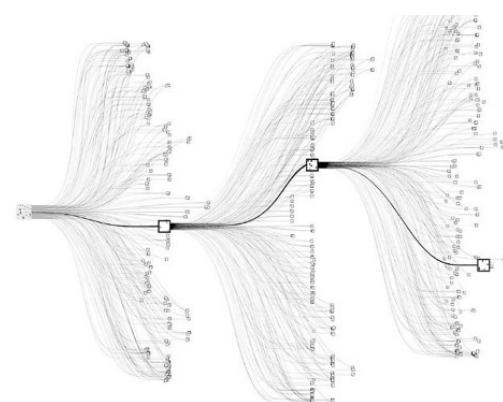
112

## Difference between Deep Blue and AlphaGo

Deep Blue is algorithm- and AlphaGo is Deep Learning-based



Possible positions from each position - 20



The number of possible configuration on the board is more than the number of atoms in the universe ! -  $10^{81}$  possible positions

Google's 'AlphaGo' AI trained on 30 million moves



113

113

## Prédictions et réalités

- Dans les années 70, beaucoup croyaient que des robots informatisés seraient partout de l'usine au domicile
- Aujourd'hui quelques industries (automobile, électronique) sont très robotisées
- Mais les robots domestiques ne sont pas encore répandus
- Et en même temps ...
  - des robots ont exploré Mars
  - des robots réalisent des opérations du cerveau et du cœur
  - des robots servent au restaurant, dans les bars (mais se font licenciés...)
  - des humanoïdes sont opérationnels et disponibles à la vente

114



114



## L'IA est cachée partout

- Ou presque partout, mais souvent trop bien cachée...
- Apport de l'IA :
  - Façon de penser, d'aborder les problèmes
  - Modélisation et découverte de connaissances
  - Amélioration de méthodes et approches existantes
- Applications nombreuses :
  - Statistiques et Data Mining
  - Recherche d'informations
  - Aide à la décision, à la planification
  - Aide à la conception
  - ...

115



115

## Alors que reste-t-il à faire ?

- Quelques exemples :
  - Assister l'apprentissage humain
  - S'adapter à des situations changeantes
    - Autonomous Robotic Truss Reconfiguration and Manipulation
    - <http://www.youtube.com/watch?v=ynr7VGiusQQ&feature=c4-overview&list=UUPglJMsnxPkIVhKlwu70nA>
  - Voir la cognition comme une émergence dans l'interaction avec l'environnement
    - Cognition située, distribuée, émergente ...
  - L'IA développementale
    - Nouvelle branche de l'IA qui vise à programmer un système initial minimal capable de développer son intelligence par lui-même
    - MOOC IDEAL : <http://liris.cnrs.fr/ideal/mooc/>
    - ...
  - L'état des avancées en IA ?
    - [http://en.wikipedia.org/wiki/Progress\\_in\\_artificial\\_intelligence](http://en.wikipedia.org/wiki/Progress_in_artificial_intelligence)

116



116

## Alors que reste-t-il à faire ?

- Pour certains, IA devient « **Informatique Avancée** »
  - Il ne s'agit plus de trouver LA solution unique au problème de l'IA, mais de combiner différentes techniques pour améliorer les performances
  - Et de s'attaquer aux problèmes que l'approche algorithmique classique ne peut résoudre
  - Et le Web est un terrain d'application idéal
    - L'IA l'habite déjà et en façonne le futur
- Mais l'objectif initial consistant à développer des machines aussi intelligentes que l'être humain continue à perdurer
  - Pour le résoudre, il est cependant nécessaire d'en savoir plus sur l'intelligence humaine...

117



117

## De quoi va-t-on parler ?

- Tendances ...
- Qu'est-ce que l'IA ?
- L'histoire de l'IA
- Les facettes de l'IA
- L'IA aujourd'hui
- **Pour aller plus loin**



118



118

## Pour aller plus loin

- **Artificial Intelligence : A Modern Approach**  
Stuart Russell & Peter Norvig, Fourth edition, 2020  
<http://aima.cs.berkeley.edu/>
  - Livre de référence pour les cours d'IA
  - Fait partie des plus cités dans le domaine (source citeseer.nj.nec.com)
    - Beaucoup de cours disponibles
    - Beaucoup de codes sources disponibles, dans plusieurs langages de programmation

119

