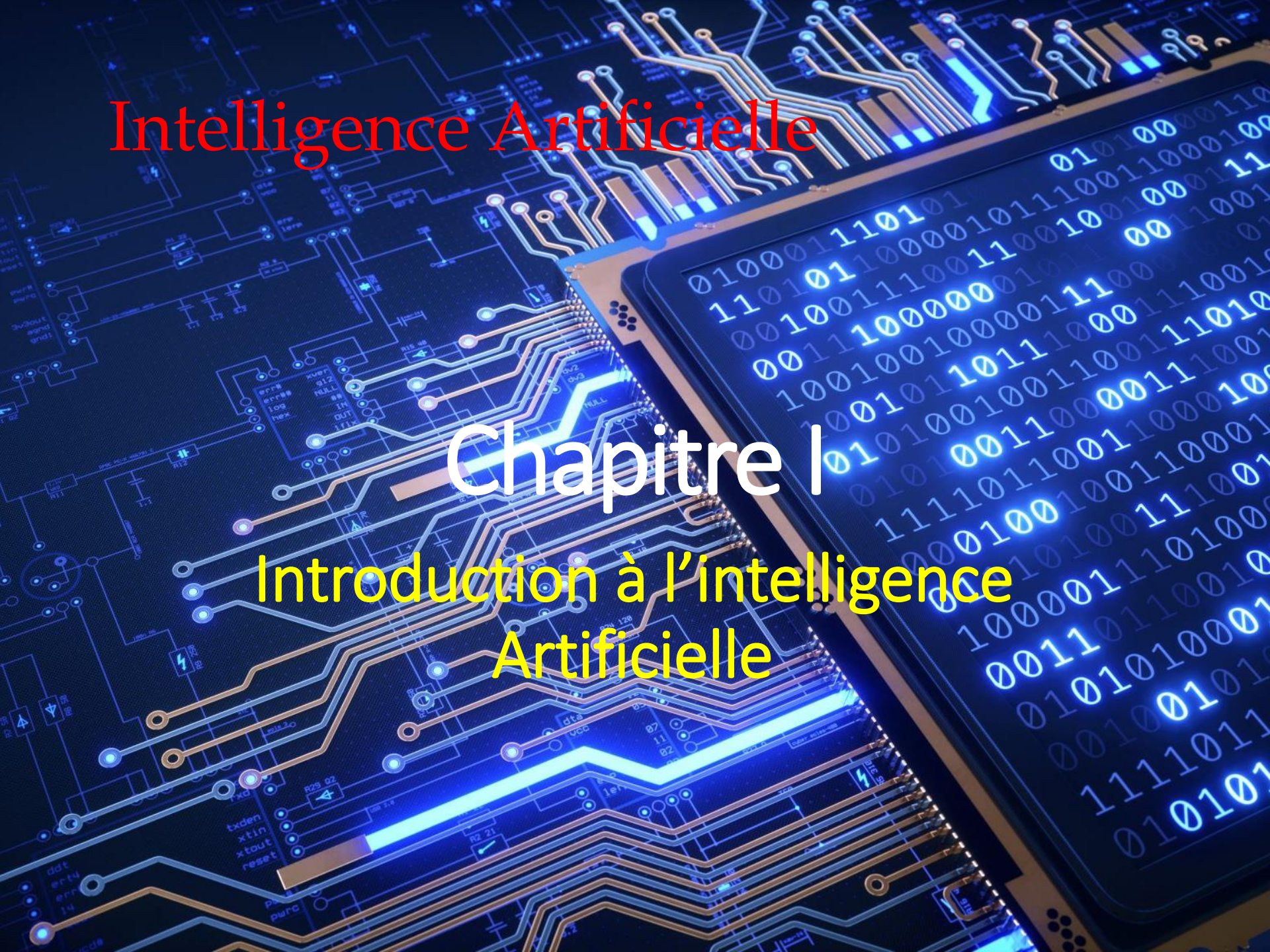


Intelligence Artificielle

Chapitre I

Introduction à l'Intelligence Artificielle



Que savez-vous sur l'intelligence artificielle?

Est-ce que cela vous attire?

Que pensez-vous apprendre dans ce cours?

Qu'est-ce que l'intelligence?

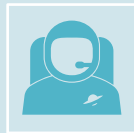
Comment peut-elle être transmise à un ordinateur?

Premières
Questions
pour vous



Moore – McCarthy – Minsky - Selfridge - Solomonoff

Dartmouth Workshop: Naissance de l'IA



En août 1956, des scientifiques et des mathématiciens se sont réunis au *Dartmouth College*, discutant de la manière de fabriquer des machines pour simuler l'apprentissage humain et toute autre caractéristique de l'intelligence.



L'atelier a duré deux mois. Aucun consensus n'a été atteint, mais ils ont choisi le nom d'intelligence artificielle pour le domaine dont ils ont discuté. Puis, l'année 1956 a marqué la naissance de l'IA

Objectifs de l'IA:

Créer des systèmes (logiciels ou machines) intelligents

- Pense/réfléchissent/raisonnent comme des humains et/ou
- Pense/réfléchissent/raisonnent rationnellement et/ou
- Se comportent/agissent/réagissent comme les humains et/ou
- Se comportent/agissent/réagissent rationnellement

Le domaine de l'IA est influencé par plusieurs disciplines :

- informatique, génie (comment programmer et implanter l'IA?)
- mathématiques, statistique (limites théoriques de l'IA?)
- neurosciences (comment le cerveau fonctionne?)
- psychologie cognitive (comment l'humain réfléchit?)
- économie, théorie de la décision (comment prendre une décision rationnelle?)
- linguistique (quelle est la relation entre le langage et la pensée?)
- philosophie (quel est le lien entre le cerveau et l'esprit?)

Machines ou processus intelligents

Premières tentatives :

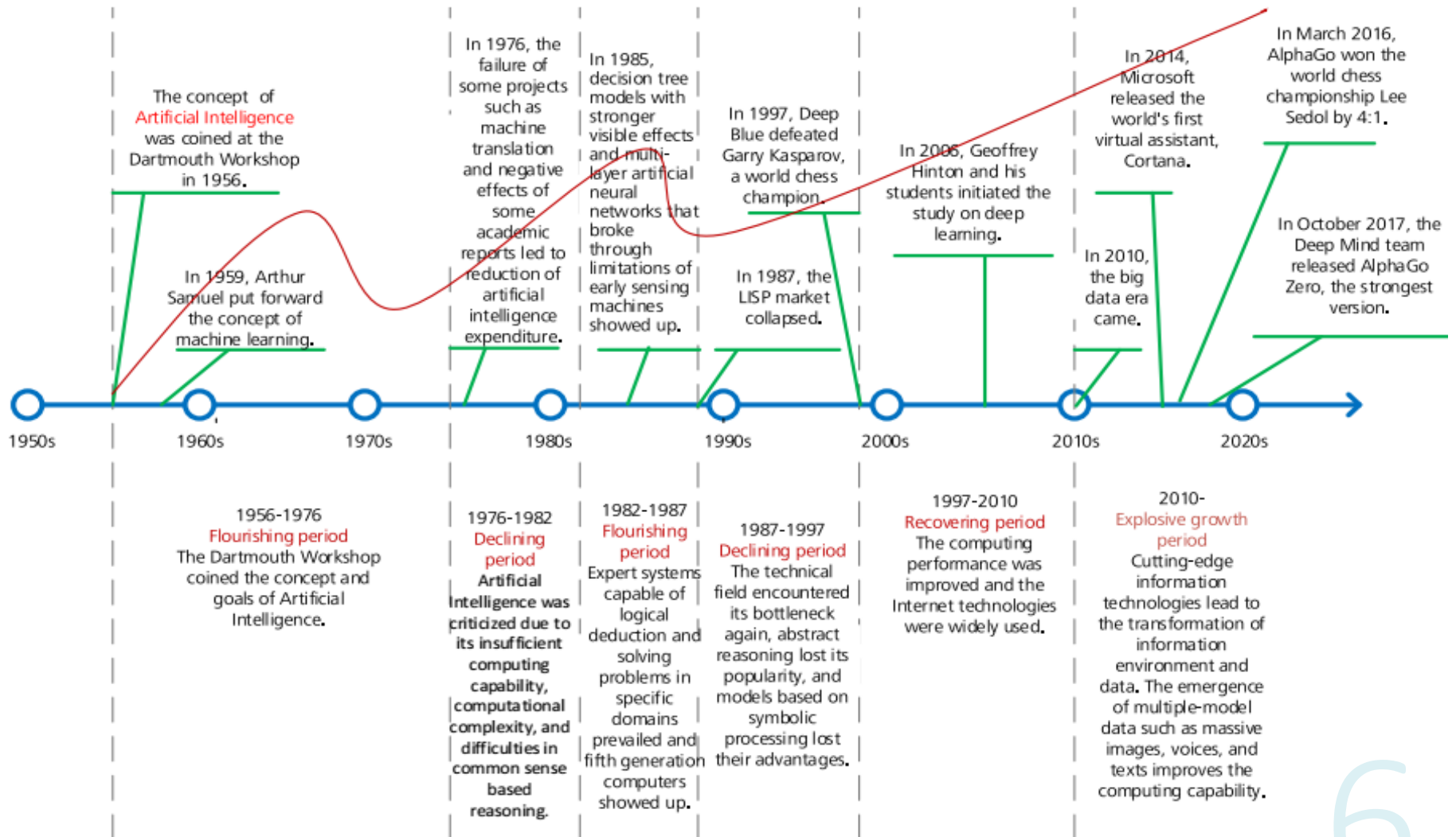
- Machine à calcul (Pascal)
- Machine pensante (Babbage & Turing)



Comportements intelligents :

- Résoudre des problèmes
- Comprendre un texte en langue naturelle
- Percevoir un environnement et y réagir

Histoire de l'IA



Histoire des jeux d'IA

History of Game AI

By: Andrey Kurenkov

Dartmouth Conference
1956: the birth of AI



Kaissa

1974: first world computer chess champion



Mac Hack

1967: chess AI beats person in tournament

Samuel's Checkers AI
1956: IBM Checkers AI first demonstrated

Bernstein's Chess AI
1958: first fully functional chess AI developed

Checkers AI Wins

1962: Samuel's program wins game against person



Zobrist's AI

1968: First Go AI, beats human amateur

CNN

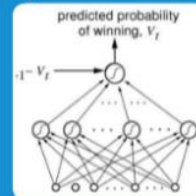
1989: convolutional nets first demonstrated

Backprop

1986: multi-layer neural net approach widely known

TD-Gammon

1992: RL and neural net based back-gammon AI shown



Monte Carlo Go

1993: first research on Go with stochastic search

NeuroGo

1996: ConvNet with RL for Go, 13 kyu (amateur)

MCTS Go

2006: French researchers advance Go AI with MCTS

Crazy Stone

2008: MCTS Go AI beats 4 dan player

Zen19

2012: MCTS based Go AI reaches 5-dan rank

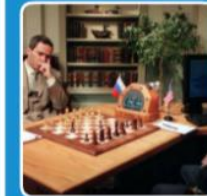
CHINOOK

1994: checkers AI draws with world champion



Deep Blue

1997: IBM chess AI beats world champion



DeepMind

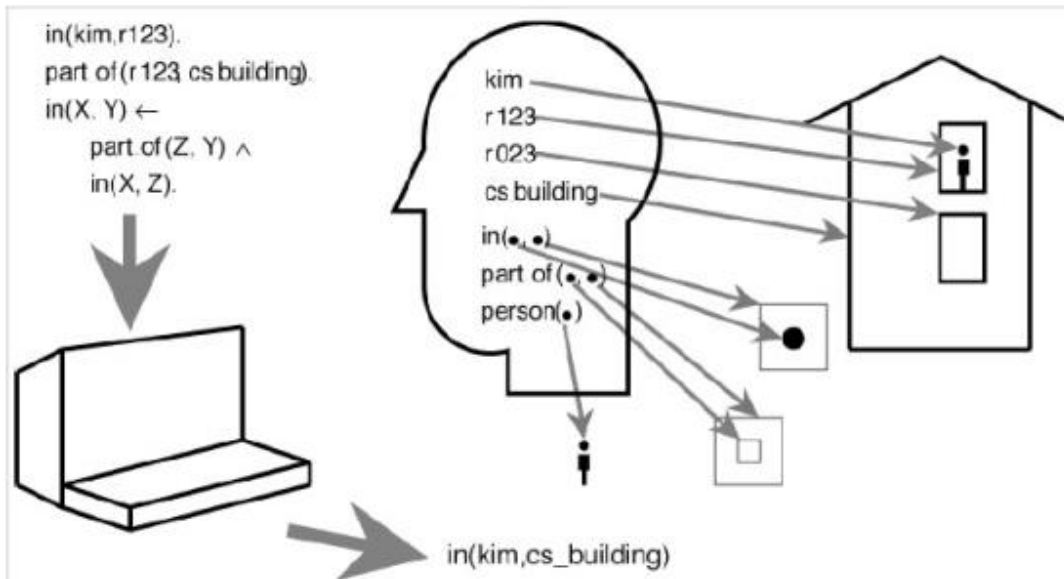
2014: Google buys deep-RL AI company for \$400Mil

AlphaGo

2016: Deep Learning+MCTS Go AI beats top human



Symbolisme



John McCarthy
(1927-2011)



Allen Newell
(1927-1992)

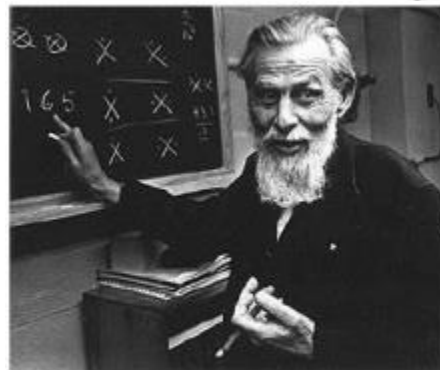
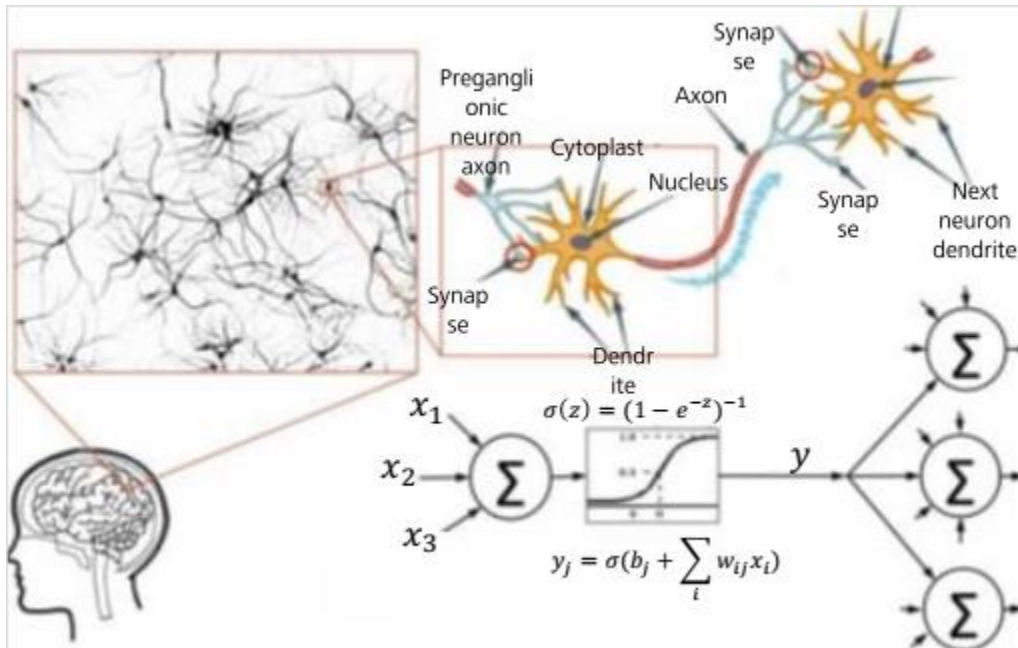


Herbert Simon
(1916-2001)



Edward Feigenbaum
(1936-)

Connexionnisme



Warren S. McCulloch
(1898-1969)

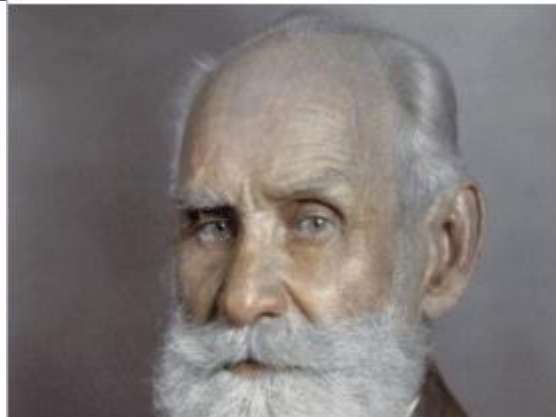


Walter H. Pitts
(1923-1969)



Marvin Minsky
(1927-2016)

Actionisme



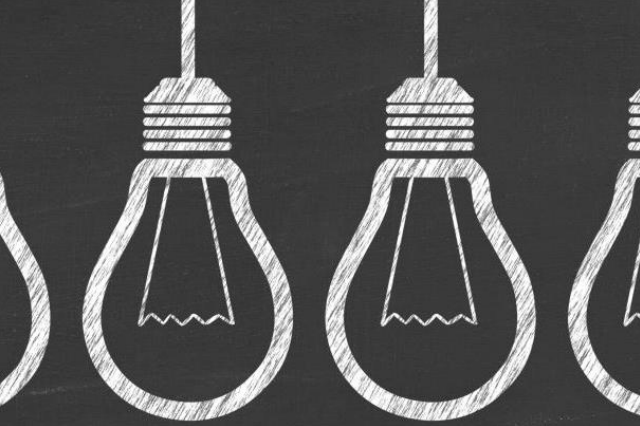
Ivan Petrovich Pavlov
(1849-1936)



John Broadus Watson
(1878-1958)



Burrhus Frederic Skinner
(1904-1990)



Qu'est ce que l'intelligence ?

Est-ce la faculté

de raisonner ?

d'apprendre ?

de comprendre une langue ?

d'exploiter un savoir pour résoudre un problème ?

de percevoir et de manipuler des objets du monde réel ?

de s'adapter à des nouvelles situations en établissant des liens avec des situations déjà vécues ?

Qu'est ce que l'intelligence ?

L'intelligence intègre plusieurs
capacités intellectuelles

L'homme utilise devant un problème
à résoudre des moyens très variés :

les faits

les intuitions,

les jugements,

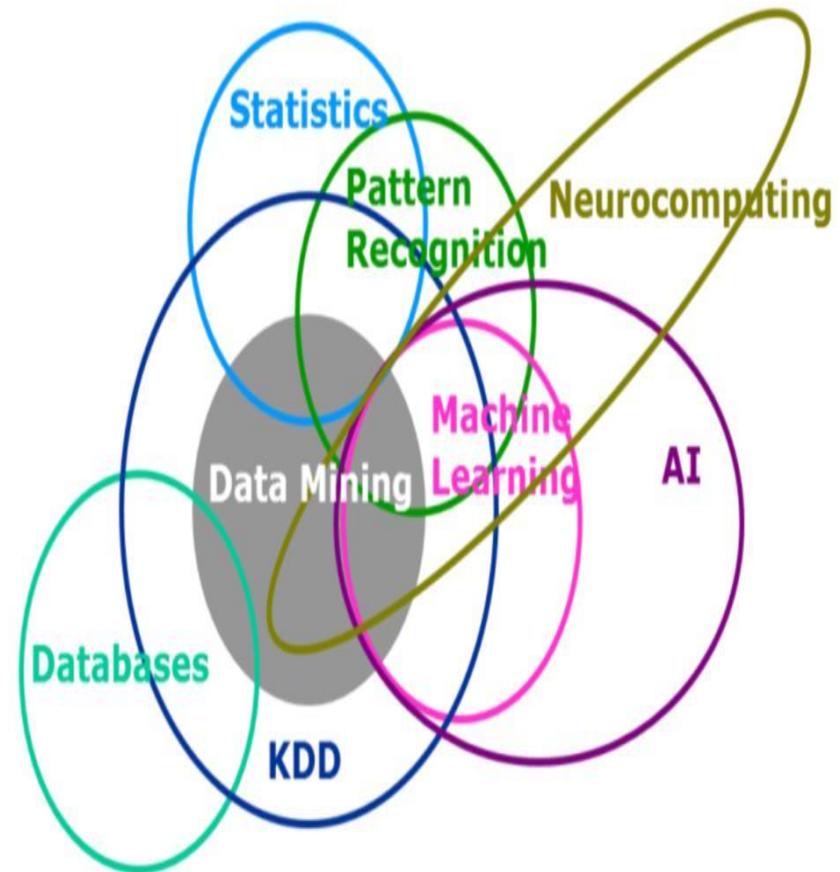
les associations,

les déductions ,

Qu'est ce que l'intelligence ?

L'intelligence artificielle (IA) est une nouvelle science technique qui étudie et développe des **théories**, des **méthodes**, des **techniques** et des **systèmes** d'application pour **simuler** et **étendre l'intelligence humaine**.

En 1956, le concept d'IA a été proposé pour la première fois par John McCarthy, qui a défini le sujet comme « *la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes, en particulier de programmes informatiques intelligents* ».



Identification of concepts related to AI and machine learning
AI Development Report 2020



Une science dont le but est d'analyser et de modéliser des processus cognitifs tels que la représentation des connaissances et le raisonnement

Définitions



Une branche de l'informatique qui concerne la conception et la réalisation de systèmes informatiques montrant des caractéristiques qui sont du ressort de l'intelligence humaine : comprendre le langage naturel, apprendre, raisonner, ...

Définition de
Marvin Minsky
(1968):

Définitions

L'IA a pour but la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisantes 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.

Champs d'application :

Le traitement automatique
du langage naturel

La reconnaissance de la
parole

La démonstration
automatique de théorèmes

La résolution des problèmes
et les jeux

La vision par ordinateur et
l'analyse d'images

La robotique

La réalité virtuelle et
augmentée

Les systèmes experts et les
systèmes d'aide à la
décision

L'auto-apprentissage
symbolique et
connexionniste :
Raisonnement à base de
cas, réseaux de neurones,
algorithmes génétiques

L'enseignement assisté par
ordinateur

Apport de l'IA à l'informatique

Question : Quand fait-on appel à l'IA ?

Réponse : Quand l'informatique classique est difficilement ou pas du tout applicable

- 1. Une solution algorithmique est impossible à mettre en œuvre
- 2. Il n'existe pas de solution algorithmique : les experts humains font appel à des connaissances heuristiques
- 3. L'expertise est plutôt qualitative, peu structurée, vague, incertaine, incomplète et/ou évolutive
- 4. Les utilisateurs souhaitent obtenir des explications sur le raisonnement du système

Apport de l'IA à l'informatique

- Problème d'explosion combinatoire en temps et en espace
- **Exemple du jeu d'échecs** : En moyenne 20 coups par échange et 50 échanges => 20^{50} situations à explorer !
- **Exemple du coffre fort** Combien de temps nous faudrait-il pour trouver un code à 10 chiffre d'un coffre fort sachant qu'il faut 1 seconde pour tourner la molette et ouvrir la porte du coffre fort

Molettes	Possibilités	Temps
1	10	10 s
2	$10 * 10 = 100$	1 mn 40 s
3	$10 * 10 * 10 = 1000$	15 mn
4	10^4	2 h 30 mn
5	10^5	1 jour
6	10^6	10 jours
7	10^7	2 mois
8	10^8	2 ans
9	10^9	20 ans
10	$10^{10} = 10000000000$	200 ans !

Apport de l'IA à l'informatique

Quand il n'y a pas de solution algorithmique et quand les experts utilisent plutôt une approche heuristique

Heuristique

- Connaissances implicites empiriques et intuitives basées sur le jugement, l'expérience et le savoir faire de l'expert
- Connaissances informelles et non garanties de succès
- Un guide vers la solution

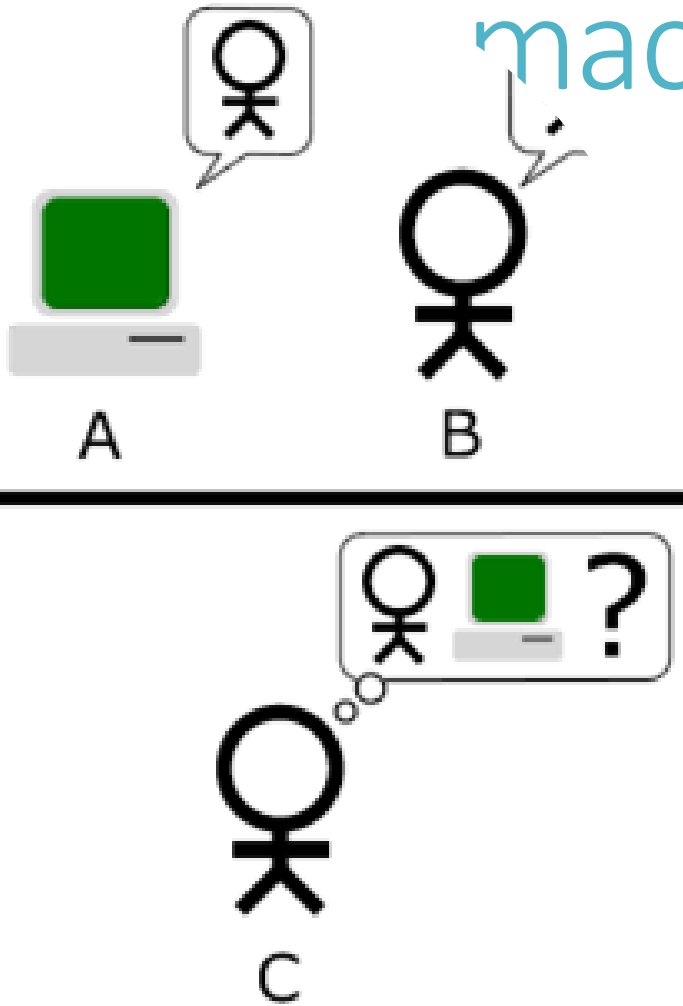
Apport de l'IA à l'informatique

- Quand l'expertise est qualitative, peu structurée, vague, incertaine, incomplète et/ou évolutive
- **Exemple** : Diagnostic médical et interprétation des symptômes

Apport de l'IA à l'informatique

- Des langages et des outils puissants pour la formalisation des connaissances
 - Lisp, Clips, Prolog et SmallTalk
- Des approches de programmation permettant de manipuler des informations symboliques (des concepts, des règles, des faits, des raisonnements)
 - Approches fonctionnelle, logique, objet, agents, etc..
- Des techniques pour l'extraction des connaissances
 - Des modes de raisonnement :
 - Modes déductif, inductif, par analogie, par l'absurde
 - Des modèles de représentation des connaissances
 - Modèles logiques, sémantiques, etc.

Comment savoir si une machine est intelligente?



- Le test de Turing -> Pas pratique
- Stratégies d'évaluations pratiques:

Échecs -> Tournois

DENDRAL (1965) -> Revue par experts

Quand c'est possible, utiliser les critères d'ingénierie pour analyser la performance:

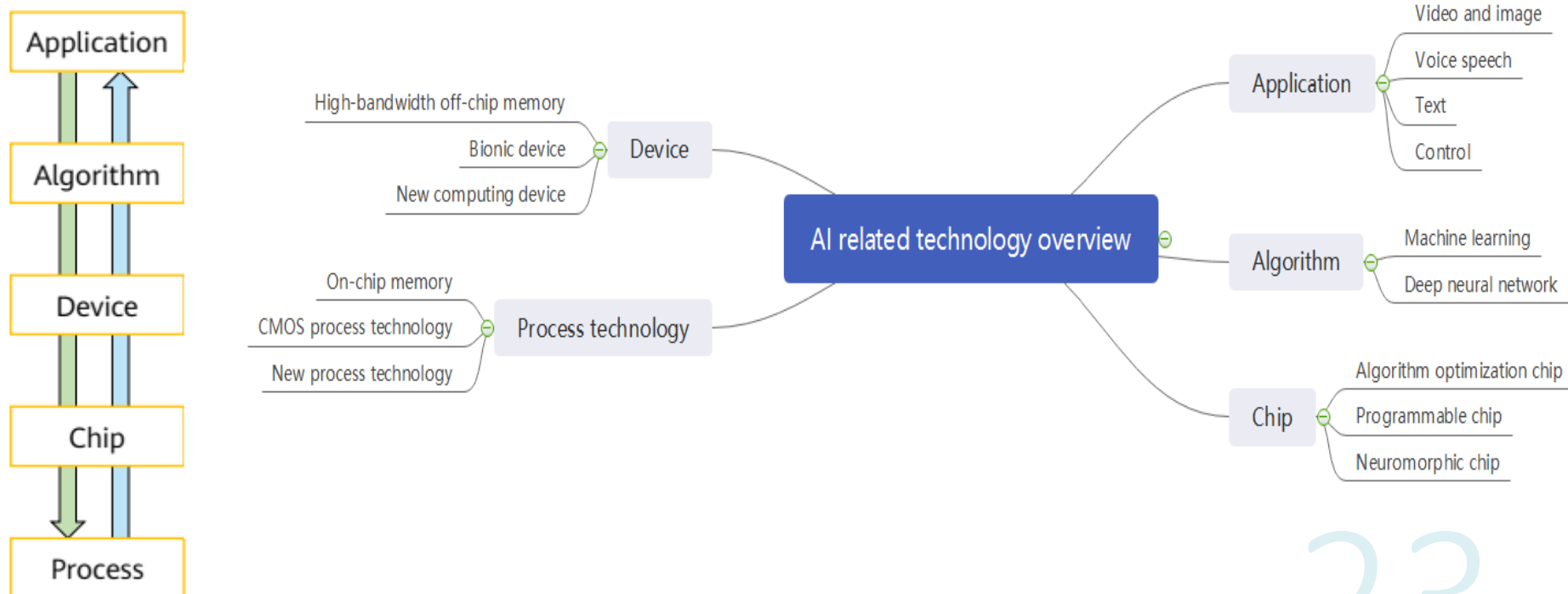
Est-ce que le programme a réussi à accomplir la tâche qui lui a été demandée?

L'a-t-il fait efficacement?

L'a-t-il bien fait?

Aperçu des technologies d'IA

Les technologies d'IA sont multicouches, couvrant l'application, le mécanisme d'algorithme, la chaîne d'outils, l'appareil, la puce, le processus et les couches matérielles.



Types d'IA

- **Forte IA**

Le point de vue fort de l'IA soutient qu'il est possible de créer des machines intelligentes qui peuvent vraiment raisonner et résoudre des problèmes. De telles machines sont considérées comme conscientes, peuvent penser indépendamment aux problèmes et trouver des solutions optimales aux problèmes, ont leur propre système de valeurs et visions du monde, et ont tous les mêmes instincts que les êtres vivants, tels que la survie et la sécurité.

- **IA faible**

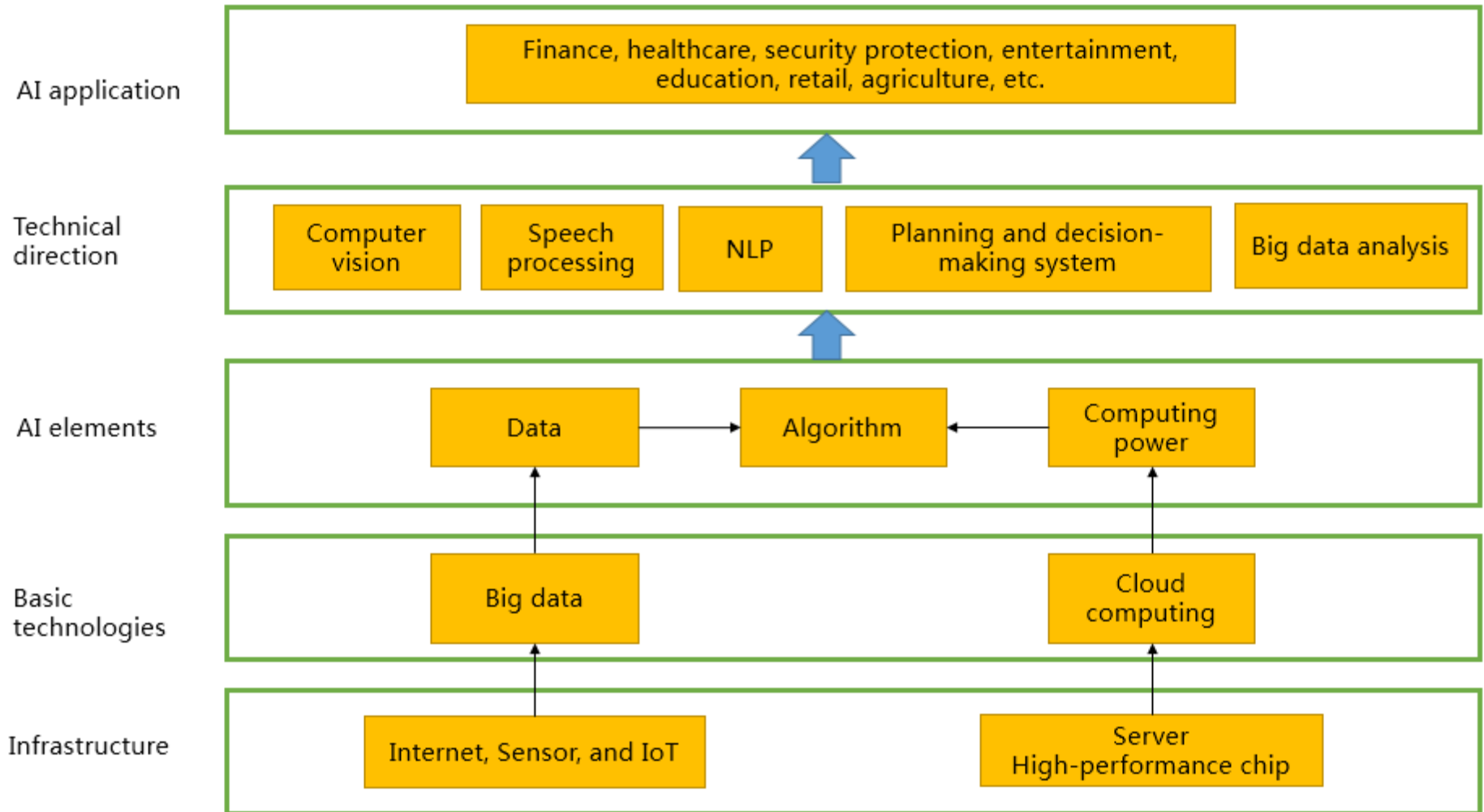
Le point de vue faible de l'IA soutient que les machines intelligentes ne peuvent pas vraiment raisonner et résoudre les problèmes. Ces machines ont seulement l'air intelligentes, mais n'ont pas une réelle intelligence ou conscience de soi.

Classification des robots intelligents

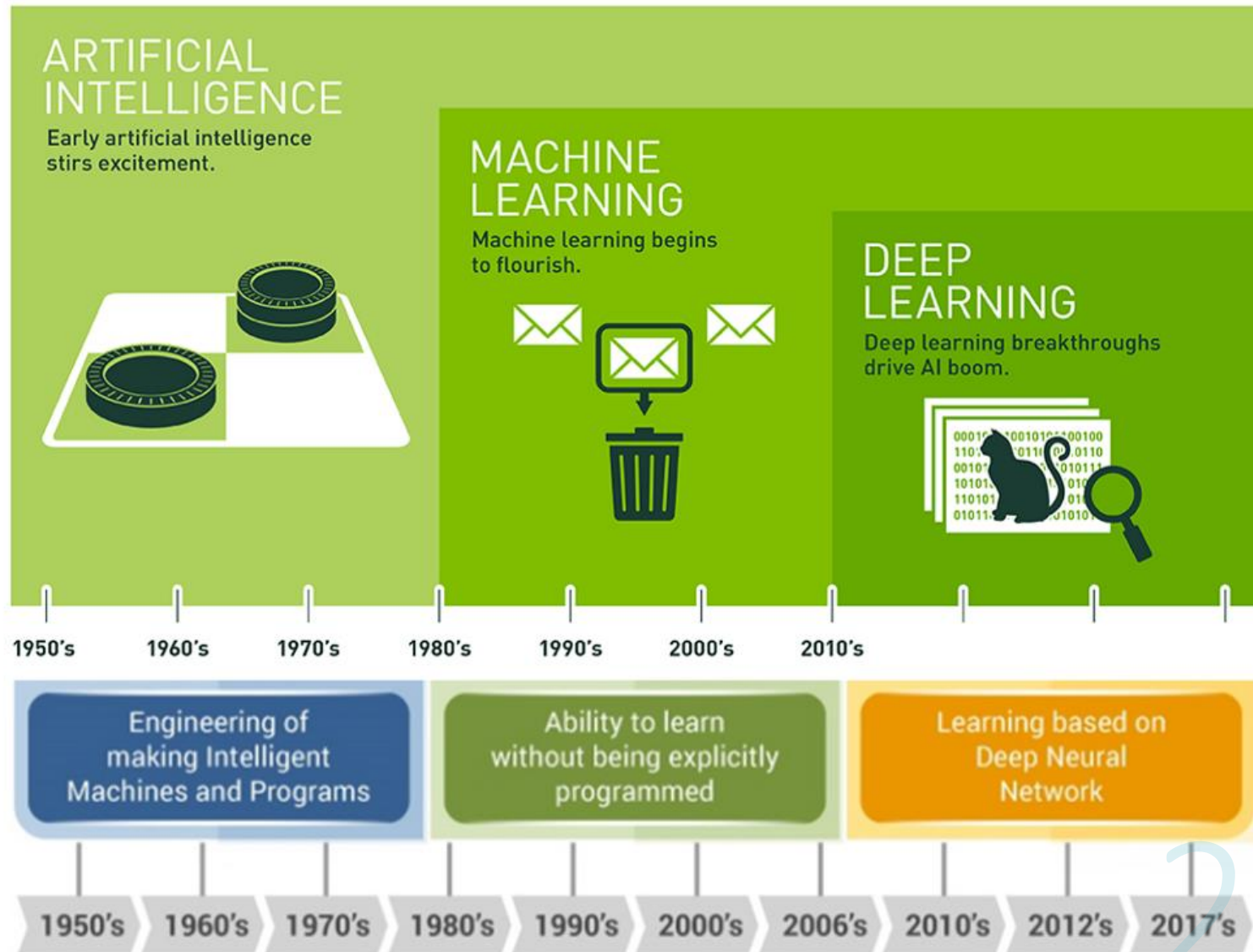
Actuellement, il n'existe pas de définition unifiée de la recherche en IA. Les robots intelligents sont généralement classés dans les quatre types suivants :

- « *Penser comme des êtres humains* » : une IA faible, comme Watson et AlphaGo
- « *Agir comme des êtres humains* » : une IA faible, comme un robot humanoïde, iRobot et Atlas of Boston Dynamics
- "*Penser rationnellement*": IA forte (Actuellement, aucun robot intelligent de ce type n'a été créé en raison du goulot d'étranglement de la science du cerveau.)
- "*Agir rationnellement*": IA forte

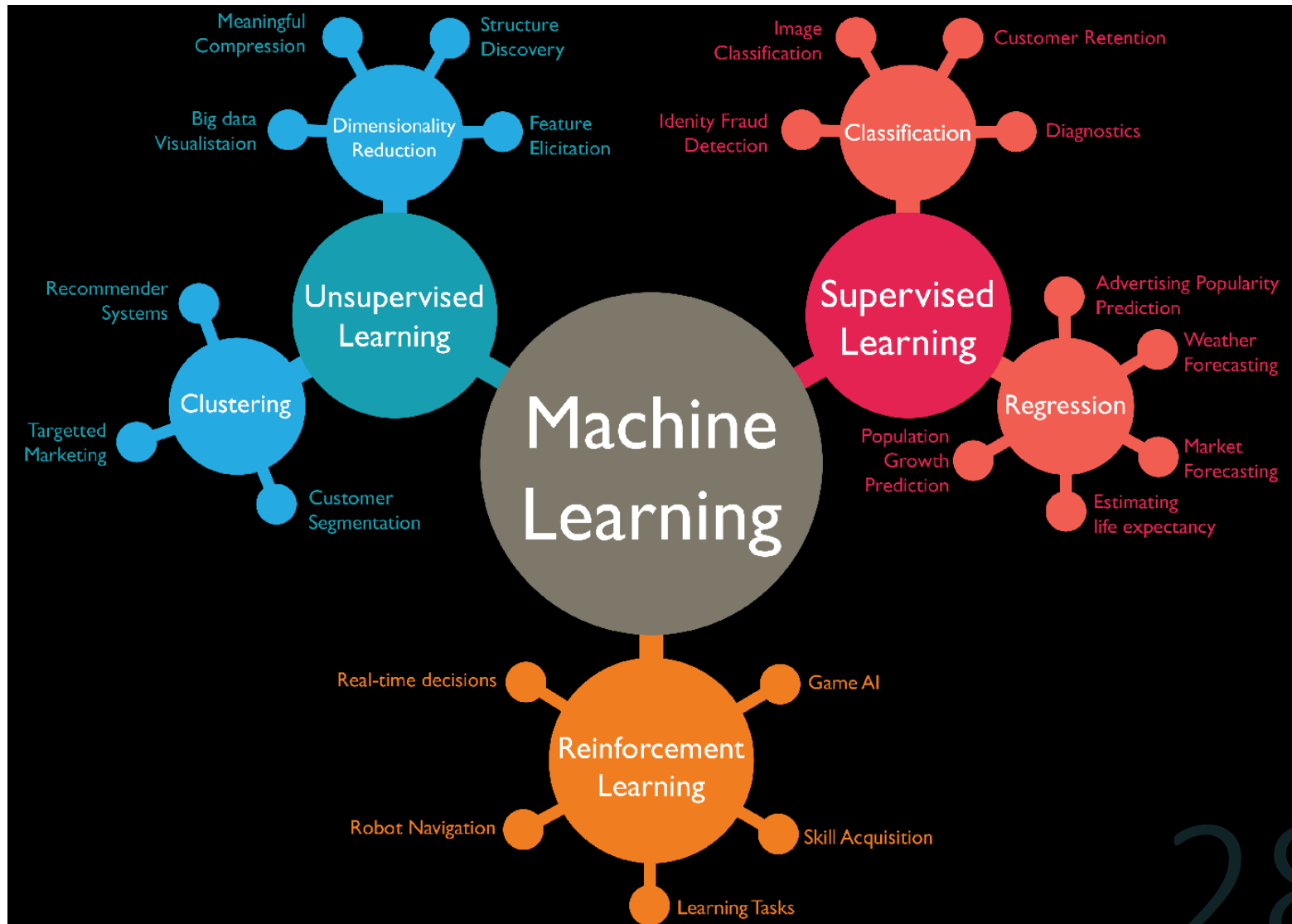
Écosystème de l'industrie de l'IA



Relation entre IA, ML et DL



Les principales techniques du ML



Exemples d'applications



Intelligence artificielle
dans les jeux



Google bike



Google self car



Robots



IA pour la santé



Smart Home



Traitement du signal vocal

- Le traitement du signal vocal transcrit automatiquement et avec précision les discours humains. Un système complet de traitement du signal vocal comprend le **traitement du signal**, la **reconnaissance vocale**, la **reconnaissance sémantique** et la **gestion des dialogues** et la **synthèse vocale**.
- Applications: dictée médicale, dictée vocale, système informatique à commande vocale, service client téléphonique, etc.
- Avenir: Il y a un long chemin à parcourir avant que les machines puissent communiquer naturellement avec des personnes comme les êtres humains.



Vision par ordinateur

- La vision par ordinateur traite de la façon dont les ordinateurs peuvent être conçus pour identifier des objets, des scènes et des activités à partir d'images, y compris le **traitement**, la **reconnaissance**, la **détection**, l'**analyse** et la **compréhension des images**.
- Applications
 - L'analyse d'images médicales est utilisée pour faciliter la prédiction, le diagnostic et le traitement des maladies.
 - Identification des suspects dans les domaines de la sécurité et de la surveillance
- Avenir: La vision par ordinateur devrait entrer dans un stade avancé de compréhension, d'analyse et de prise de décision indépendantes, doter véritablement les machines de la capacité de regarder et de ***jouer un rôle plus important dans des scénarios tels que les voitures sans conducteur et la maison intelligente.***



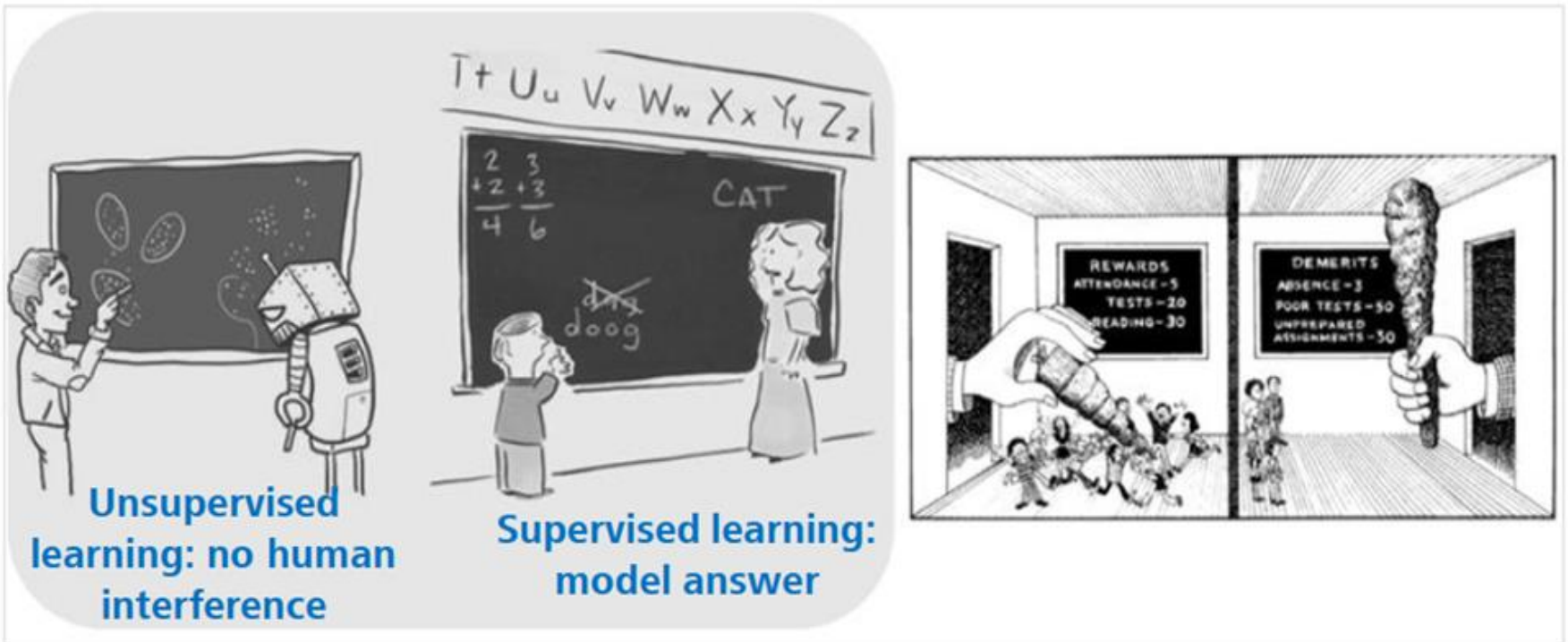
Traitement du langage naturel

- Le TALN implique principalement l'**acquisition et l'expression des connaissances**, la **compréhension du langage naturel** et la **génération du langage naturel**. Il existe également des recherches sur le **graphe de connaissances**, la **gestion des dialogues**, la **traduction automatique**, etc.
- Applications: moteur de recherche, robot de dialogue, traduction automatique, robot d'examen d'entrée à l'université, secrétaire de bureau intelligente

Apprentissage Automatique (Machine Learning)

- L'apprentissage automatique étudie la manière dont les ordinateurs simulent ou mettent en œuvre le comportement d'apprentissage humain pour acquérir de nouvelles connaissances ou compétences, et réorganisent les structures de connaissances existantes pour améliorer leurs performances en permanence. L'apprentissage automatique est au cœur de l'IA et le moyen fondamental de rendre les ordinateurs intelligents.
- Orientations de recherche:
 - Largement utilisé dans les domaines verticaux, tels que les domaines de la finance, du droit et de la santé
 - De l'optimisation convexe à l'optimisation non convexe
 - De l'apprentissage supervisé à l'apprentissage non supervisé et à l'apprentissage par renforcement
- Avenir: apprentissage par renforcement et apprentissage par transfert

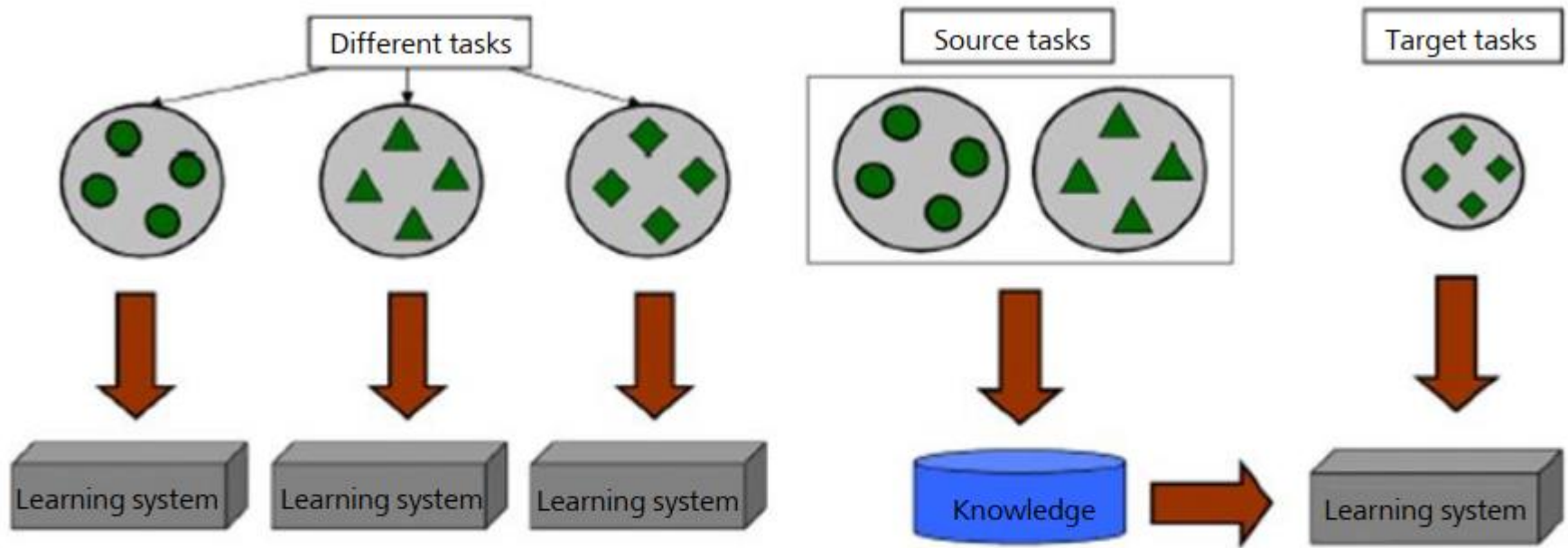
Apprentissage Automatique (Machine Learning)



Traditional machine learning

**Reinforcement learning:
reward and punishment**

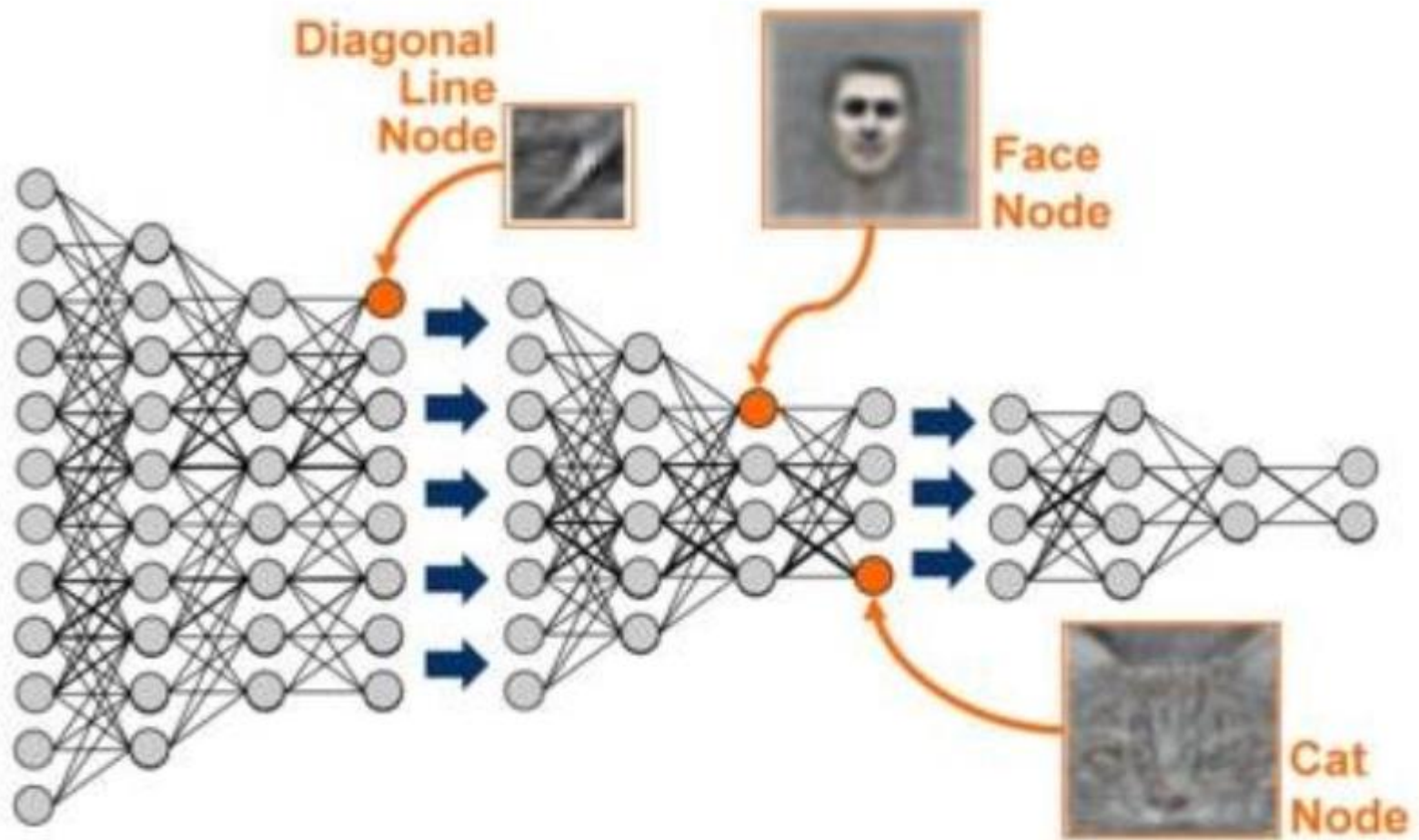
Apprentissage Automatique (Machine Learning)



(a) Traditional machine learning

(b) Transfer learning

Apprentissage en profondeur (Deep Learning)







Issues that are regarded to be solved or almost solved

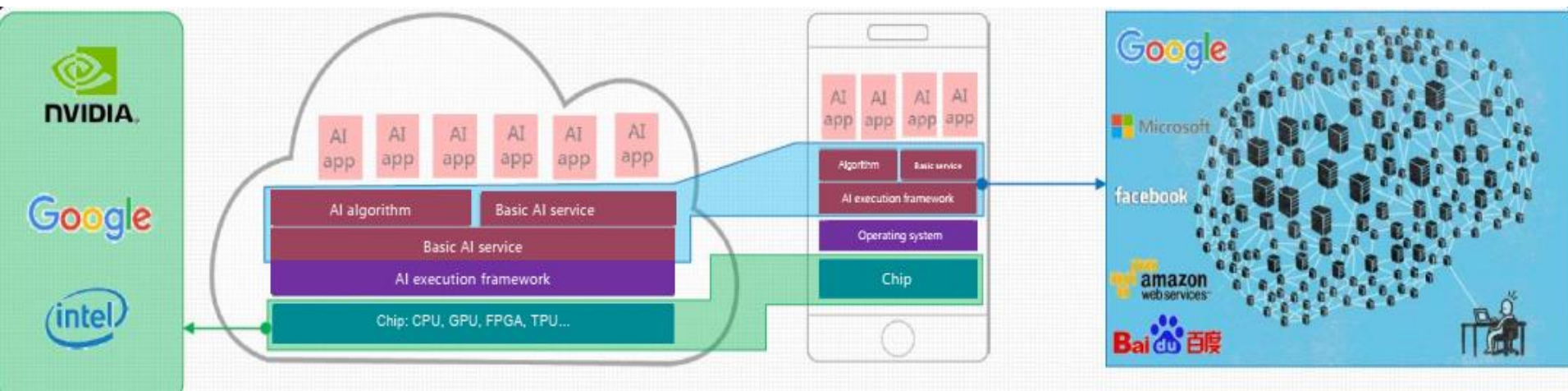


Nous devrions examiner l'IA de manière rationnelle:

- L'IA est encore au stade initial et applicable aux scénarios avec des environnements, des **objectifs clairs** et des **actions prévisibles**.
- L'IA peut être utilisée tant qu'elle fait mieux que les êtres humains dans un certain aspect. Nous n'avons pas besoin de l'attendre pour dépasser l'intelligence humaine.

Etat initial

 <p>Brain Initiative</p>	 <p>Human Brain Project</p>	 <p>Brain/MINDS</p>	 <p>China Brain Project</p>
The US	EU	Japan	China
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brain Initiative: Exploration on how human brain works (initiated in 2013, US\$4.5 billion) ▪ SyNAPSE: Development of large-scale electronic neuromorphic computer prototypes (2008–2016) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Human Brain Project: Study on information communication technologies and healthcare in the future (initiated in 2013, EUR1 billion) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brain/Minds: Study on a marmoset's brain to look into the brain functions and diseases (initiated in 2014, US\$270 million) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ China Brain Project: Research into the neural basis of cognitive function, with additional goals of improving diagnosis and prevention of brain diseases, and driving AI projects that are inspired by the brain (The project has been initiated in regions and supported by the nation with an expenditure of CNY10 billion.)
<p>SyNAPSE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Application of a new computing system with ultra-low power consumption (led by IBM) (TrueNorth chip, system architecture design, and algorithm implementation) ▪ Development of computing systems with cognitive, learning, and inference capabilities, emphasizing autonomic learning capabilities (research on class-brain chips based on memories) (led by HRL) 	<p>Human Brain Project:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuroscience, medicine, and computing in the future ▪ Human brain strategic data, cognitive behavioral architecture, theoretical neuroscience, neuroinformatics, brain simulation, high-performance computing platform, medical informatics, neuromorphic computing platform, neuromorphic robot platform, and analog application 	<p>Brain/Minds:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Brain function locating using the functional MRI and other technologies ▪ Collection and analysis of related research information, such as brain imaging 	<p>Local brain project</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chinese Academy of Sciences established a brain-like intelligence research center and a neural computing group. The study scope includes algorithm models, information processing, and brain simulation (Cambrian series neural network accelerator). ▪ Tsinghua University set up the Center for Brain Inspired Computing Research (CBICR): brain system engineering that involves system design, simulation modeling, and hardware materials (Tianji brain-like chips)



- L'IA pourrait conduire à un changement des architectures de puces, ce qui remodelera davantage le paysage de l'industrie. NVIDIA, Google et Intel se disputent la place dominante à l'avenir.
- L'IA est le prochain système d'exploitation majeur. Les plateformes technologiques d'IA seront un point chaud concurrencé par les grands acteurs.
- S'efforcer d'être un leader des cerveaux numériques à l'avenir devient une vision stratégique des géants de l'information. Les services cloud à l'avenir pourraient intégrer le cloud computing, le big data et l'IA.

Justice et équité

Dimanche 19 mars 2018 à 22 heures, à Tempe, en Arizona, la voiture d'essai de conduite autonome d'Uber a heurté une femme de 49 ans, Elaine Herzberg.



Législation sur la conduite autonome

- En 2013, la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis a publié la Federal Automated Vehicles Policy.
- En août 2016, l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) et la Commission mondiale d'éthique des connaissances scientifiques et des technologies (COMEST) ont exploré la possibilité des robots dans l'avant-projet de rapport de la COMEST sur l'éthique de la robotique.



Comment protéger la confidentialité?

Deux chercheurs de l'Université du Texas à Austin ont identifié avec succès deux personnes sur près d'un demi-million d'utilisateurs anonymisés dont les cotes de films ont été publiées par la société de location en ligne Netflix, ce qui a forcé la société à annuler le concours du moteur de recommandation de films.



Protection des données

- Législation:
 - Protection des données suédoise
 - le Congrès national du peuple a opté une loi sur le renforcement de l'information et la protection sur les réseaux
- Application technique :
 - Anonymisation des données: C'est le processus de suppression des informations personnellement identifiables des données personnelles, de sorte que les personnes que les données décrivent restent anonymes.



L'algorithme est-il juste?

Le modèle d'algorithme et les données d'entrée, qui déterminent la prédiction sont deux sources principales de discrimination des algorithmes.

Voici un exemple:

Le chatbot AI de Microsoft, Tay, a appris à être un antisémite et raciste après son lancement.



Trois lois de la robotique

En 1942, Isaac Asimov, un célèbre auteur américain de science-fiction, proposa les trois lois de la robotique :

1. Un robot ne peut pas blesser un être humain ou, par inaction, permettre à un être humain de se blesser.
2. Un robot doit obéir aux ordres qui lui sont donnés par les êtres humains, sauf lorsque de tels ordres entreraient en conflit avec la première loi.
3. Un robot doit protéger sa propre existence tant que cette protection n'est pas en conflit avec la première ou la deuxième loi

Opportunités et défis de l'IA

Opportunités:

De l'efficacité à l'intelligence, l'intelligence artificielle créera un marché plus grand que le marché informatique actuel (2000 MD), ce qui suscitera une concurrence dans l'industrie de l'information



Défis:

Dans toute la chaîne industrielle, les personnes qui maîtrisent l'intelligence auront davantage leur mot à dire et gagneront plus de valeur. C'est pourquoi les entreprises traditionnelles, comme GE, créent leurs propres services numériques.

