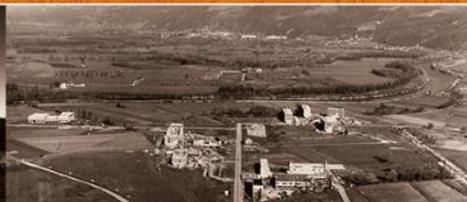


La réalité de l'Intelligence artificielle



Gilles Bisson et Alain Guyot

Association pour un conservatoire de
l'informatique et de la télématique



Un fantôme ancien ...

◆ Les mythes

- ▶ Héphaïstos forge l'automate Talos pour garder les côtes crétoises
- ▶ Le Golem dans la mythologie juive

◆ Durant l'antiquité

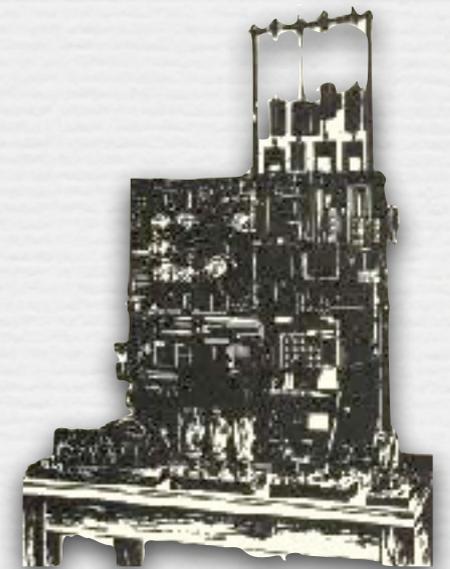
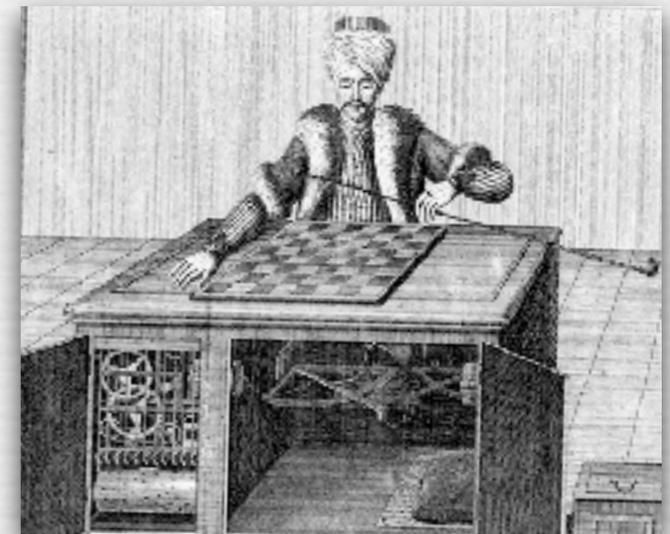
- ▶ Premiers automates : machine à vapeur, automates ...
 - Héron d'Alexandrie (~10-70)
- ▶ Calculateur analogique
 - La machine d'Anticythère (-87) : prédictions astronomiques ...

◆ Le 18th siècle : l'âge d'or des automates

- ▶ J. de Vaucanson (1709-1782) : le canard digérant ...
- ▶ J-W. von Kempelen (1769) : le joueur d'échecs turc
- ▶ J-M. Jacquard (1752-1832) : cartes perforées pour métier à tisser

◆ Première mécanisation du calcul ...

- ▶ B. Pascal, G. Leibniz (17th) : premiers calculateurs mécaniques
- ▶ C. Babbage (1791-1871) : machine analytique
- ▶ L. T. Quevedo (1912) : calcul de la finale Roi ↔ Roi/Tour



L'ordinateur arrive ...

Quelques pionniers : Colossus (M. Newman), Z3 (K. Suze), ...

- ◆ Mark I : électro-mécanique (1944)
 - ▶ 760.000 relais, Arbre à came, 4,5 tons
 - ▶ Rapidité : 6s pour multiplier et 15s pour diviser 2 nombres
- ◆ ENIAC : électronique (1946)
 - ▶ First « Turing complete » computer
 - ▶ 17468 tubes à vide, 30 tonnes, 150kW de consommation
 - ▶ Rapidité : 357 multiplications ou 35 divisions par seconde
 - ▶ Performance = the first μ -processor Intel 4004 (1973)
- ◆ EDVAC : Premier ordinateur « moderne » (1949)
 - ▶ Code binaire (0-1) pour représenter les informations ,
 - ▶ 7000 tubes à vide, 7 tonnes, 56kW de consommation
 - ▶ mémoire : 1000 mots de 44 bits
 - ▶ rapidité : 1200 additions ou 344 divisions par seconde

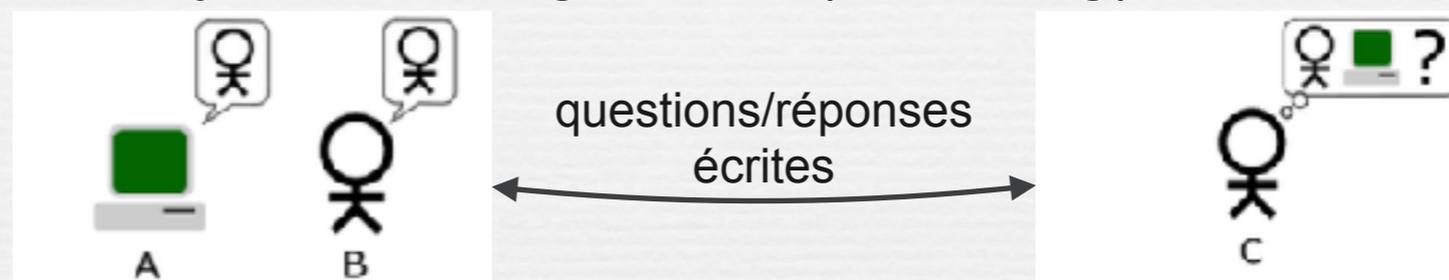


L'Intelligence Artificielle ...

◆ Une discipline « récente »

- ▶ Travaux théoriques dans les années 1930 : Gödel, Church, Shannon, ...
- ▶ 1950 : « Computing Machinery and Intelligence » (A. Turing)

- Test de Turing :

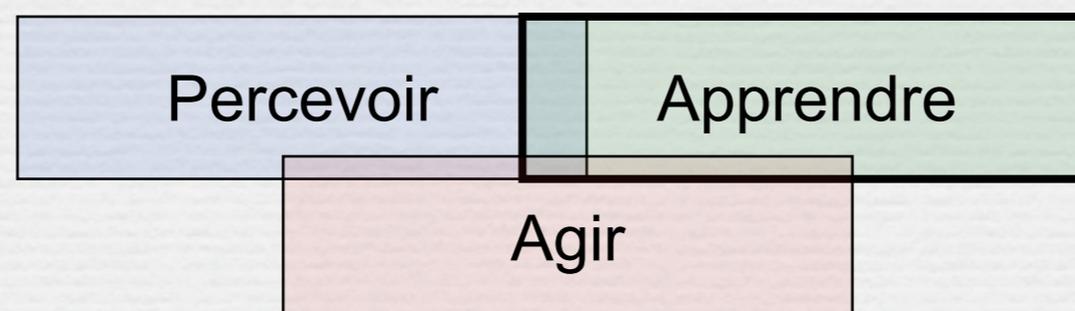


- *Prédiction : En l'an 2000, des machines avec 128 Mo de mémoire tromperaient environ 30 % des juges humains durant un test de 5 minutes.*

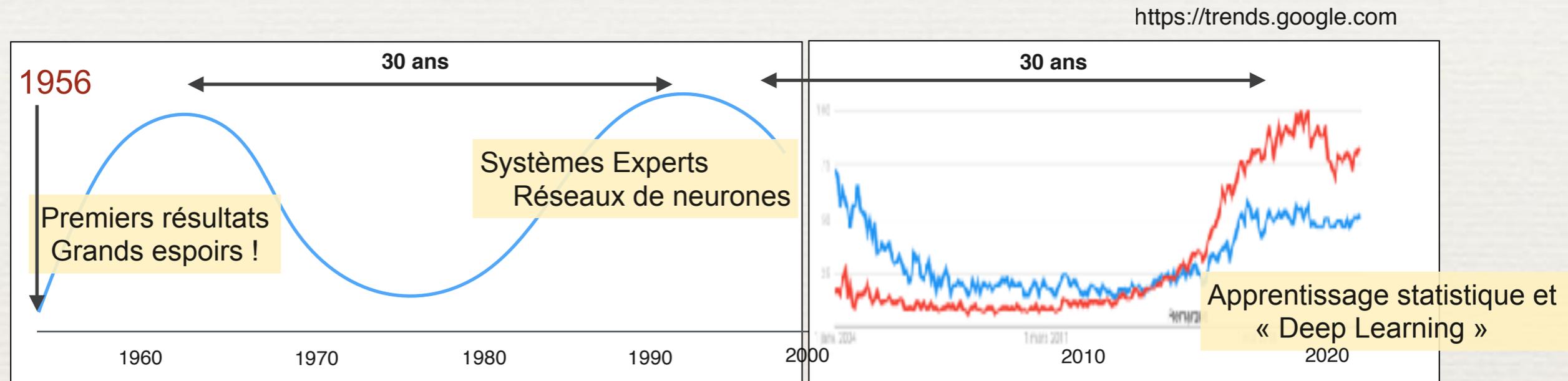
- ▶ 1956 : Conférence de Dartmouth → Invention du terme IA par McCarthy

◆ Qu'est-ce que « l'intelligence » ?

- ▶ L'intelligence est l'ensemble des processus retrouvés dans des systèmes, plus ou moins complexes, vivants ou non, qui permettent de comprendre, d'apprendre ou de s'adapter à des situations nouvelles. (Wikipedia)



Un intérêt cyclique pour l'IA



◆ Pourquoi cette réapparition aujourd'hui ?

- ▶ Accroissement des fondements théoriques en informatique et en IA ...
- ▶ Augmentation prodigieuse de la puissance des ordinateurs ...

	1960	Aujourd'hui	Accélération
Vitesse	10^6 FLOPS	10^{18} FLOPS	$\times 10^{12}$ - 32000 ans → 1s
Mémoire	KB: $1.6 \cdot 10^3$ bytes	TB: 10^{12} bytes	$\times 10^9$
Stockage	MB: 10^7 bytes	EB: 10^{18} bytes (web)	$\times 10^{11}$

IA : un domaine polymorphe ...

		Intelligence : critère de référence	
		L'humanité	La rationalité
Intelligence : L'objectif à atteindre	Penser	<p>Vision humaniste «Sciences cognitives»</p> <p><i>Construction de modèles de l'être humain et des sociétés</i></p>	<p>Vision logique «La logique»</p> <p><i>Formalisation du raisonnement et des la représentation des connaissances</i></p>
	Se comporter	<p>IA forte «L'être intelligent»</p> <p><i>Création d'artefacts intelligents autonomes du type de HAL 9000 (2001 - odyssée de l'espace)</i></p>	<p>IA faible «Approche pragmatique»</p> <p><i>Résolution de problèmes complexes dans un domaine précis à l'aide d'agents rationnels</i></p>

Une frontière mouvante

Qu'est-ce qui relève de l'IA ?

Problème	Oui	Non
Créer un système capable de jouer du piano ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etre capable de jouer à un jeu humain complexe (Echecs) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechercher un document à partir d'une courte description ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir une discussion générale ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conduire une voiture en situation réelle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poser un diagnostic médical à partir d'examens ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identifier des visages en temps réel ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faire un résumé de texte ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Composer une œuvre musicale ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

l'IA est souvent associée au problème n'ayant pas *encore* de solution ...

L'IA et les jeux

◆ Le jeu de dames (anglaises)

- ▶ 1958-66 : programme «Checker» apprenant à partir de l'analyse d'autres parties (A. Samuel était ingénieur à IBM)
- ▶ 1962-66 : «Checker» gagne contre de bons joueurs
- ▶ 1996-07 : «Chinook» parvient à résoudre le jeu (J. Schaefer) !
 - Au Dame, un jeu « parfait », avec les blancs ou les noirs, conduit toujours à une partie nulle !
 - Environ 5×10^{20} positions explorées par le système pour le prouver



◆ Le jeu d'échecs

- ▶ 1959-62 : premier programme «Kotok-McCarthy» sur des échiquiers simplifiés
- ▶ 1977 : Chess Challenger 1 :
 - Premier système « grand public » (Intel - 8080)
- ▶ 1988 : Deep Thought atteint les 2500 « Elo » (niveau de GMI)
- ▶ 1997 : Deep Blue bat G. Kasparov (2851 Elo) - (3.5 / 2.5)
- ▶ 2006 : Deep Fritz defeated V. Kramnik (4.0 / 2.0)
- ▶ 2021 : StockFish 14 a un niveau de 3548 Elo (\Rightarrow humain : 0,04% de victoire)



Comment faire jouer une machine ?

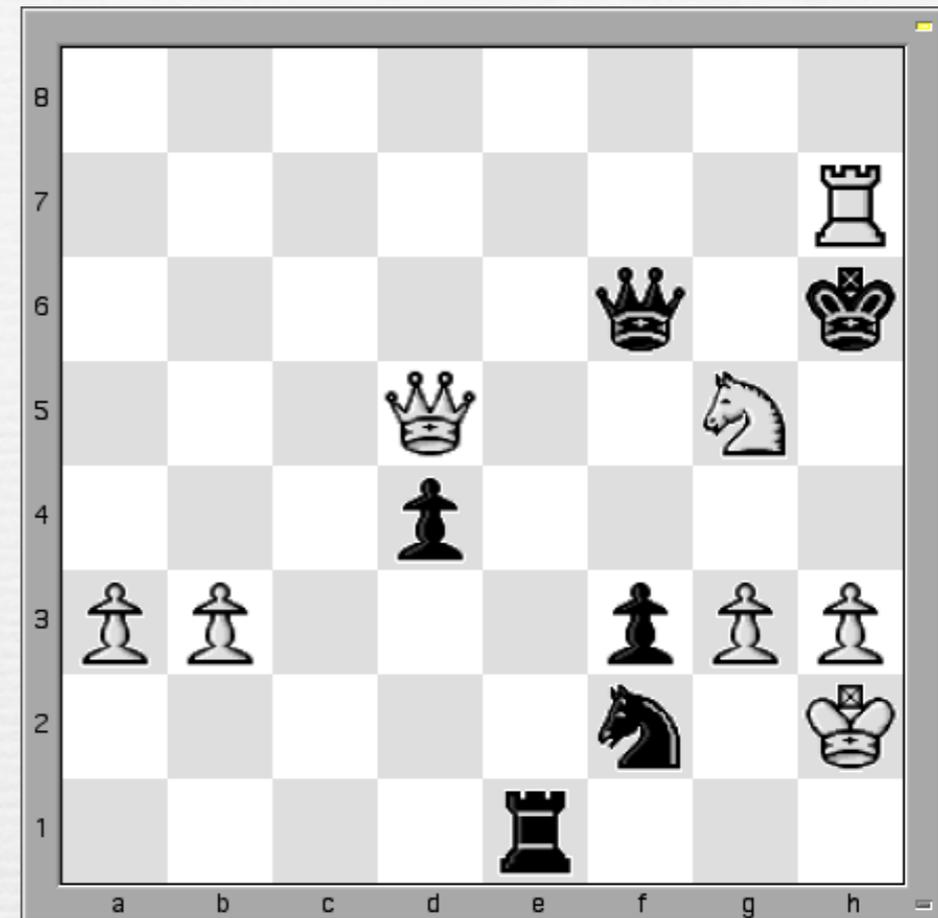
1. Enumérer les « coups légaux »

- ici LM = {Rd1, ... Kfe4, ...} \approx (72 coups)
- En moyenne 36 coups légaux aux échecs. Cela détermine la complexité d'un jeu !

2. Jouer chaque coup et évaluer la position

- Critères généraux (i.e. indépendants du jeu) : la qualité de « matériel », la « mobilité », ...
- Critères spécifiques, *e.g.* aux échecs : le roque, le contrôle du centre, ...

3. Jouer le meilleur coup = celui qui obtient la meilleure « note » à l'évaluation !

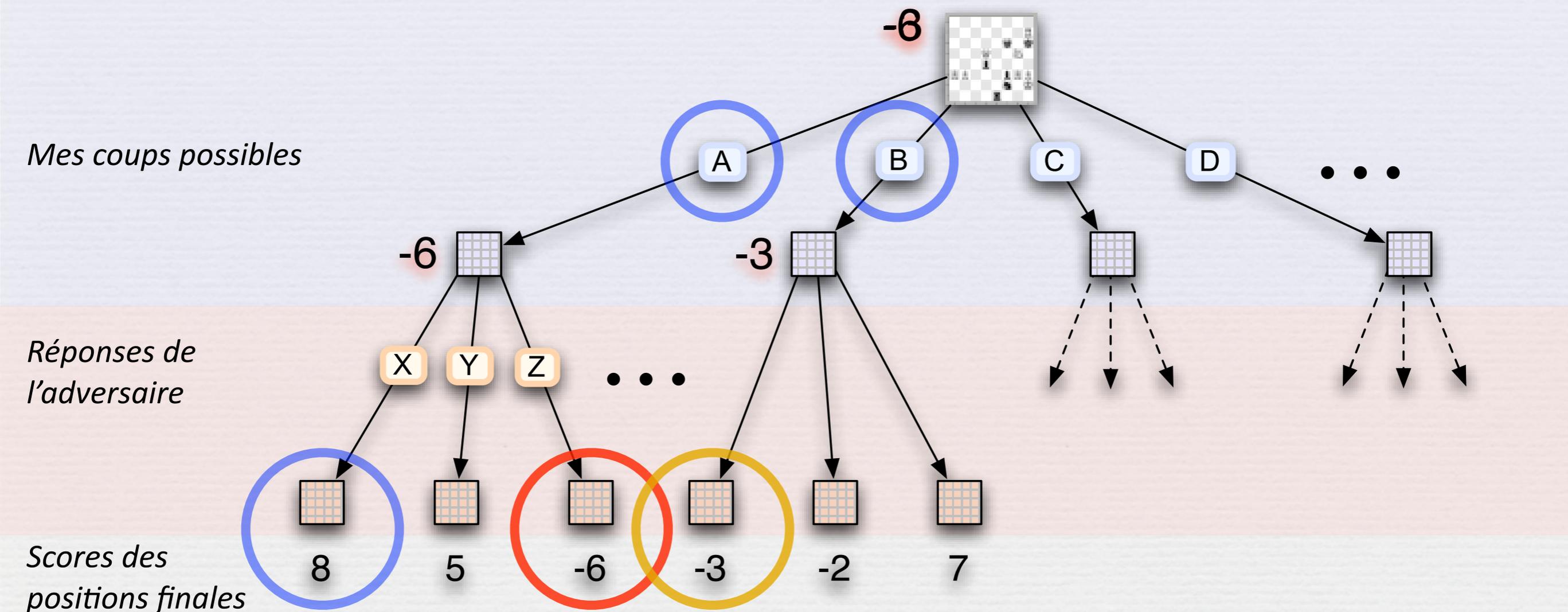


Extrait d'un match entre Kasparov et Deep Blue

OK, cela marche, mais comme l'évaluation est très superficielle, le niveau de jeu va être très mauvais

La notion « d'arbre de recherche »

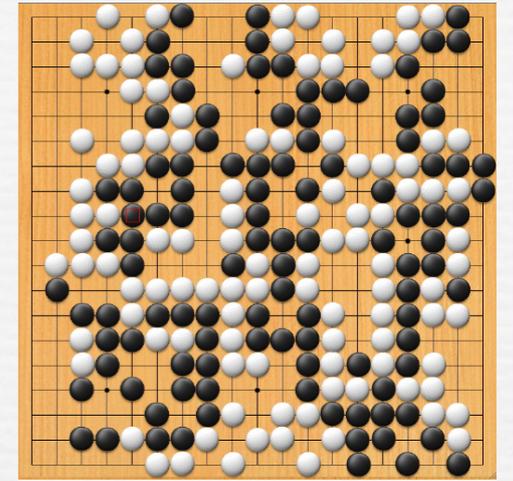
- ◆ On explore les conséquences d'une séquence de coups successifs
 - ▶ Objectif : « optimiser » mes coups et « dégrader » ceux que peut jouer l'adversaire
 - ▶ Recherche couteuse ! 4 coups aux Échecs → ~2 millions de positions à explorer.
 - ▶ Méthodes d'exploration « intelligentes » : minimax, alpha-beta, NegaScout, ...
 - ▶ Exemple de recherche sur 2 coups :



Quel impact pour les humains ?

- ◆ Depuis les années 2000 les IA ont le meilleur niveau
 - ▶ Level of StockFish 14 : 3548 Elo contre 2855 Elo pour Magnus Carlsen
- ◆ Quels impacts pour les êtres humains et le jeu d'échecs ?
 - ▶ Les humains **jouent toujours** aux échecs !!
 - ▶ Le niveau des AI continu à augmenter
 - Elles permettent d'accroître nos connaissances
 - Nouvelle librairie d'ouverture
 - D'analyser de plus en plus précisément celles qui existe, en réfuter certaines
 - Elles servent de partenaire d'entraînement
 - Le niveau peut être adapté à celui du joueur
 - Elles aident à analyser les parties ou à préparer des tournois
 - ▶ Une coopération s'installe ...
- ◆ Apparition de *triche* dans les tournois \Rightarrow installation de portiques !

Réussites de la société DeepMind



- ◆ Le jeu de GO
 - ▶ Règles simples, mais une complexité très élevée
 - ▶ avant 2010 les programmes atteignait le niveau d'un bon « débutant » humain
 - ▶ 2016 : AlphaGo gagne contre le joueur professionnel Lee Sedol
 - ▶ 2017 : Alpha Zero apprend à jouer à un niveau expert :
 - à partir de la simple connaissance des règles de jeux (Échecs, Shogi et Go) !
 - après quelques d'heures d'auto-apprentissage (dizaines millions de parties)
- ◆ Starcraft :
 - ▶ Jeu de stratégie en temps réel
 - ▶ Beaucoup d'acteurs et d'actions possibles, jeu à information incomplète.
 - ▶ 2019 : AlphaStar bat deux joueurs professionnels « TLO », « MaNa », mais
 - AlphaStar à accès à tout le monde « visible » et joue très vite
 - L'apprentissage se fait sur des centaines d'ordinateurs et pendant des semaines.
- ◆ AlphaFold (2021) :
 - ▶ prédiction de la structure 3D des protéines à partir de leur séquence en acides aminés.

Les techniques utilisées par Deepmind s'appuient *notamment* sur l'apprentissage neuronale « profond » encore appelé « Deep Learning »

L'approche neuronale ...

Alain Guyot

La réalité de l'IA

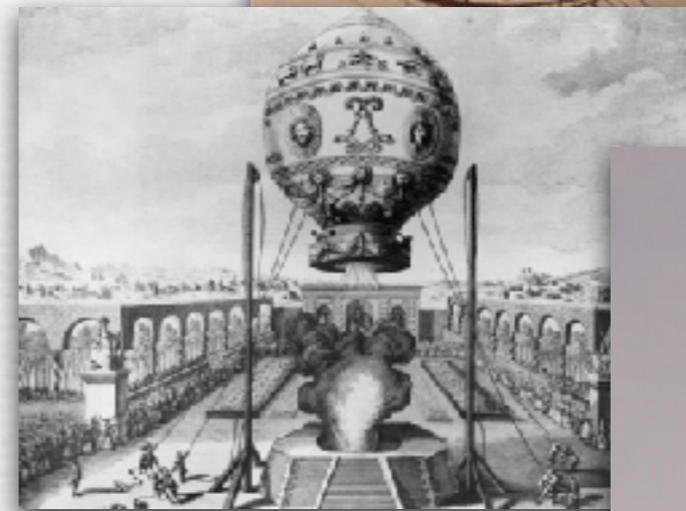
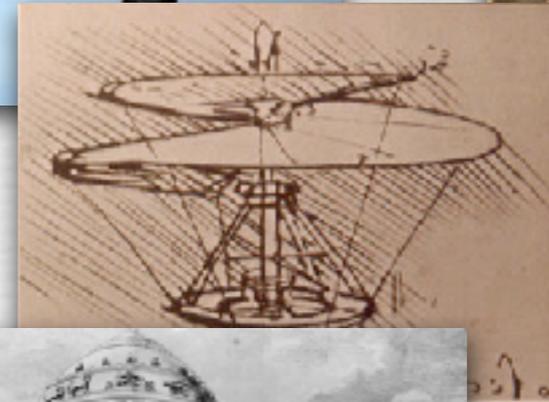
Aujourd'hui et demain ...

Une analogie : la conquête de l'air

Du vol des oiseaux ...

- ◆ Le mythe d'Icare
- ◆ Léonard de Vinci (1486)
- ◆ les frères Montgolfier (1783)
- ◆ Clément Ader (1897)
- ◆ ...

... à l'aérodynamique



Quelques réalisations des « IA faibles »

Avec les « techniques d'IA » actuelles, nous disposons de puissants outils d'acquisition, d'analyse et de création de données et de connaissances.

- ◆ **Jeux**
 - ▶ Go, Échecs, Shogi (AlphaZero, décembre 2017), Poker (Libratus, Janvier 2017)
 - ▶ Adversaires piloté par des IA dans les jeux vidéo
- ◆ **Vision**
 - ▶ Reconnaissance/Synthèse/Transformation d'images et de vidéos
 - ▶ Construction interactive de réalité augmentée et/ou virtuelle ...
- ◆ **Robotique**
 - ▶ Création de robots autonomes (Tournoi annuel Robocup) ou de « compagnons »
 - ▶ Conduite automobile autonome, drones, ...
- ◆ **Biologie :**
 - ▶ Diagnostic du cancer, de maladie d'Alzheimer ... à partir d'images de rayons X ou PET scans
 - ▶ Analyse de génomes, repliement des protéines (AlphaFold)
- ◆ **Gestion de documents:**
 - ▶ Outils de traduction automatique (DeepL ...)
 - ▶ Génération de textes « crédibles » (GPT-3 ...)

Résultats impressionnant, mais ...

◆ Les limites actuelles du « Deep Learning »:

- ▶ La théorie est encore incomplète :
 - Comment choisir la « bonne » structure du réseau neuronal pour effectuer une tâche donnée ?
 - Aucune preuve de « convergence » de l'apprentissage
- ▶ Une mise en œuvre complexe :
 - Beaucoup de paramètres à apprendre pour configurer le réseau !
 - Les temps (et couts) d'apprentissage sont importants (par contre, l'exploitation est rapide)
 - Nécessite de disposer d'ordinateurs puissants powerful hardware (typically GPUs)
- ▶ Problème sémantique et éthique:
 - On ne peut pas vraiment exprimer ce qui est appris (→vieux débat approche symboliques vs neuronale)
 - Ces modèles sont sensibles aux « adversarial attacks » (manipulation des données d'apprentissage)

◆ Vers le développement d'approches collaboratives !

- ▶ Comment combiner les compétences réciproques ?
 - IA : Analyse statistique efficace de grands ensembles de données, pauvres en connaissances.
 - Humain : Raisonnement basé sur les connaissances, analyse de données très limitée/focalisée
- ▶ Un grand besoin d'IA à la démarche intelligible (XAI) : « *l'opacité des résultats produits par les méthodes d'IA est l'un des freins majeurs à leur acceptabilité* » (Rapport Villani 2018)

Les menaces ...

◆ Quelle place pour l'être humain ?

- ▶ Pertes potentielles d'emplois
- ▶ Multiplication des « Bullshit jobs » pilotés par des machines (gestion des entrepôts d'Amazon)
- ▶ Gestion des risques en cas de conflits (qui est responsable des accidents avec des voitures autonomes)
- ▶ Accroissement du fossé entre les couches sociales

◆ L'émergence des « metavers(e) »

- ▶ Création de mondes virtuels connectée (terme issu du roman *Simulacron 3* en 1968, D. Galouye)
- ▶ Importants risques d'addiction (jeux, réseaux sociaux ...)
- ▶ Quelle éthique pour les GAFAM (Facebook : Cambridge Analytica, Meta) ?
 - Google glass (2012) → forte hostilité
 - Rayban story (2021) de Facebook
 - Projet analogue en cours de développement chez Apple
- ▶ Des « alternatives facts » vers « l'alternative reality » ...



◆ Vers des totalitarismes « intelligent » ?

- ▶ Chine : système de notation des citoyens basé sur le suivi de leurs activités et leur déplacements
- ▶ Scénario du Big Brother de « 1984 » de Orwell façon 2030 ?

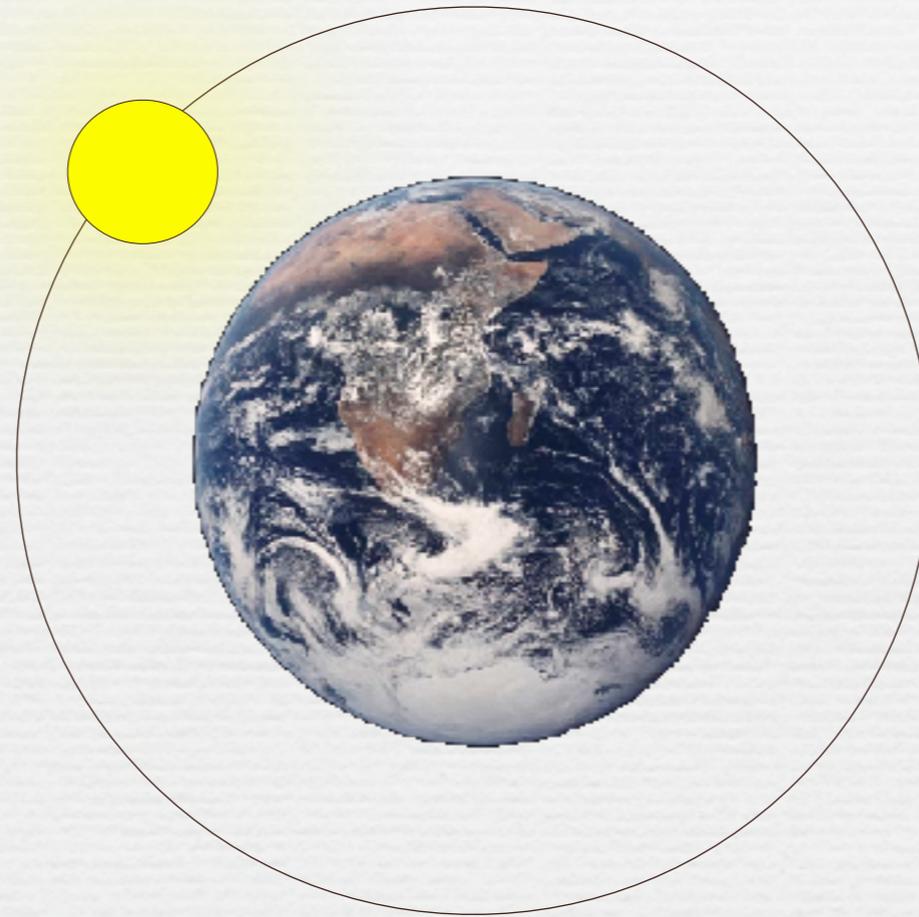
◆ Les armes intelligentes :

- ▶ 2015 : plus de 1000 experts alertent sur la course à l'armement avec des robots autonomes dotés d'IA.
- ▶ juin 2018 : A la demande de son personnel, Google s'engage à ne pas mettre l'IA au service de l'armement !

Toutes ces menaces ne sont pas causées par les « IA », mais bien par des êtres humains mettant en œuvre ces techniques pour assoir leur pouvoir et/ou leurs revenus ...

IA forte : le dernier tabou ?

Où sommes-nous ?



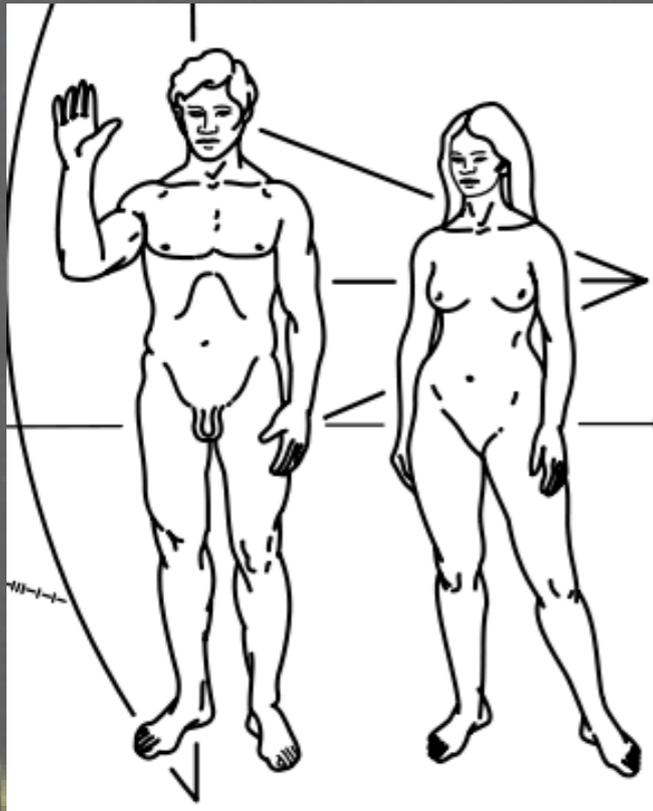
IA forte : le dernier tabou ?



Qui sommes-nous ?

IA forte : le dernier tabou ?

Sommes-nous uniques ?



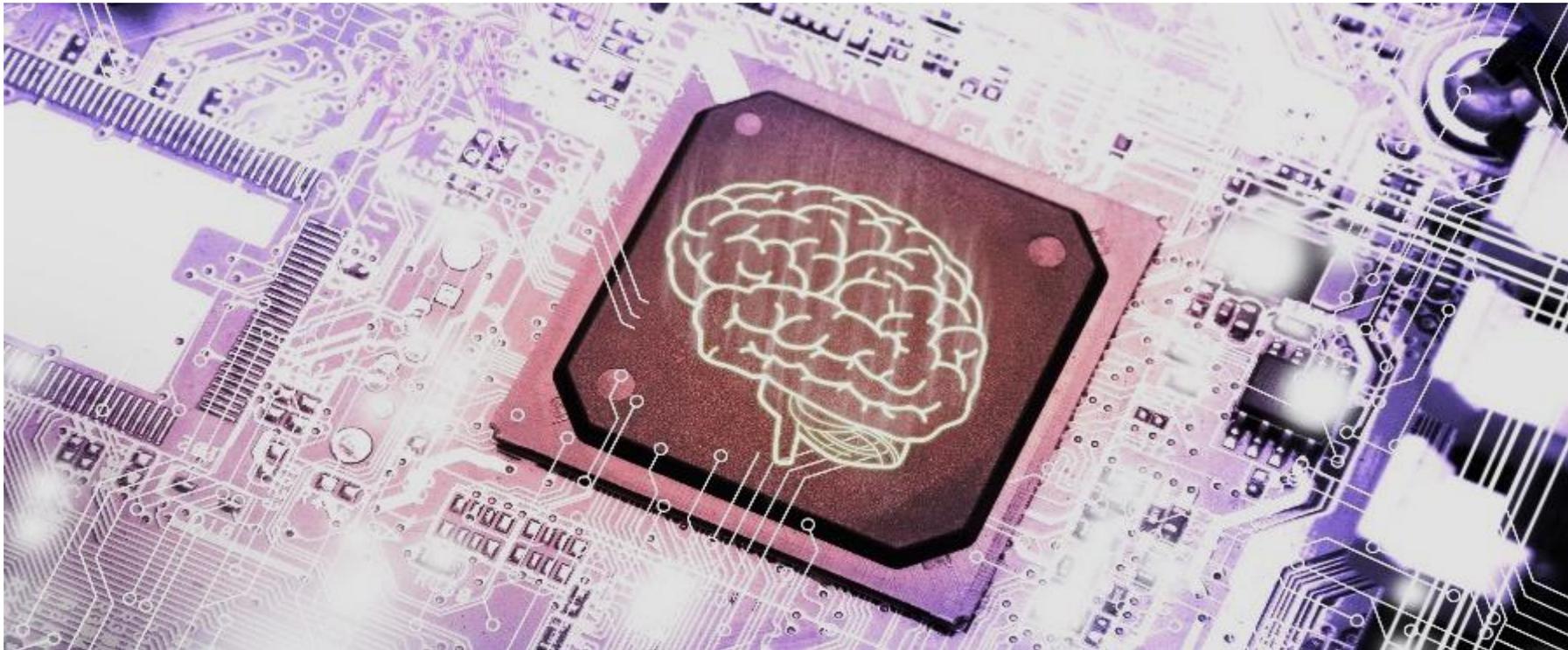
Le paradoxe de Fermi !

Création d'une IA

Homo ou Machina Deus ...

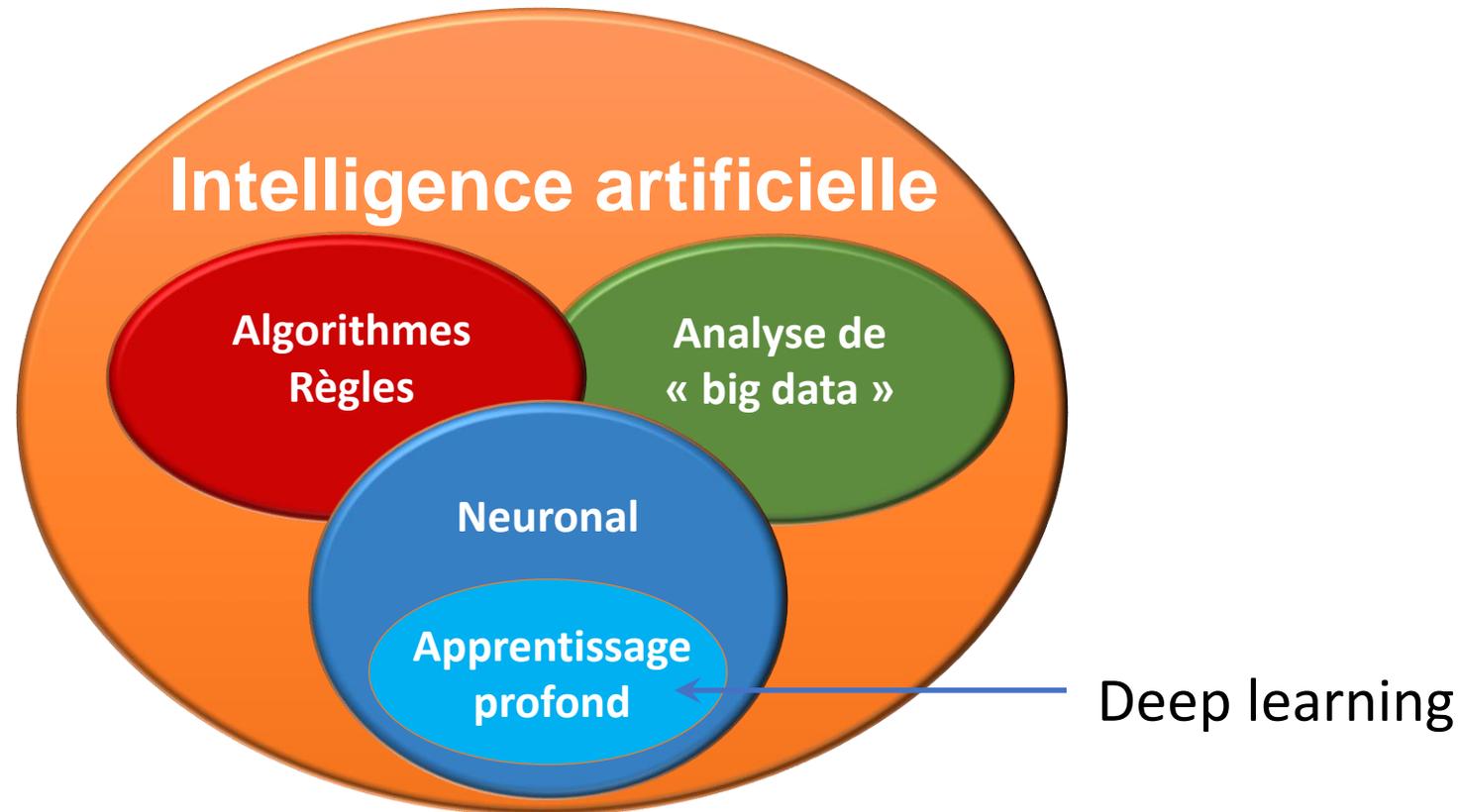
		Comportement des « IA » vis à vis de l'espèce humaine	
		Agressif	Bienveillant
Degré de « conscience » des IA	IA forte	<p>Vers le conflit ...</p> <p><i>Une histoire mille fois rencontrée dans l'histoire des êtres humains, mais avec quelle fin cette fois ?</i></p>	<p>Vers la co-évolution</p> <p><i>Dans une perspective « darwinienne » : une co-évolution harmonieuse de différentes espèces biologiques et « artificielles ». Une humanité plurielle ...</i></p>
	IA faible	<p>Golem</p> <p><i>Vers une société de violence physique et économique et un contrôle étatique des libertés.</i></p>	<p>Un nouvel esclavage ?</p> <p><i>Les IA comme servants dociles de l'humanité respectant les « lois de la robotique » d'Isaac Asimov. Mais est-ce une situation stable dans la durée ?</i></p>

Intelligence artificielle , deuxième partie : le « neuronal » ou le « connexionnisme »



Les réseaux de neurones artificiels s'inspire de l'organisation des neurones du cerveau.
Ce sont des « classifieurs »

Le « neuronal » est un domaine de l'intelligence artificielle



Les « algorithmes » sont construits pour être intelligents et pour apprendre les règles
L'« Apprentissage profond » apprend à être intelligent (*Greg. S. Corrado/deepai.com*)

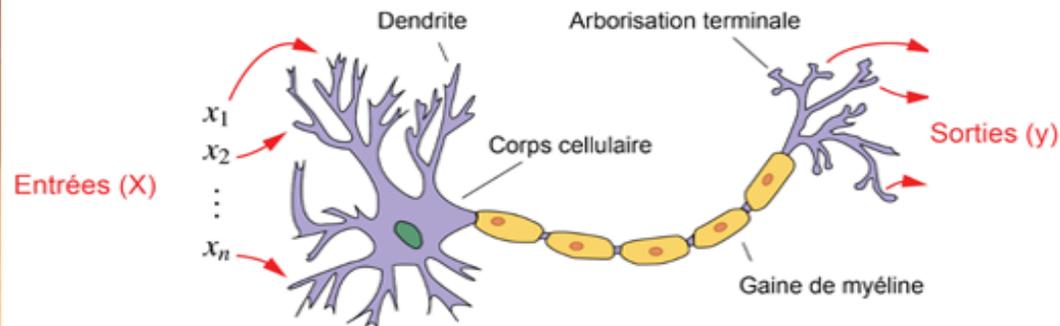
Deux visions de la pensée intelligente

« Penser s'apparente à un calcul massivement parallèle de **fonctions élémentaires.**

L'information est un **signal** avant d'être un code »

Connexionisme

Modéliser le cerveau



« Penser, c'est calculer des **symboles** qui ont à la fois une réalité matérielle et une valeur sémantique de représentation »

L'information est une donnée symbolique de **haut niveau.**

Calcul symbolique

Forger une opinion

Tout [homme] est [mortel]

[Socrate] est un [homme]

Donc [Socrate] est [mortel]

Architecture « Non Von »

UNIVERSITÉ
GRENoble ALPES

UGA
Université
Grenoble Alpes

Architecture « von Neumann »

DE SAVOIR(S)
L'UNIVERSITÉ GRENoble ALPES (1339-2021)

MUSÉE
DE L'ANCIEN
EVÊCHÉ
GRENoble

Trois exemples d'applications du neuronal

Exemple 1 : la vidéosurveillance et la reconnaissance des visages

La Chine possède le système de vidéosurveillance le plus puissant du monde
170 millions de caméras équipées d'intelligence neuronale scrutent les visages
Marge d'erreur pour la reconnaissance faciale $< 0.1 \%$

Exemple 2 : la voiture autonome

Perception de l'environnement (la scène) par caméra
On n'aborde pas ici de la prise de décision pour conduire
Recherche en cours pour l'autonomie totale partout (5 à 15 ans)

Exemple 3 : la lecture automatique du code postal sur le courrier

Reconnaissance des chiffres écrits à la main (non cursifs)
Détail du réseau de neurones de classification des images de chiffres
La reconnaissance complète de l'adresse écrite est une recherche en cours.

Vidéosurveillance des piétons



Ecran de vidéo surveillance dans un local de police en Chine
Les visages repérés par la caméra sont encadrés, et sont ensuite classés

Le « crédit social »

Le "crédit social" est un système à points qui évalue le comportement des citoyens dans les lieux publics

Véhicule autonome

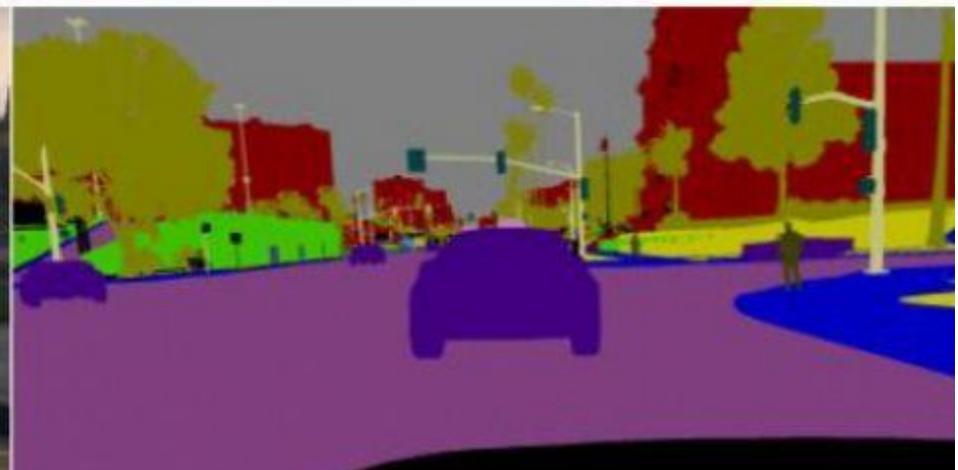
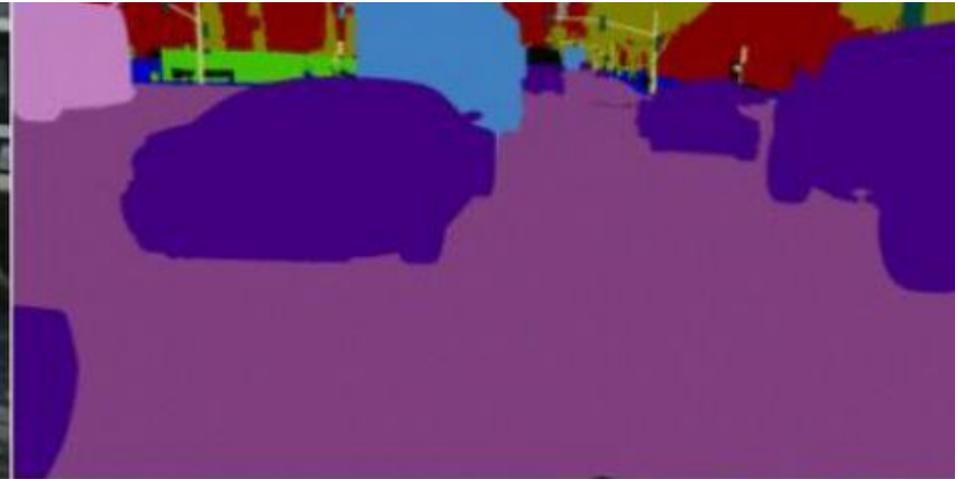


Photo : Projet Volvo « Vision 2020 »

La voiture voit (caméras), classifie (neural), prédit, décide (calculs), agit (volant, accélérateur, frein)

Les calculs de décisions complexes sont envoyés par la 5G à des supercalculateurs

Silhouette colorée des objets classés



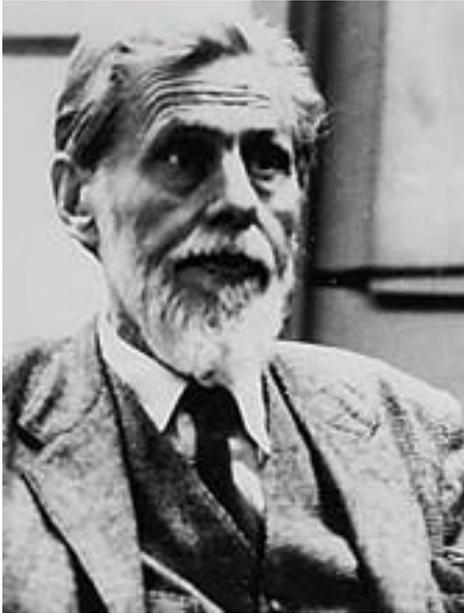
PIXEL WISE IMAGE SEGMENTATION

Les objets reconnus dans un film test sont classés (32 classes)

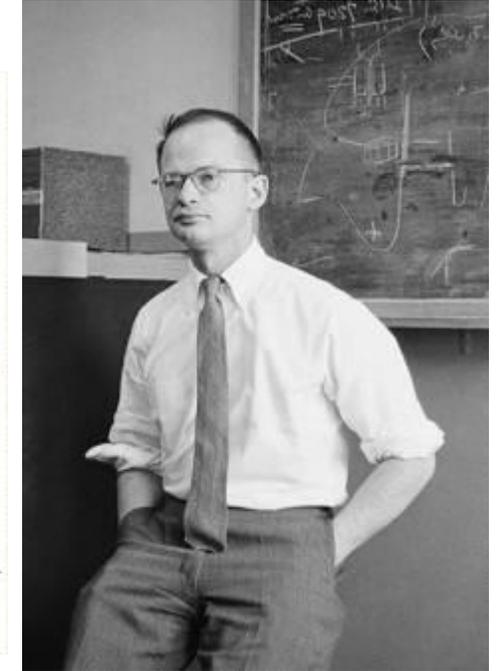
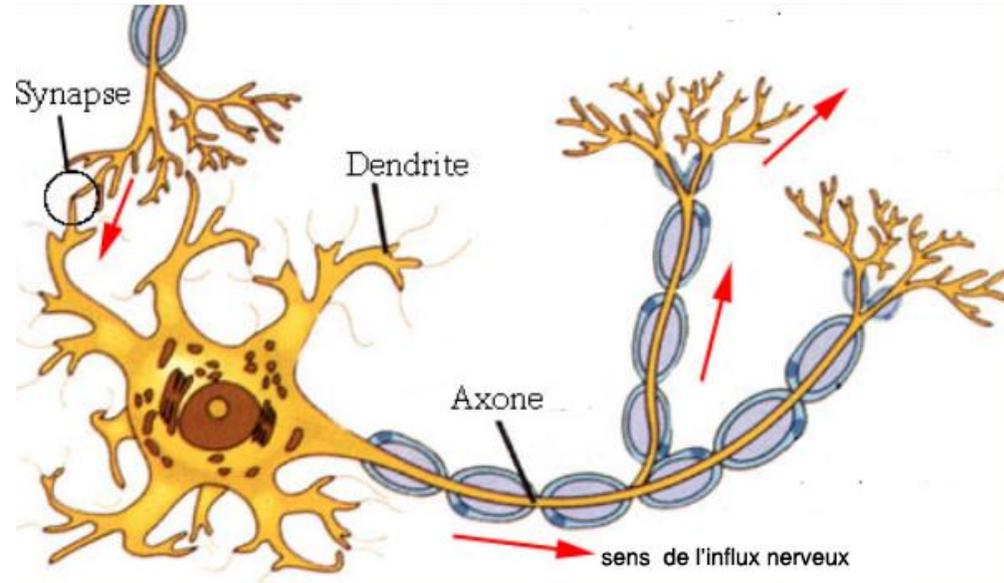


“The Cambridge Driving Labeled Video Database” : accotement, animal, arbre, arcade, bâtiment, bus, chariot à bagages, ciel, clôture, cône de signalisation, cycliste, enfant, feu de circulation, fourgonnette/camion, marquage au sol (conduite) , marquage au sol (non circulant), moto, mur, panneau, parking, piéton, pont, poteau, route, textes divers, train , trottoir, tunnel, végétation, vide, voiture

1943: McCulloch et Pitts



Warren McCulloch (1898-1969)
Neurophysiologiste et cybernéticien



Walter Pitts (1923-1969)
Logicien dans le domaine des neurosciences

Posent les fondations des réseaux de neurones formels

1943: Article seminal de McCulloch & Pitts

BULLETIN OF
MATHEMATICAL BIOPHYSICS
VOLUME 5, 1943

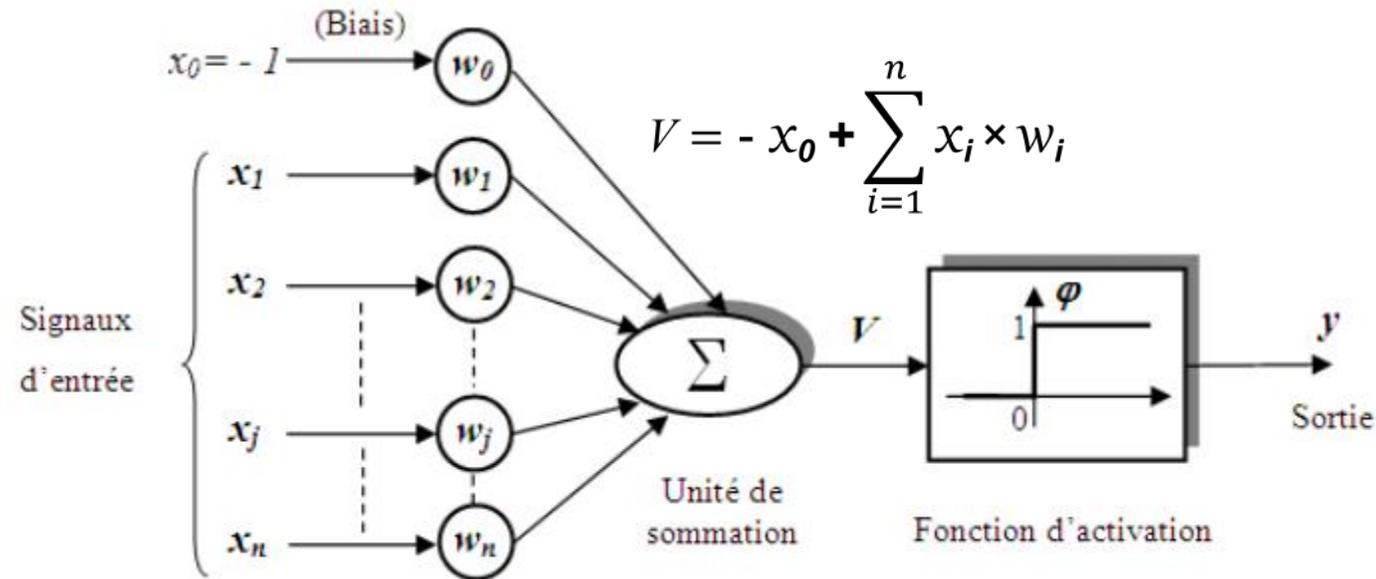
A LOGICAL CALCULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITY

WARREN S. MCCULLOCH AND WALTER PITTS

FROM THE UNIVERSITY OF ILLINOIS, COLLEGE OF MEDICINE,
DEPARTMENT OF PSYCHIATRY AT THE ILLINOIS NEUROPSYCHIATRIC INSTITUTE,
AND THE UNIVERSITY OF CHICAGO

Because of the "all-or-none" character of nervous activity, neural events and the relations among them can be treated by means of propositional logic. It is found that the behavior of every net can be described in these terms, with the addition of more complicated logical means for nets containing circles; and that for any logical expression satisfying certain conditions, one can find a net behaving in the fashion it describes. It is shown that many particular choices among possible neurophysiological assumptions are equivalent, in the sense that for every net behaving under one assumption, there exists another net which behaves under the other and gives the same results, although perhaps not in the same time. Various applications of the calculus are discussed.

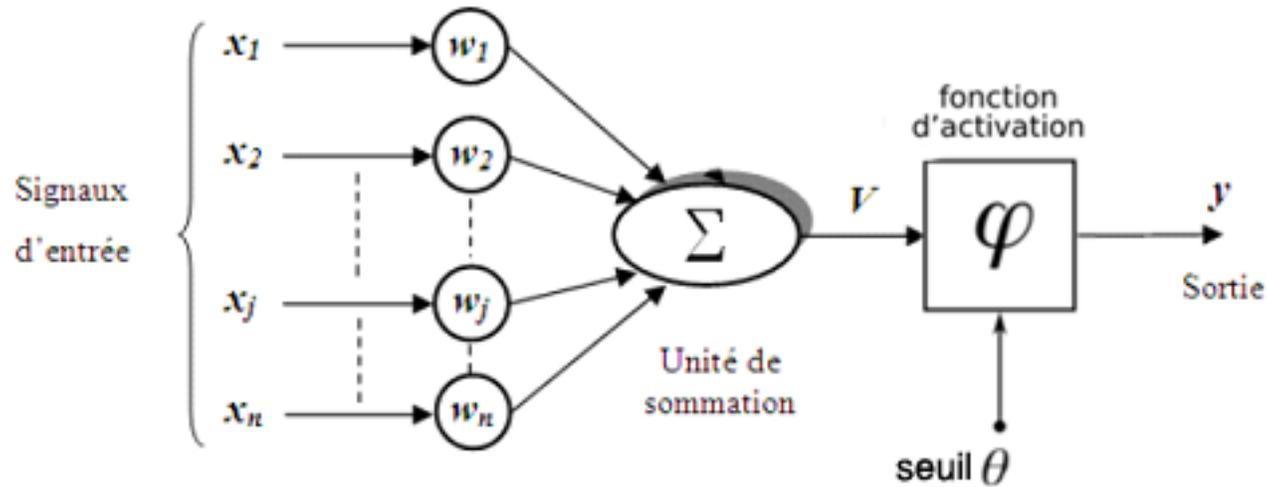
Neurone formel de McCulloch & Pitts



Les « entrées » x_i sont les entrées du réseau ou bien la sortie y d'autres neurones
Les « sorties » y sont le sorties du réseau ou bien les entrées x_i d'autre neurones
Les constantes numériques w_i sont les « poids synaptiques » des entrées x_i

Neurone « probabiliste »

les sorties ne sont pas 0 ou 1, mais un nombre



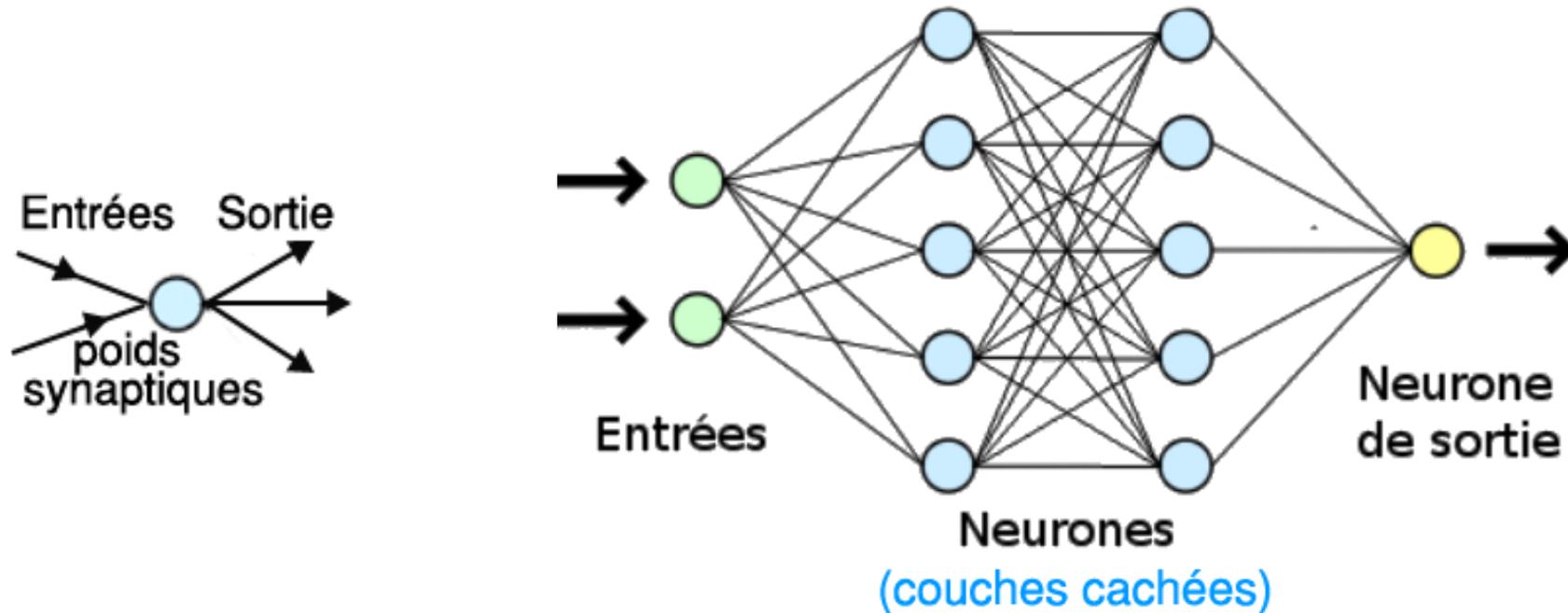
Activation :
fonction sigmoïde
fonction tangente hyperbolique
fonction identité à saturation

Le **poids synaptique** w_i associé à l'entrée x_i d'un neurone A et venant d'un neurone B représente l'importance de la relation entre les deux neurones A et B.

Autrement dit la probabilité d'obtenir une réponse y du neurone A en fonction de l'entrée x_i

$$V = x_1 \times w_1 + x_2 \times w_2 + x_3 \times w_3 + \dots + x_n \times w_n$$

Couches cachées dans un réseau de neurones



McCulloch & Pitts ont remarqué que pour exécuter des fonctions de la logique, un réseau de neurone doit avoir au moins 3 couches.

Actuellement pour certaines applications de classification le nombre de couches cachées dépasse la centaines.

Lecture du code postal par un réseau de neurones

- 1967, code postal à deux chiffres.
- 1976, code postal passe à 5 chiffres. Lecture automatique des chiffres imprimés.



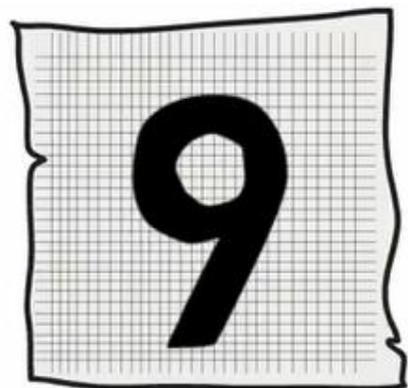
- Lecture optique du code postal: 4 lettres triées par seconde.
- Lecture optique des chiffres manuscrit. Applications : banques (montant, date), poste, ...
- Lecture de l'adresse manuscrite en MAJUSCULE
- Lecture des plaques minéralogiques (en conditions défavorables)
- Lecture optique des caractères imprimés (OCR), recherche en cours pour l'écriture manuscrite

Qu'est qu'un chiffre écrit à la main ?



Base d'images NIST (National Institute of Standards and Technology), sur Internet
60 000 images de chiffres écrits à la main (28 x 28 pixels) classifiées en 10 classes.
Classification d'une image n'appartenant pas à la base :
Taux de réussite : 99,79% du taux humain

Classification d'une image de 28 x 28 pixels en 10 classes

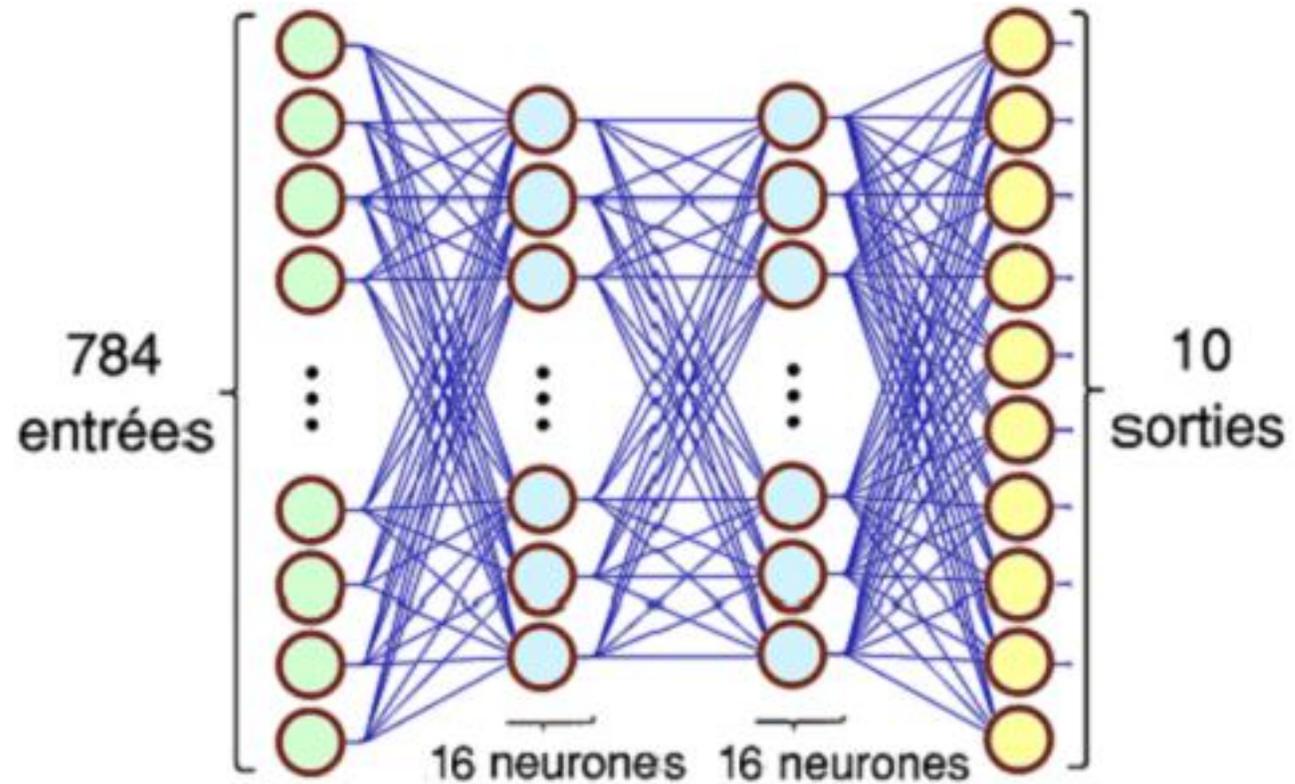


28

28

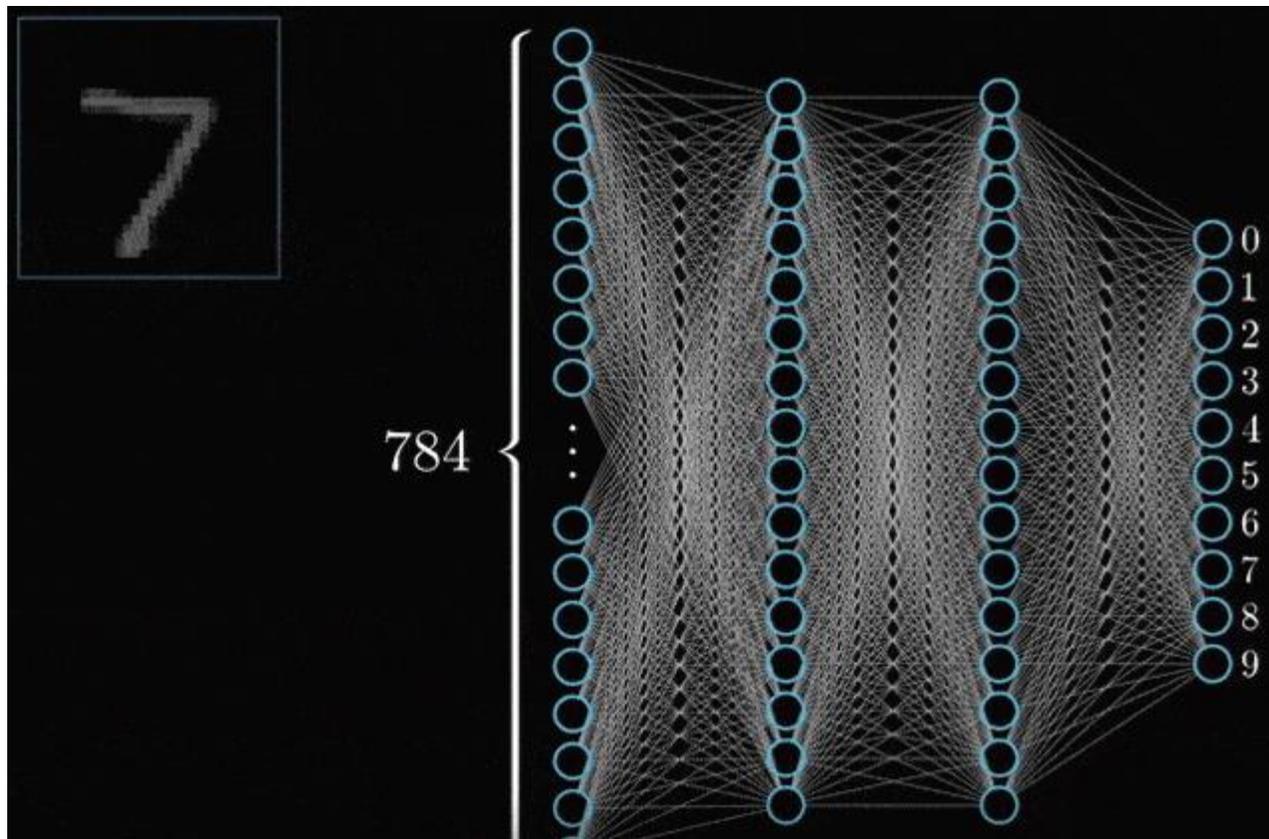
784 pixels

(Codés sur 8 bits)

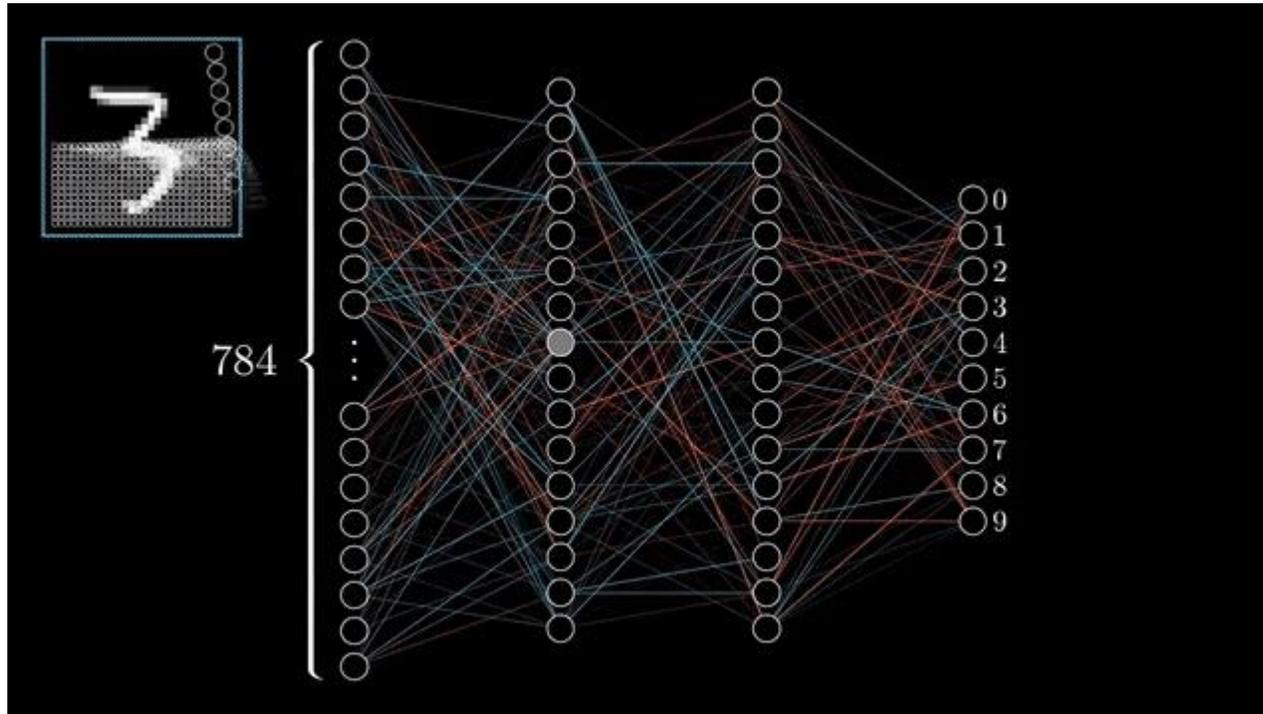


Nombre de poids synaptiques : $784 \times 16 + 16 \times 16 + 16 \times 10 = 12\,960$

Exemple de classification de chiffres manuscrits



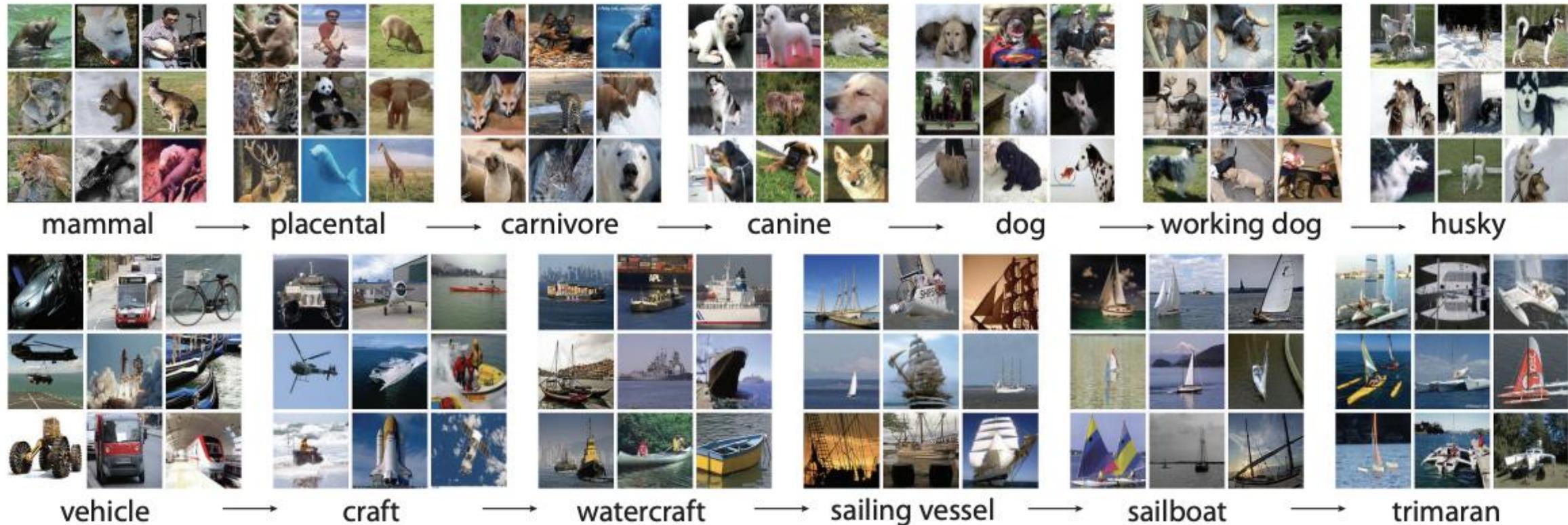
Règle d'apprentissage de Hebb



Principe : on calcule la différence entre la réponse des neurones et la réponse attendue (humain)
Sur les chemins du réseau menant à la bonne réponse, on renforce les poids synaptique.
Sur les chemins menant à une réponse erronée, on déprime les poids synaptique

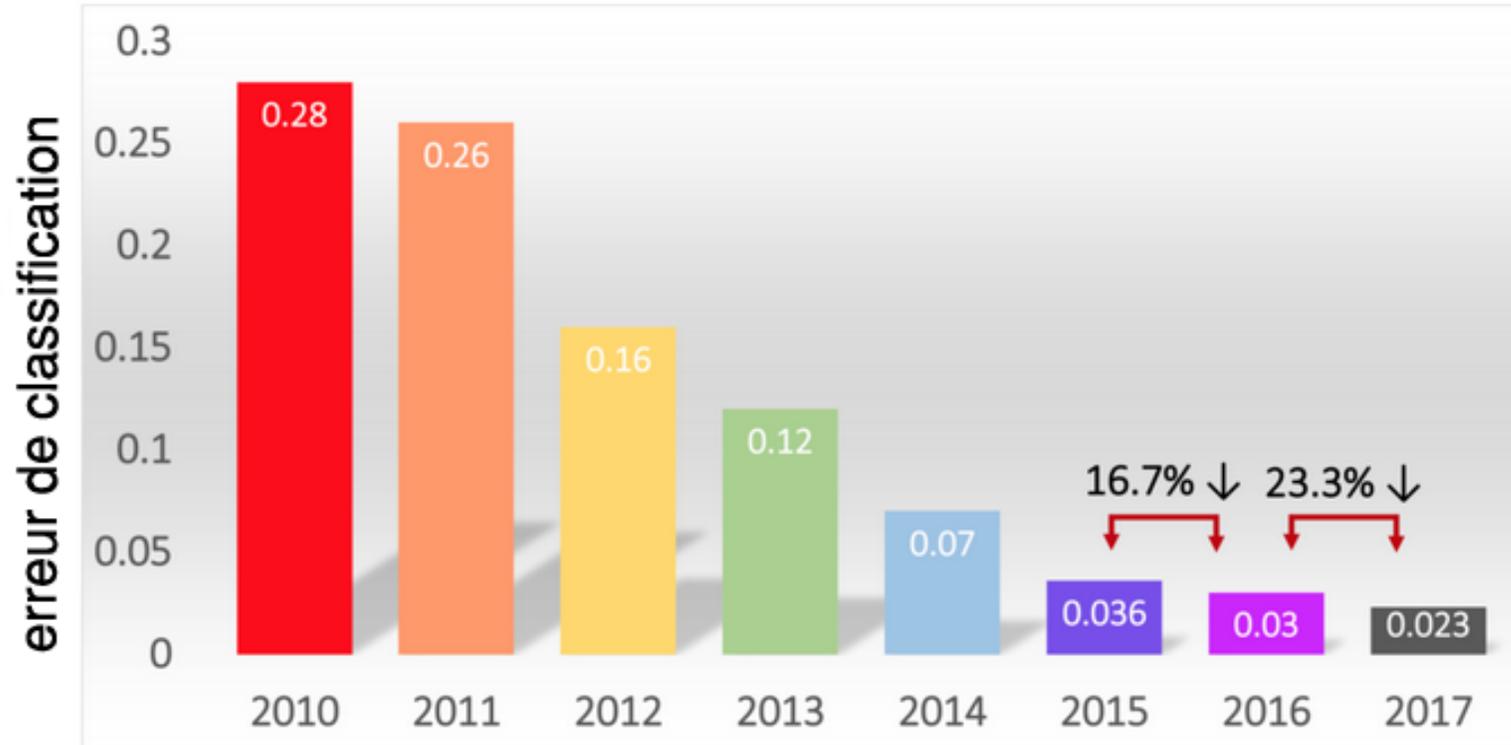
(rétropropagation de gradient, Paul Werbos 1974, Observé in vitro chez le rat 1994)

Petit extrait de la bibliothèque "ImageNet" (15 millions d'images haute résolution)



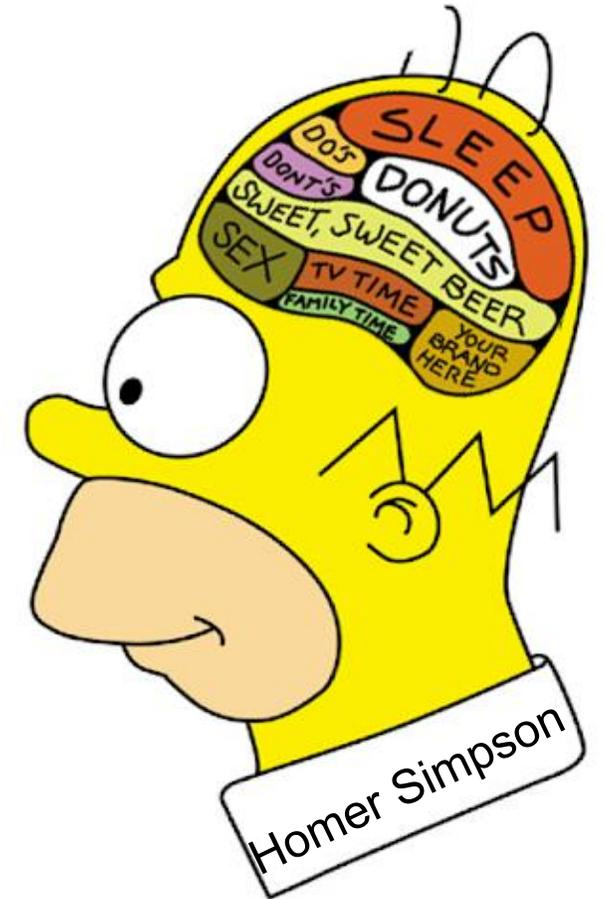
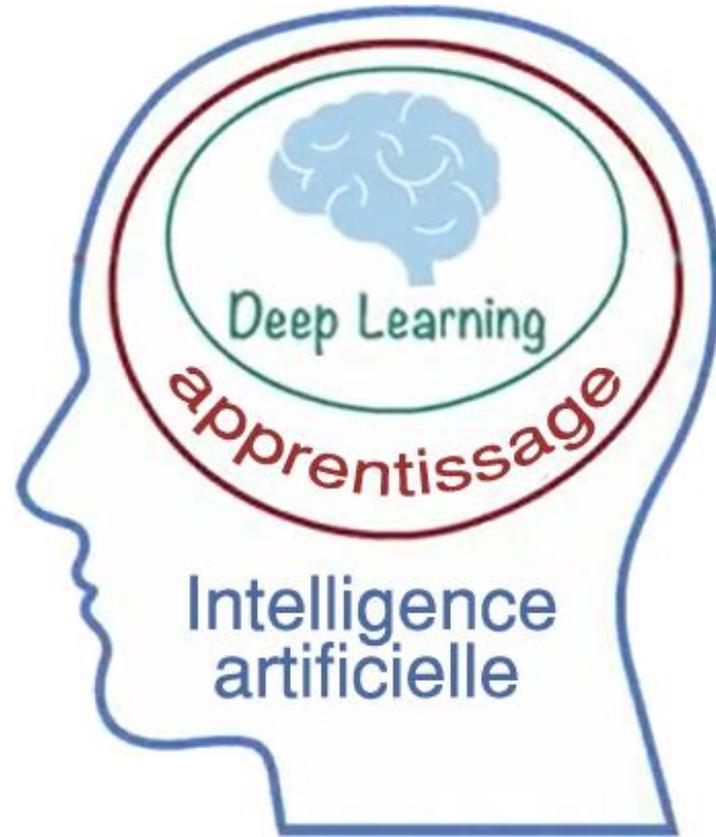
Le concours **ILSVRC** (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge), publié par Stanford en 2009, comporte 15 million d'images haute résolution classifiées en 22 000 classes.

Recherche et progrès de l'apprentissage



La compétition pour le concours d'apprentissage est féroce entre les universités. Le taux d'erreur actuel est un peu inférieur à 2% .

Apprentissage Profond (Deep Learning)



L'adjectif « *profond* » vient de la *profondeur* (nombre de couches) des réseaux de neurones.
L'apprentissage profond est un sujet très pointu.

Le calcul des poids synaptiques w_i et des seuils θ est très très consommateur de calcul.
(fermes de processeurs graphique)

Homer Simpson = beer + donuts

Les réseaux de neurones ont actuellement de multiples applications

Compréhension de langue naturelle (voix → texte),
y compris l'intonation

Détection de l'émotion par le visage ou par la voix

Identification d'artiste (musique, peinture, ...)

Détection et identification des *tumeurs* à partir de radiographie ou d'images (peau)

Recherche de gène dans l'ADN

Facteurs de risque de la maladie du *cancer* du sein ou de la thyroïde

Prédiction des *cours boursiers* (périodicité)

Classification de conditions atmosphériques et la prévision du temps

Prédiction et diagnostic médical :

pathologies rétiniennes, pulmonaires, cardiaques, abdominales, musculosquelettiques

Apprentissage automatique de la conduite des voitures (voitures autonomes)

Beaucoup des applications de votre smartphone utilise des réseaux de neurones



1980-1990 Ordinateurs neuronaux

1987 - CEA Grenoble MIND 128
(analogique/numérique, ordinateur non sauvegardé)

1989 - CEA Grenoble MIND 1024 (numérique, exposé à ACONIT)
(neurones de Hopfield, inventés en 1982)

1992 - Siemens SYNAPSE-1 Machine : MA-16 Chips (ressemble
au Mind 1024)

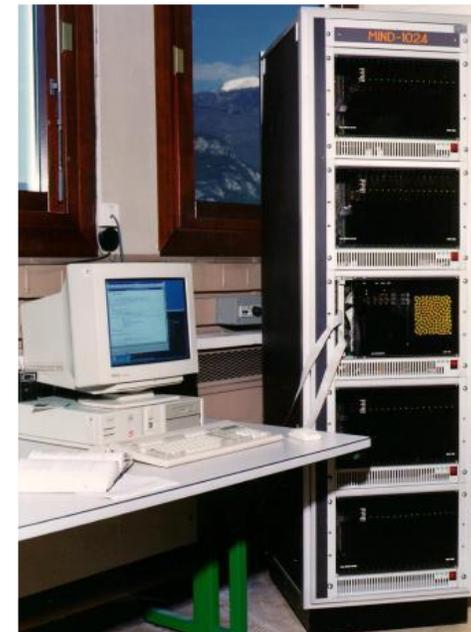
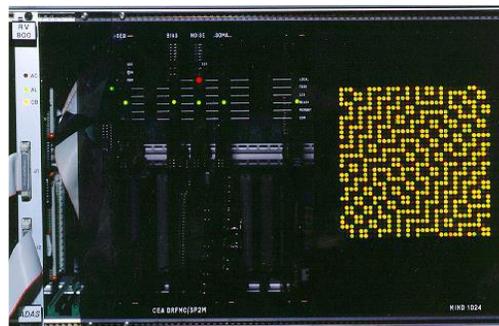
Adaptive Solutions : CNAPS (coprocesseur, lecture de caractères)

IBM : ZISC (Zero Instruction Set Computer)

Philips : L-Neuro (1024 neurones/circuit intégré)

Intel ETANN (Electronically Trainable Analog Neural Network)
64 neurones

AT&T (Anna), Hitachi (WSI), NEC, ...



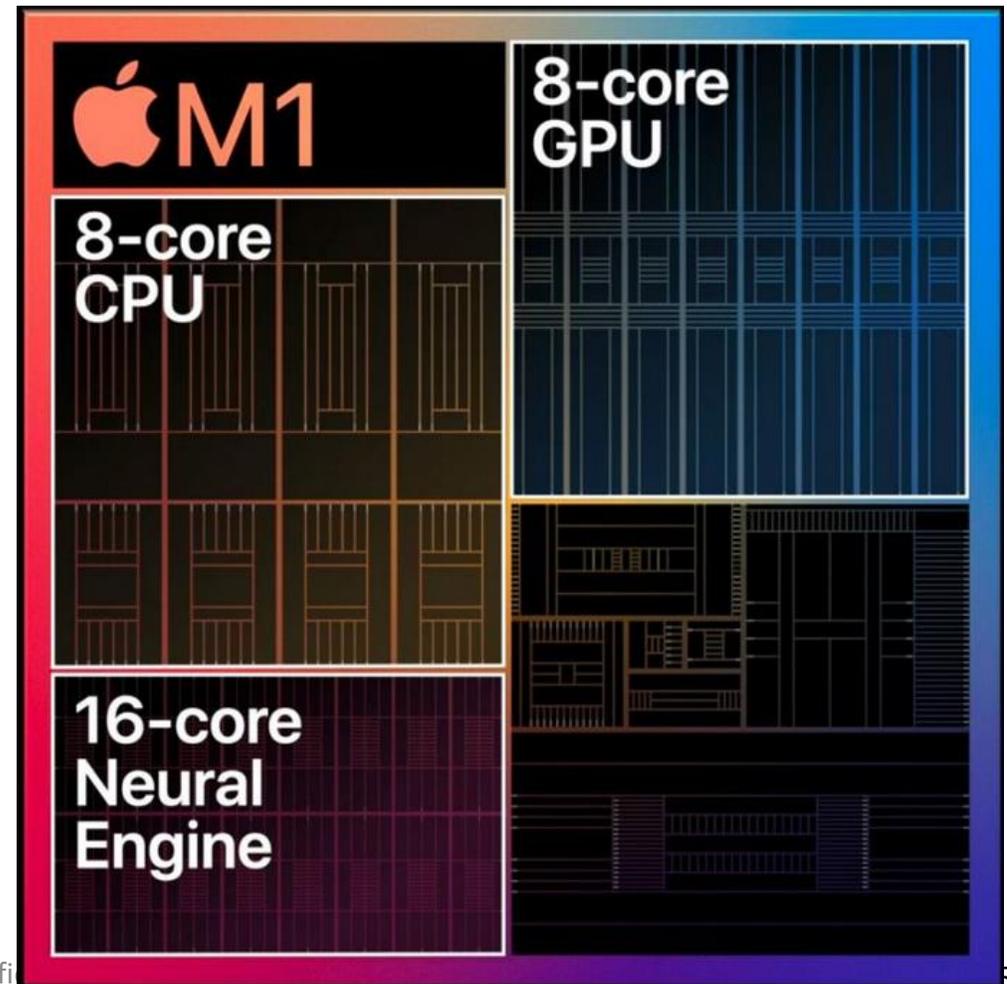
1993 : **deuxième hiver du neuronal**. Suppression du "Strategic Computing Initiative"
(AI is not the next wave *Wikipedia*)

Aucun constructeur ne peut faire l'impasse sur le neuronal

La puce des Mac Silicon (2020) dispose d'un nouveau Neural Engine à 16 cœurs capable d'exécuter 11 000 milliards d'opérations synaptiques à la seconde.

(11 téra SUPS "Synaptic Updates Per Second")

En comparaison : Mind 1024 : 1 milliard de SUPS



Recherche neuronale européenne



Le Human Brain Project

Le HBP est l'un des plus grands projets d'étude du cerveau au monde et, en tant que projet phare des technologies futures et émergentes (FET), il fait partie des plus grands projets jamais financés par l'Union Européenne.

Le HBP réunit en son sein 131 institutions dans 19 pays et compte 40 projets de partenariat.

Il développe EBRAINS, la première infrastructure TIC (*technologie de l'information*) intégrée au monde pour la recherche et le développement sur le cerveau.

Pour la troisième convention de subvention spécifique, il y aura une transformation de la structure des sous-projets en lots de travaux, afin de permettre des liens plus étroits entre les neurosciences et la technologie.

GAME OVER
CLICK TO CONTINUE

Voilà, c'est fini !!

*Merci de votre patience et
de votre aimable attention !*

Y a-t-il des questions ?



(25)



CRÉNEAU

18/11/1985

Bull dans les neurones

Le groupe informatique national s'intéresse à cette nouvelle discipline qui devient industrielle. La France, dans ce domaine, n'est pas mal placée.

L'intelligence artificielle est-elle un marché, une technique ou une stratégie d'entreprise? Est-il nécessaire de saturer les entreprises de produits « intelligents »

comme elle l'a été de moyens informatiques? Pour Jacques Stern, président du groupe Bull, il est clair que l'intelligence artificielle ne consiste pas seulement à fabriquer et vendre des systèmes experts, ou à mettre au point des robots « intelligents », mais une nouvelle étape de la « révolution de la méthode scientifique » apportée par les technologies informatiques. Pour lui,

l'intelligence artificielle n'est pas un nouveau produit, mais un ensemble de techniques qui vont transformer l'entreprise. Lancer un programme de recherche et développement en intelligence artificielle, développer au sein de l'entreprise la qualité et la formation, lancer dans la course autour du monde un bateau baptisé « L'Esprit d'équipe », et mettre en place un programme de redécouverte de la culture d'entreprise, sont un faisceau d'activités qui selon Jacques Stern procèdent de la même finalité : rendre les hommes de l'entreprise plus créatifs et donc plus intelligents. Pour la première fois peut-être dans l'histoire des techniques, la machine « intelligente », en reproduisant le raisonnement humain (complexe et incertain), est au service de l'homme et non l'inverse.

C'était l'un des messages transmis aux chefs d'entreprise et aux scientifiques lors de l'forum 85 de Bull à Saint-Malo le 4 octobre, qui réunissait quelques-uns des meilleurs spécialistes français de l'IA autour d'Alice Recoque, directeur de la Mission Intelligence Artificielle Bull et de Philippe Roussel, responsable du centre IA.

Une présentation remarquablement bien faite, qui, pour une fois, n'omettait pas de signaler que nous ne savons presque rien de l'intelligence : s'agit-il d'un organe mental ou de plusieurs capacités distinctes? Vis-à-vis de l'intelligence nous sommes un peu dans la situation de celui qui, ignorant l'anatomie et la complexité des coordinations musculaires, penserait que le mouvement physique est dû à un « organe de la force ». L'intelligence recouvre certainement un ensemble d'aptitudes et de comportements très variés, dont



Alice Recoque, directrice de la mission intelligence artificielle de Bull.

l'étude est aujourd'hui l'objet des sciences cognitives.

l'étude est aujourd'hui l'objet des sciences cognitives.

Hérarchie, taylorisme

Avec l'Intelligence Artificielle, il s'agit, avec l'aide de l'informatique, de représenter et d'utiliser des raisonnements, des connaissances et des perceptions, pour reproduire des comportements intelligents, résoudre des problèmes, et peut-être, un jour prochain, formuler des problèmes. Il faut en effet se rendre compte que dans la vie quotidienne la part que nous passons à faire des calculs est infime. Ce n'est pas avec des calculs que nous prenons des décisions. Pourtant, avec la seule activité de calcul, nous avons réussi à bâtir une industrie de 1 000 milliards de dollars! Peut-on imaginer ce que l'on va faire avec un ensemble de comportements qui représente 999/1 000 de l'activité humaine? Ce sont non seulement la production et son organisation classique (hiérarchie, taylorisme) qui vont se trouver bouleversées, mais toute l'entreprise et la créativité humaine.

C'est donc à un niveau très élevé que Jacques Stern et son équipe situent le défi lancé par l'intelligence artificielle et les technologies informatiques.

Mais si la stratégie est belle, la tactique est encore floue, et il faudra attendre encore quelques mois pour connaître précisément la politique de Bull en la matière, le temps nécessaire à Alice Recoque de terminer son rapport sur l'Intelligence Artificielle dans le groupe. Il est certain pour l'instant que le groupe a fait un gros effort d'investissement en ce domaine, puisqu'il dispose déjà de 80 chercheurs dans ces centres de recherche de Louveciennes et de Munich (où Bull travaille en collaboration avec I.C.L. et Siemens). Actuellement Bull participe à cinq projets du programme européen de recherches Esprit sur les technologies de l'information, et développe un programme dans tous les grands domaines de l'I.A., c'est-à-dire la conception de machines (bureautique intégrée, architecture de l'avenir, architecture dédiée), les outils de développement en langage naturel, la programmation logique, les systèmes experts.

Jean-Louis PEYAVIN.