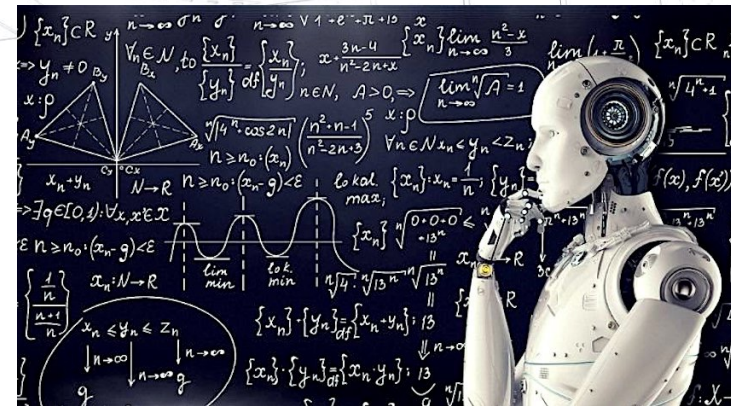
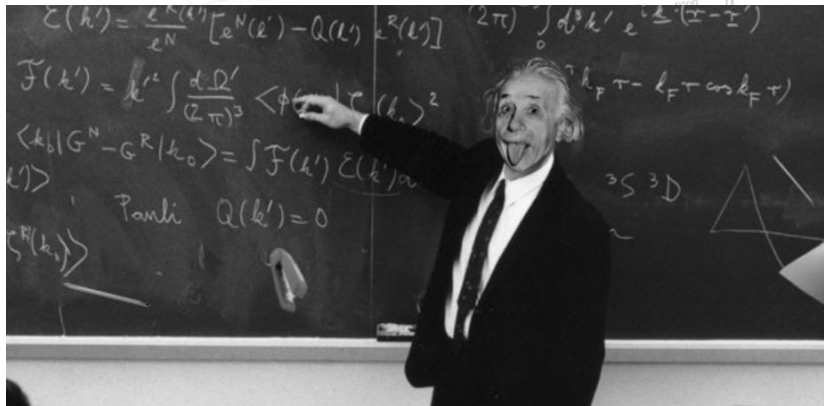


L'intelligence artificielle : un nouvel outil pour la physique ?

Hubert Baty - Observatoire astronomique de Strasbourg

hubert.baty@unistra.fr



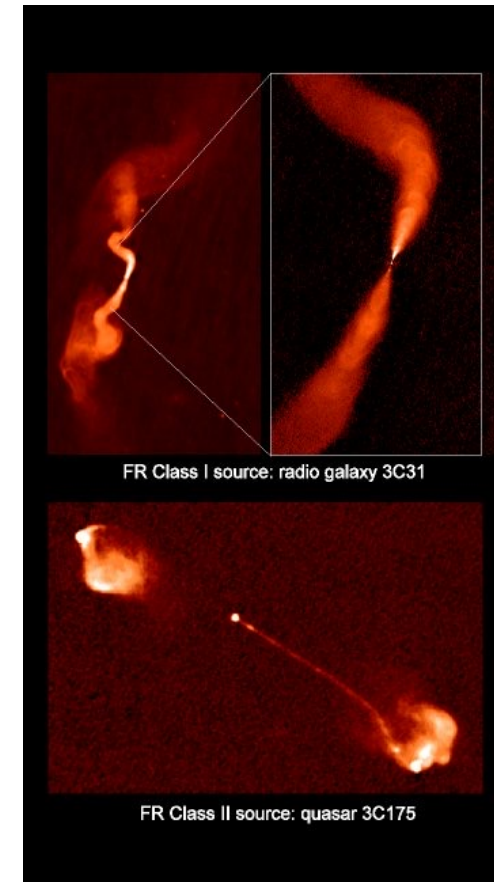
I. Introduction aux méthodes numériques classiques pour résoudre les lois de la physique

II. C'est quoi l'intelligence artificielle (IA) ? Exemples

III. Utilisation de l'IA (réseaux de neurones) pour résoudre les lois de la physique

Retour sur le premier cours

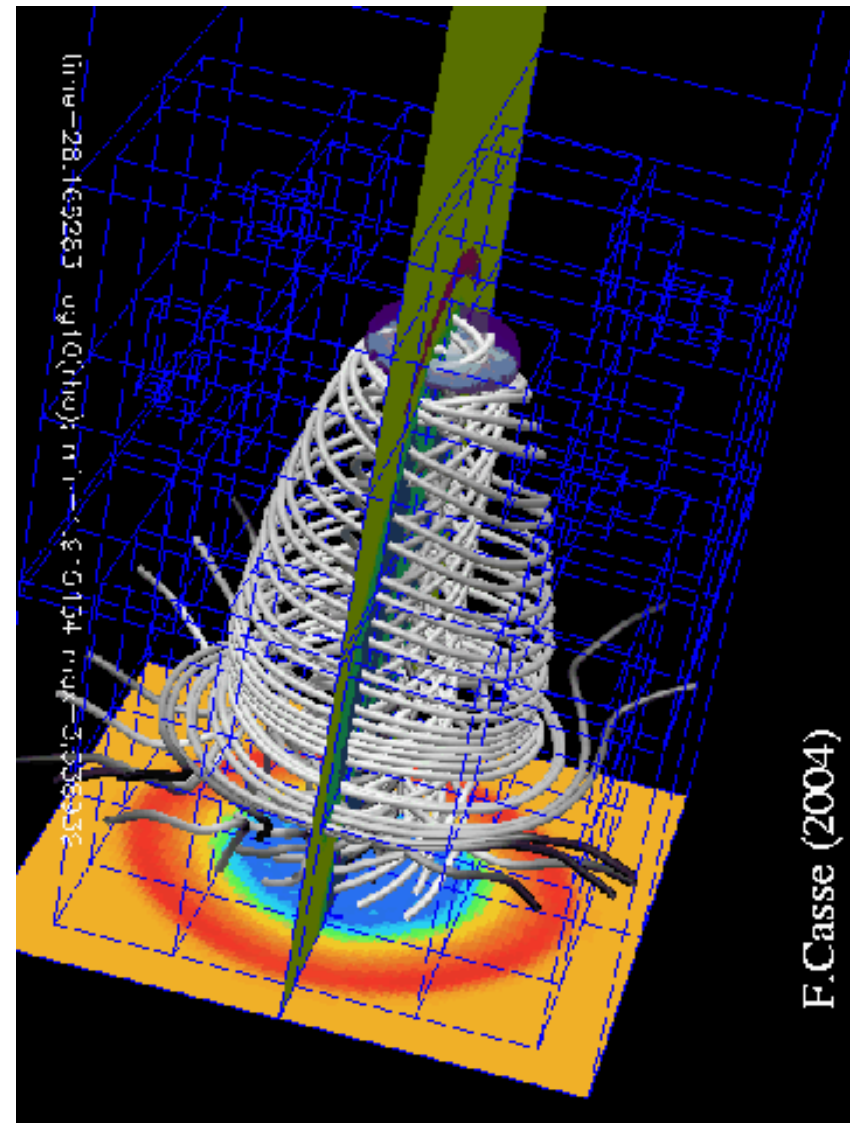
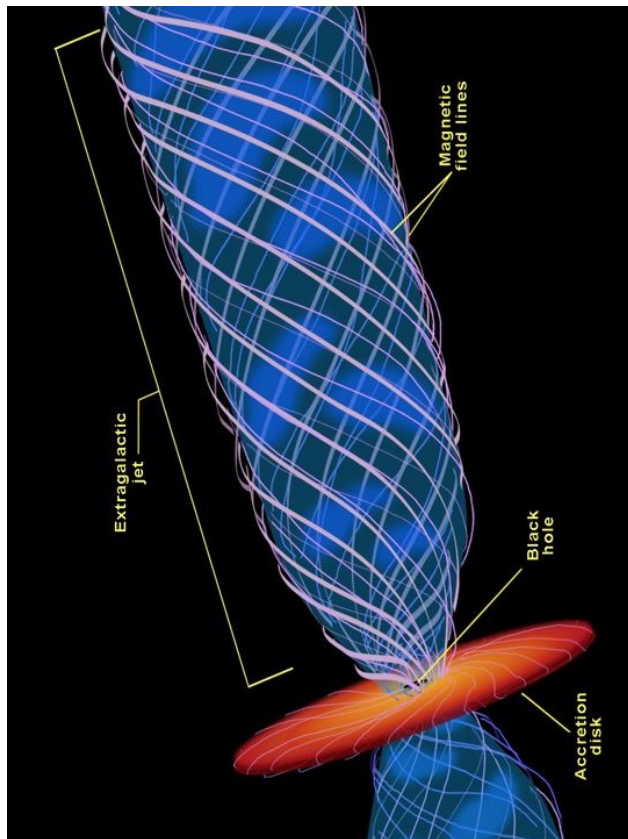
1. Observations de jets astrophysiques



Galaxies

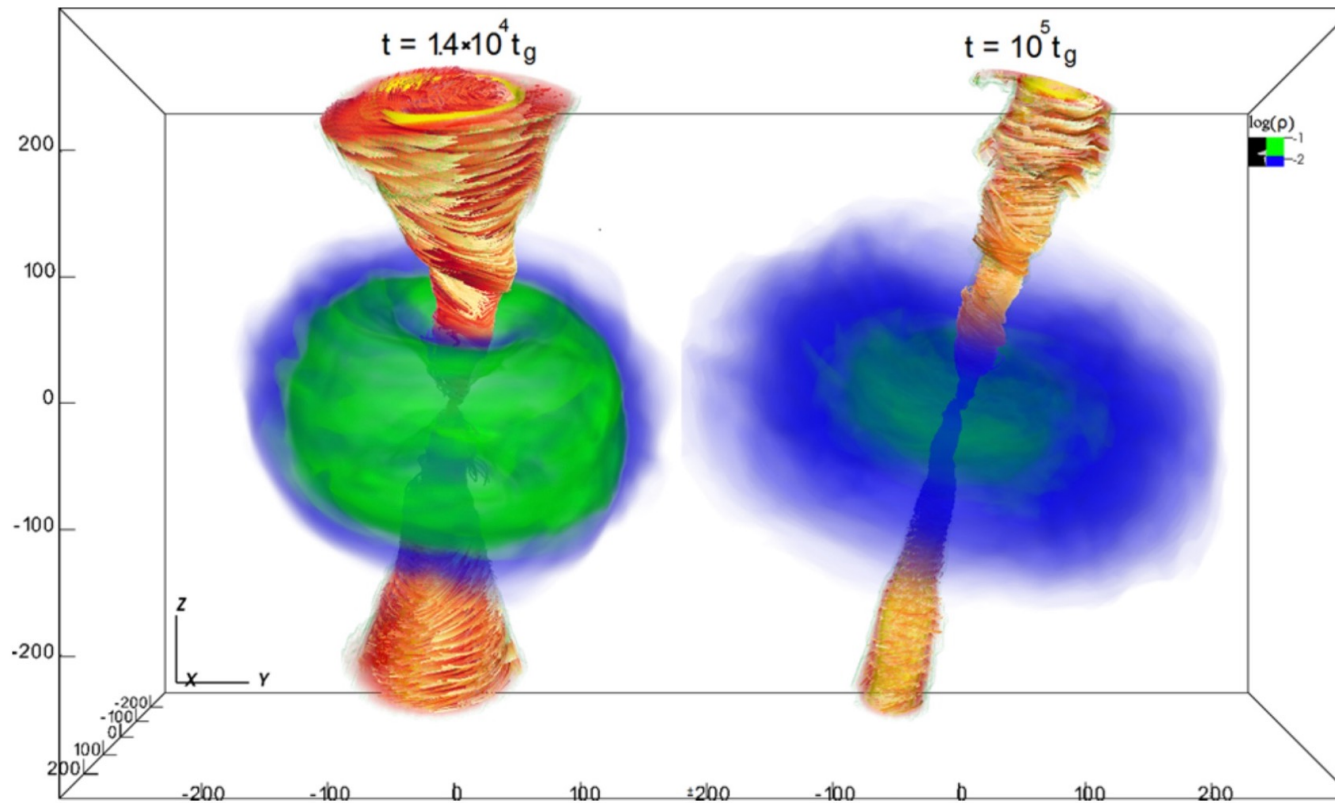
Retour sur le premier cours

2. Simulations de jets astrophysiques



Retour sur le premier cours

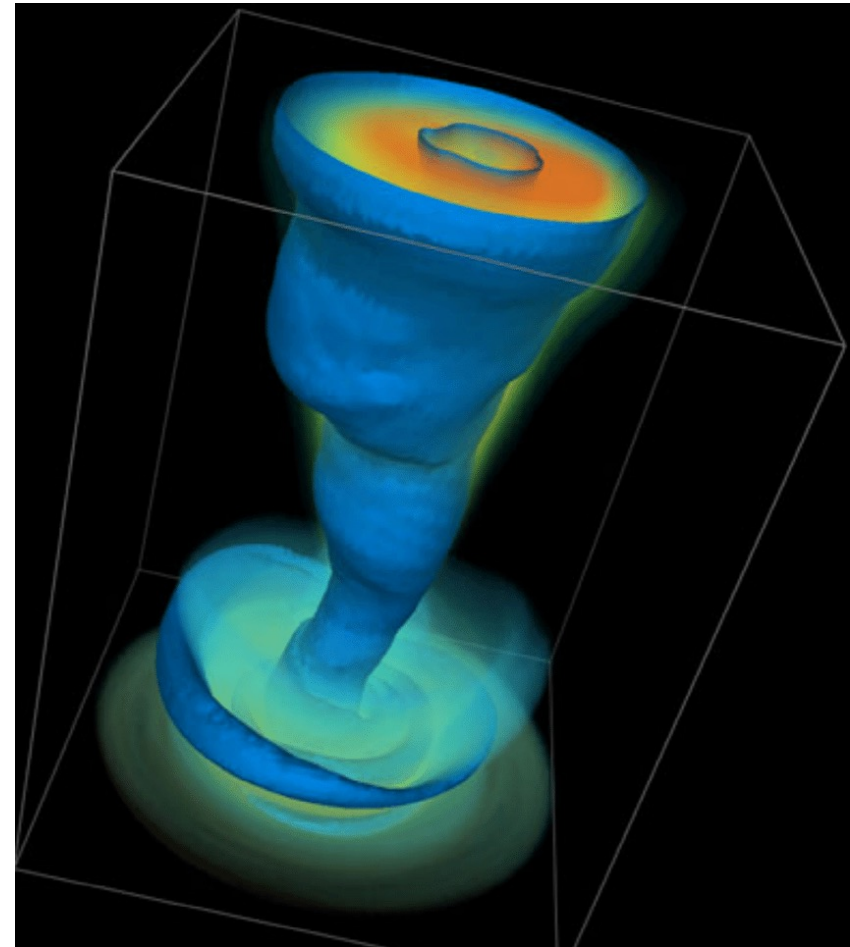
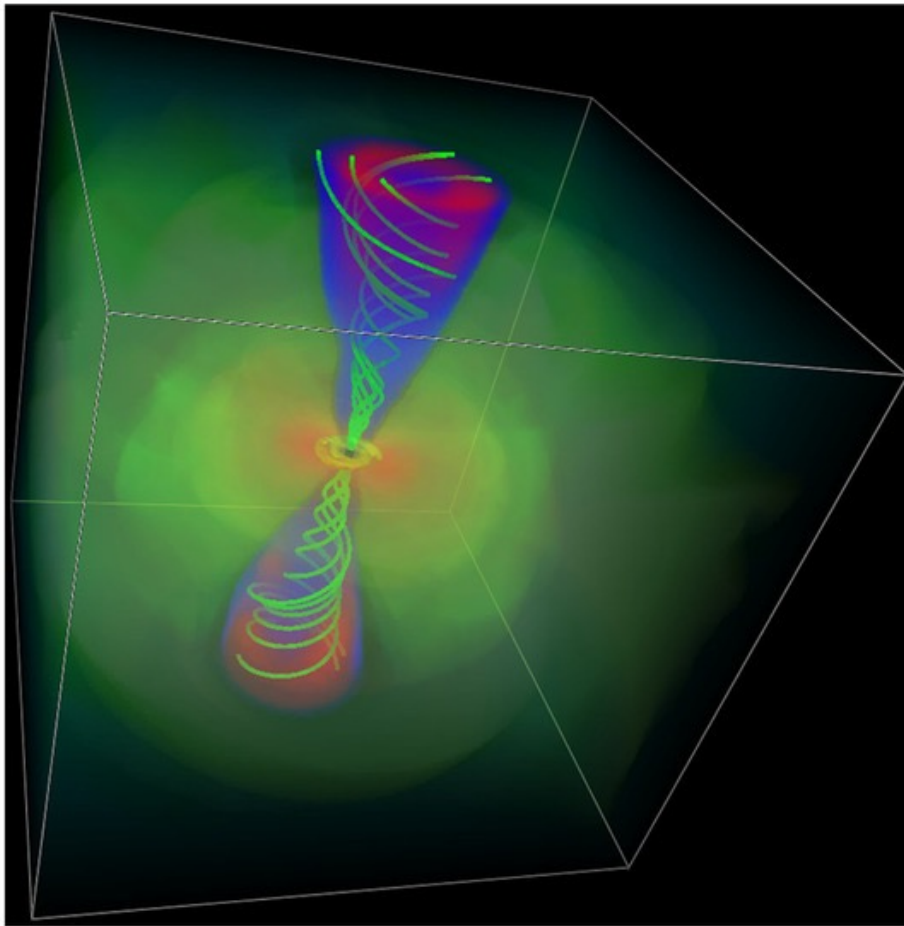
2. Simulations de jets astrophysiques



Mizuno 2022

Retour sur le premier cours

2. Simulations de jets astrophysiques



Marti 2019 <https://doi.org/10.3390/galaxies7010024>

Retour sur le premier cours

2. Simulations de jets astrophysiques

- Centres nationaux de calcul : GENCI

. IDRIS (CNRS à Orsay)

Supercalculateur Jean Zay : HPE SGI 8600 de **36,20 Pflops**
(90 000 cœurs)

. TGCC (CEA à Bruyères le Châtel)

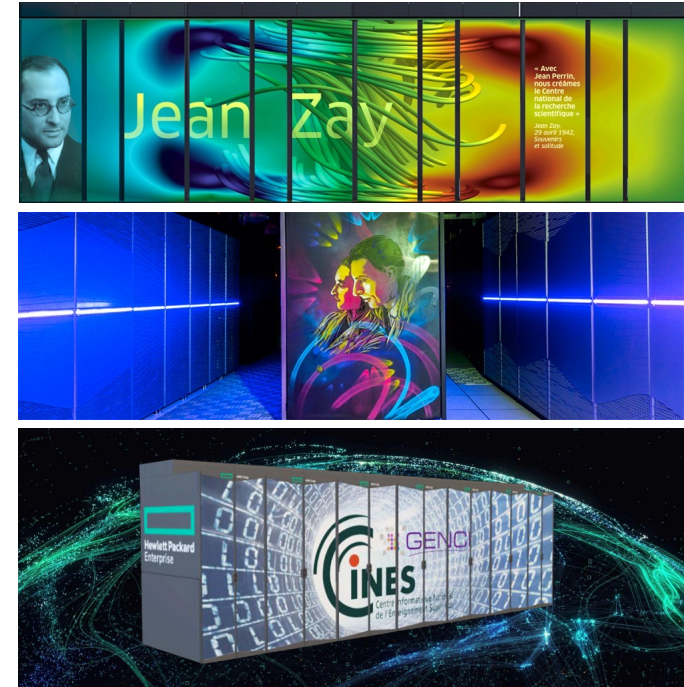
Supercalculateur Joliot-Curie/Irene : Bull Sequana X1000 et XH2000 de **20,00 Pflops**

. CINES (Universités à Montpellier)

Supercalculateur Adastra : HPE Cray EX4000 de **74,10 Pflops**
(125 000 cœurs)

=> Quasiment 1 milliard de milliards d'opérations /s

-> des centaines de milliers d'heures CPU sur un projet



1 Pflops = 10^{15} ou 1 million de milliards
d'opérations par seconde

Retour sur le premier cours

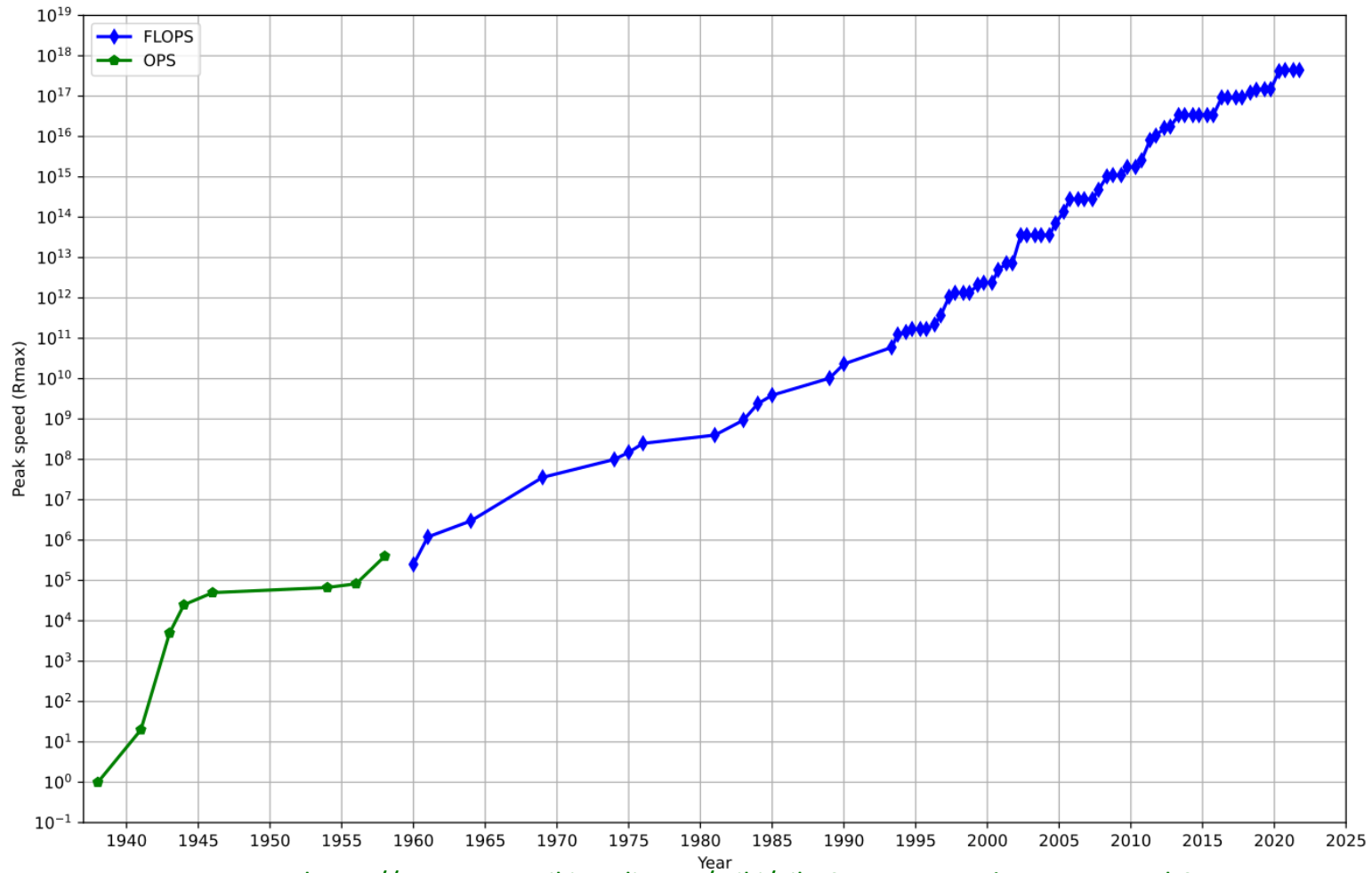
10^{18} opérations



Ordi portable



1 opération

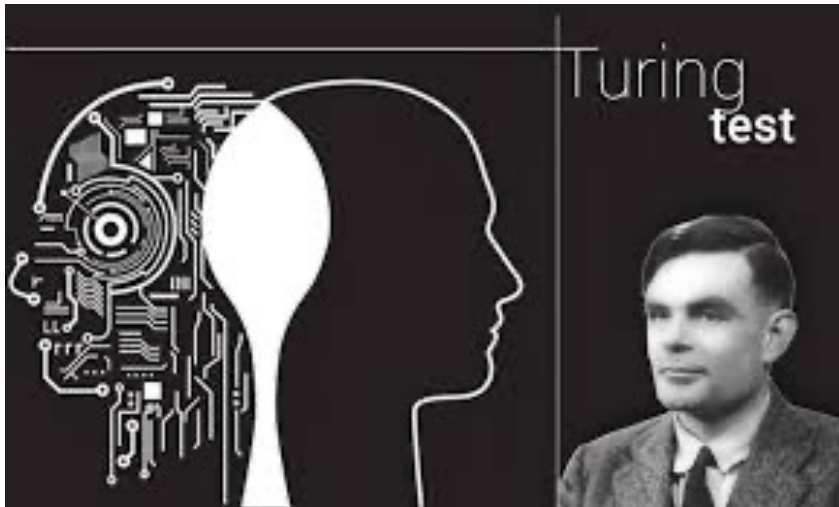


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Supercomputing-rmax-graph2.svg>

1 Pflops = 10^{15} opérations par seconde

II. C'est quoi l'intelligence artificielle (IA) ?

Exemples



<https://intelligence-artificielle.com/test-de-turing/>



<https://visiongenius.ai/blog/what-is-the-turing-test>

II. C'est quoi l'intelligence artificielle (IA) ?

Exemples

1. Histoire et origine de l'IA

2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

- **Mésopotamie et Egypte**

-> Listes de plantes, animaux, ... débuts de la **classification** ! Débuts de la connaissance scientifique !

-> Les nombres et systèmes de numération

-> Tables de multiplication, racines ...

base 10 (égyptiens) et base 60 (mésopotamiens)

-> Motivation pratique pour calculer le nombres d'ouvriers nécessaires à une construction, les surfaces de terrains, angles d'inclinaison pour la construction de pyramides ...

3000 avant JC

𐎠 1	𐎠𐎵 11	𐎠𐎵𐎠 21	𐎠𐎵𐎠𐎵 31	𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 41	𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 51
𐎠𐎵 2	𐎠𐎵𐎵 12	𐎠𐎵𐎵𐎠 22	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵 32	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 42	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 52
𐎠𐎵𐎵 3	𐎠𐎵𐎵𐎵 13	𐎠𐎵𐎵𐎵𐎠 23	𐎠𐎵𐎵𐎵𐎠𐎵 33	𐎠𐎵𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 43	𐎠𐎵𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 53
𐎠𐎵𐎵𐎠 4	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵 14	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 24	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 34	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 44	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 54
𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵 5	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎵 15	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠 25	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵 35	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 45	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 55
𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 6	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 16	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 26	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 36	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 46	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 56
𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 7	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎵 17	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠 27	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵 37	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 47	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 57
𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 8	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 18	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 28	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵 38	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎠 48	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎠𐎵 58
𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠 9	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵 19	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎠 29	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎠𐎵 39	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠 49	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎠𐎵𐎠𐎵 59
𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵 10	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎵 20	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎵𐎠 30	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵 40	𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠𐎠𐎵𐎵𐎠𐎵𐎠 50	

1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



De Platon, Aristote (- 400 av J.-C.) à Ptolémée

- La science de la Grèce antique

-> La synthèse par Ptolémée => traité d'astronomie :
l'Almageste (Terre au centre de l'univers)

- Un modèle mathématiquement complexe et précis de l'univers, qui s'imposera pendant 14 siècles jusqu'à Copernic (1540)

Claude Ptolémée ,
appelé **Ptolémée** (Ptolémaïs de Thébaïde
(**Haute-Égypte**), né vers 100 et mort vers 168



1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

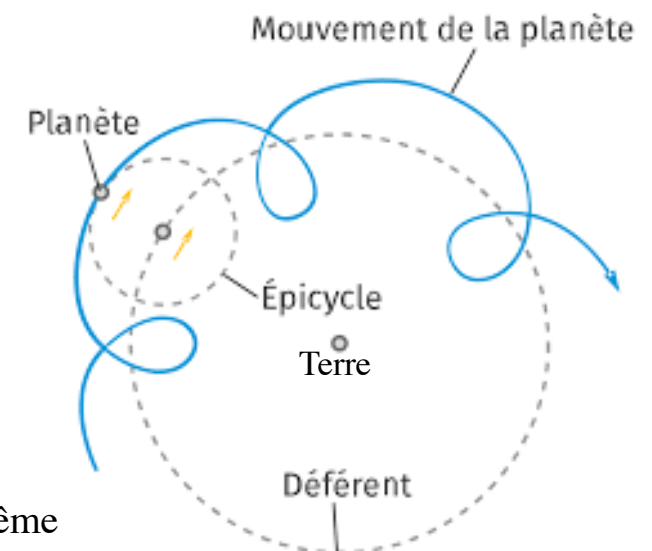
- La science de la Grèce antique
- > La synthèse par Ptolémée => traité d'astronomie:
l'Almageste (Terre au centre de l'univers)



Mouvement rétrograde apparent de Mars
(Planète en Grec -> vagabond)

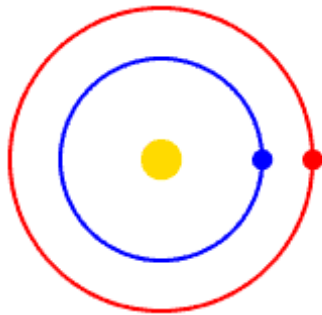
⇒ expliqué par
les épicycles !

Mouvement circulaire autour
d'un point qui effectue lui-même
un mouvement circulaire autour de la Terre

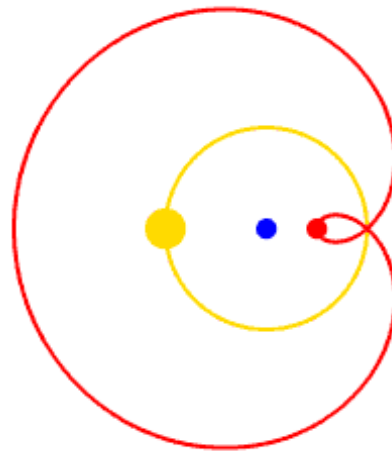


1. Histoire et origine de l'IA

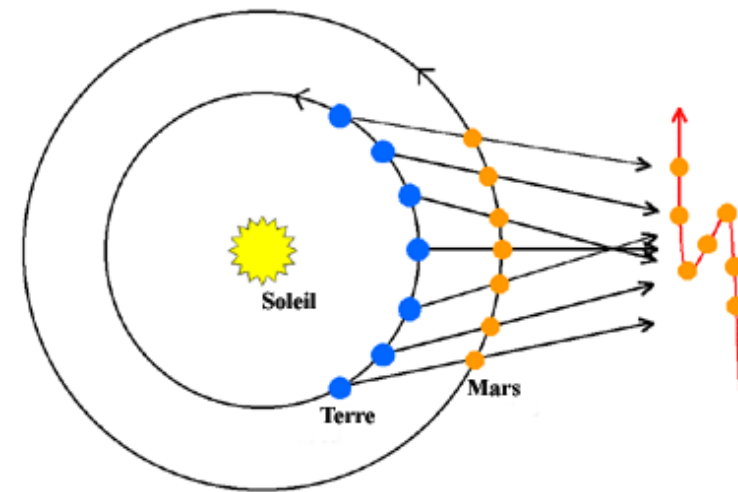
Aux sources de l'IA



Repère solaire



Repère terrestre

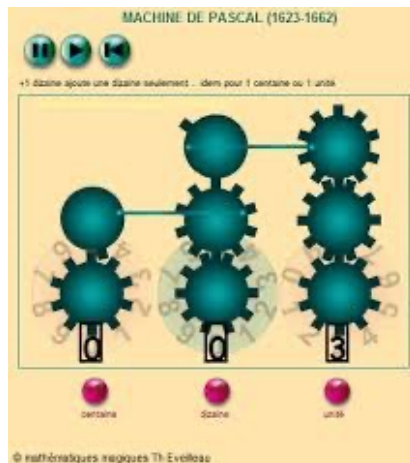


Mouvement apparent vu du repère terrestre + 3^{ème} loi Kepler

1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

- La calculatrice (mécanique) de Blaise Pascal (1645)
-> Pascaline



Pascaline d'origine au musée du CNAM

1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

- De 1822 à 1843 : Prémices de la programmation (**Charles Babbage**) :
 - cylindres de programmation à picots/cartes jacquard -> automates (tissage, musique)
- 1843 : écriture d'un algorithme pour calculer les nombres de Bernoulli sur la future machine analytique de Babbage

Ada Byron, comtesse de Lovelace. On lui attribue également la rédaction du premier programme informatique, bien que les historiens ne s'entendent pas sur l'importance relative d'Ada Lovelace par rapport à celle de Charles Babbage dans le développement de ce programme. (**langage ADA en 1980**)

- 1876 : analyseur différentiel de James Thomson (équations différentielles)
- 1890 : machines de Hollerith à lire les cartes perforées



1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

Les années 1940 et le début de la cybernétique

- Une poignée de scientifiques de différentes disciplines (mathématiques, psychologie, ingénierie, économie et science politique) commencent à discuter de la possibilité de créer un cerveau artificiel (origines de la cybernétique).
- 1941 : le Z3, calculateur programmable (électro-mécanique) de Konrad Zuse
- 1942 : décryptage d'Enigma au Bletchley Park par Turing
Machine de cryptanalyse (Bombe de Turing)



L'Enigma est une machine à chiffrer inventée initialement par Arthur Scherbius et Richard Ritter en 1918

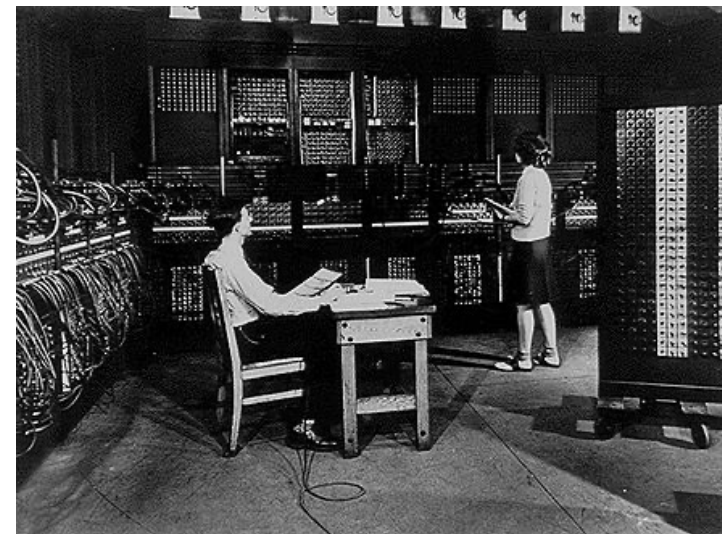
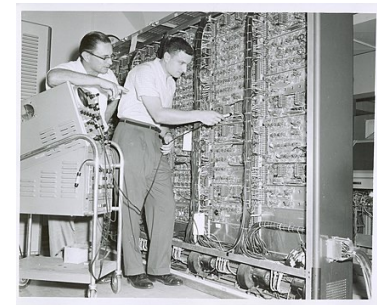
1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

Les premiers ordinateurs

- **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator And Computer*)
- calculateur entièrement électronique sauf entrées/sorties
au bureau de recensement américain
- **A l'origine de l'informatique**, une machine géante de
30 tonnes, composée de 19.000 tubes, occupant une surface de 72 m².
Elle mesure pas moins de 20m de long et 2,50m de haut.

Cette machine, baptisée **ENIAC**, a été inaugurée
le 15 février 1946 à l'université de Pennsylvanie.



1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA

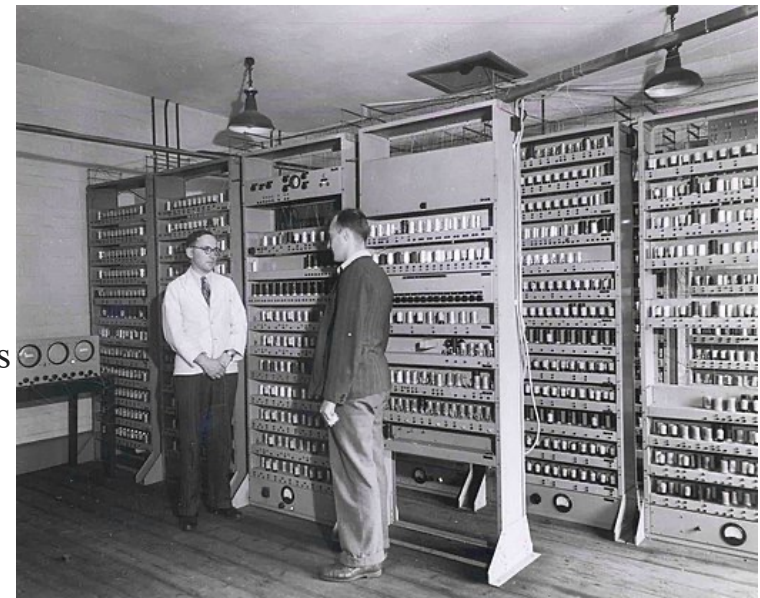
Les premiers ordinateurs

- **EDSAC** (*Electronic Delay Storage Automatic Calculator*)
ordinateur électronique à programme enregistré

L'EDSAC est constitué de 142 châssis répartis à travers 12 étagères de 180cm de haut, abritant environ 3400 tubes électroniques

L'EDSAC est la première machine connue à comprendre un amorceur, permettant de charger un programme plutôt que de saisir ses instructions manuellement, comme sur l'ENIAC

mai 1949 (Cambridge UK)



1. Histoire et origine de l'IA

Aux sources de l'IA



série IBM 360 (1965)



série IBM 1130 (1970)
(32 ko de RAM)



Apple 1984



Cray 1976

Jean Zay
HPE SGI 8600 'supercomputer'
à Orsay (CNRS)

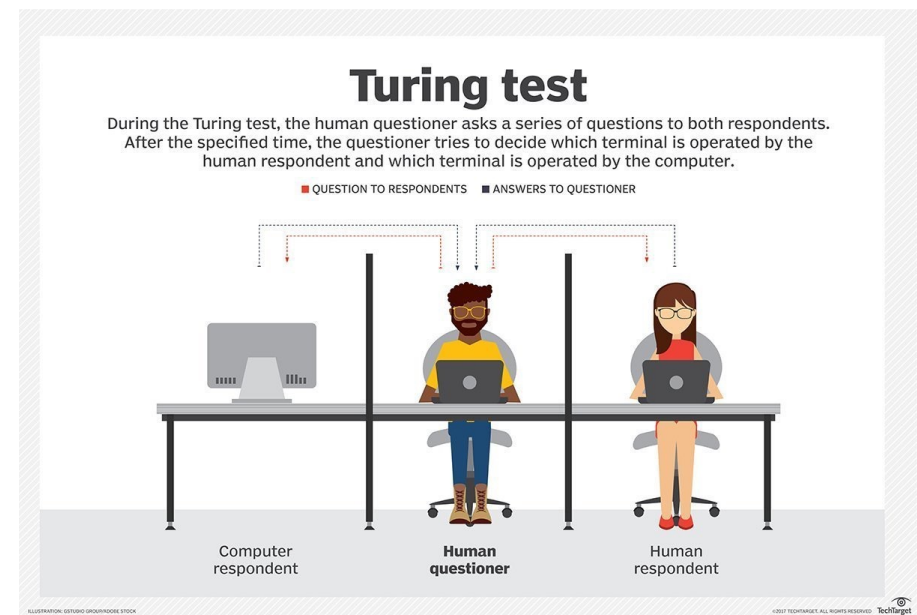


1. Histoire et origine de l'IA

Définition de l'IA

Le test de Turing est une méthode permettant de déterminer si un ordinateur est capable de penser comme un humain.

L'interrogateur pose des questions à la personne et à l'ordinateur selon une forme préétablie, dans un domaine et un contexte donnés, et pendant une durée prédéfinie.



1. Histoire et origine de l'IA

Définition de l'IA

ChatGPT

IA conversationnelle de Microsoft

...

HU Connais tu la MHD ideale ?

La MHD idéale désigne la magnétohydrodynamique idéalisée, qui est une théorie physique qui étudie les propriétés des fluides conducteurs de l'électricité soumis à un champ magnétique. Les hypothèses de base de cette théorie sont que les fluides sont parfaitement conducteurs, qu'ils sont incompressibles et qu'il n'y a pas de dissipation d'énergie ou de viscosité. Cette théorie est utilisée pour décrire de nombreux phénomènes physiques tels que la génération de champs magnétiques dans les étoiles et les planètes, les jets d'étoiles et les instabilités dans les plasmas.



HU es tu sûr pour incompressible ?

Je m'excuse, j'ai fait une erreur dans ma réponse précédente. En réalité, la MHD idéale ne suppose pas nécessairement que le fluide est incompressible. Les équations de la MHD idéale peuvent être utilisées pour décrire les mouvements de fluides compressibles, mais il y a des hypothèses de base supplémentaires qui doivent être satisfaites pour que ces équations soient valides, comme l'absence de dissipation d'énergie, viscosité, et une conductivité électrique infinie.



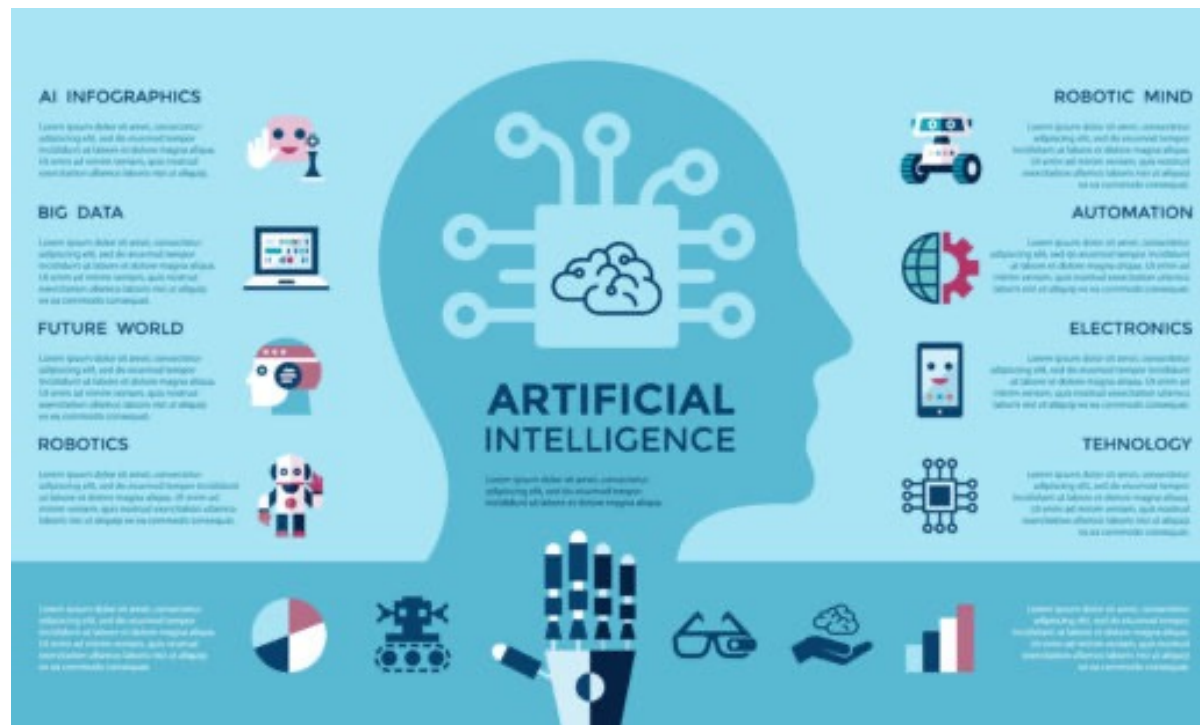
HU connais tu la MHD idéale ?

Oui, je connais la MHD idéale. La MHD idéale est une théorie physique qui étudie les propriétés des fluides conducteurs de l'électricité soumis à un champ magnétique. Les équations de la MHD idéale décrivent comment les forces électromagnétiques et les forces de pression interagissent pour produire des mouvements de fluides. Cette théorie est utilisée pour décrire de nombreux phénomènes physiques tels que la génération de champs magnétiques dans les étoiles et les planètes, les jets d'étoiles et les instabilités dans les plasmas. Il est important de noter que la MHD idéale suppose que le fluide est conducteur d'électricité, et que les effets dissipatifs comme la viscosité et la dissipation d'énergie sont négligeables.



1. Histoire et origine de l'IA

Définition de l'IA



II. C'est quoi l'intelligence artificielle (IA) ?

Exemples

1. Histoire et origine de l'IA

2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

Exemples d'application de l'IA

- Robotique classique

-> percevoir l'environnement, détecter les obstacles, se localiser, se déplacer, décider des tâches ...



- Robotique moderne

-> reconnaître les formes, les objets, ... prendre des décisions en autonomie

=> Utilisation de réseaux de neurones



2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

Exemples d'application de l'IA

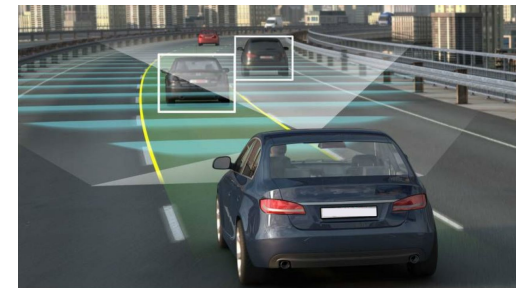
- Navigation (IA classique)

De nombreuses applis de navigation misent sur l'IA pour évaluer en temps réel l'état du trafic, repérer d'éventuelles zones de danger (accidents, travaux, radars) et calculer l'itinéraire le plus rapide.



- Conduite autonome (IA moderne)

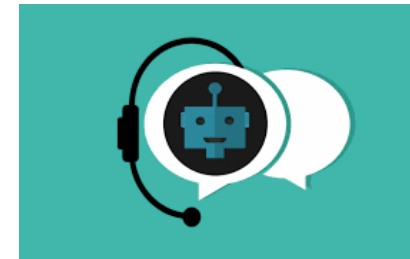
l'IA est au cœur de la mobilité du futur. Les véhicules autonomes s'adaptent à une multitude de situations. Non seulement ils diminuent le risque d'erreur humaine au volant, mais ils intègrent automatiquement les préférences de leur conducteur(-trice), en activant par exemple les sièges chauffants en hiver. Sécurité, oui, mais confort aussi !



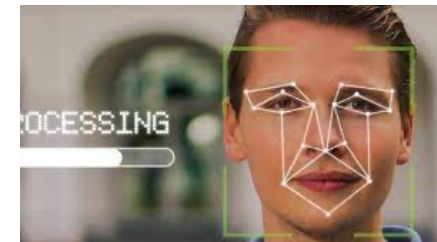
2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

Exemples d'application de l'IA

- **Agents conversationnels** (reconnaissance du langage, réponses aux questions à partir d'une base de données ...
IA classique -> IA moderne (réseaux neuronaux)



- **Reconnaissance faciale** (vérification d'identité à distance)
IA moderne (réseaux de neurones)

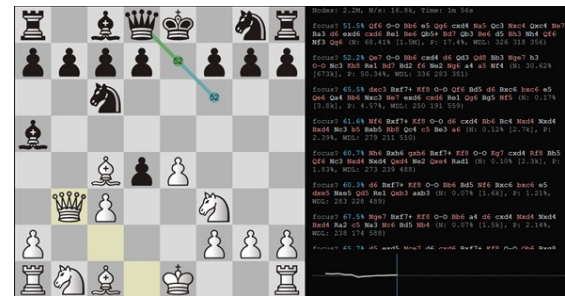


2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

Exemples d'application de l'IA

- Les échecs

En 1997 lors de la défaite de Kasparov, alors champion du monde d'échecs et l'un des meilleurs joueurs de tous les temps, contre l'IA Deep Blue d'IBM



-> analyse systématiquement plus de 100 millions de coups possibles par seconde.

«Après avoir fait les calculs en profondeur», ce que lui permet sa très grande puissance, «elle évalue des positions». A l'opposé, l'homme sait d'abord «sentir», «voir» les coups, avant de les calculer.

-> Ce n'était pas réellement une IA au sens moderne du terme

II. C'est quoi l'intelligence artificielle (IA) ?

Exemples

1. Histoire et origine de l'IA

2. Exemples d'utilisation d'IA dans la vie courante

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Finalité :

-> pour par exemple
lire les chèques



Figure 1: Reconnaissance de chiffres écrits à la main

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Etapes pour construire l'IA :

1^{ère} Banque de données



Classes



1) Apprentissage (learning)

Réseau neuronal



Figure 1: Reconnaissance de chiffres écrits à la main

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Etapes pour construire l'IA :

1^{ère} Banque de données



2^{nde} Banque de données



Classes



1) Apprentissage (learning)

Réseau neuronal



2) Test

Valider la fiabilité
à x %

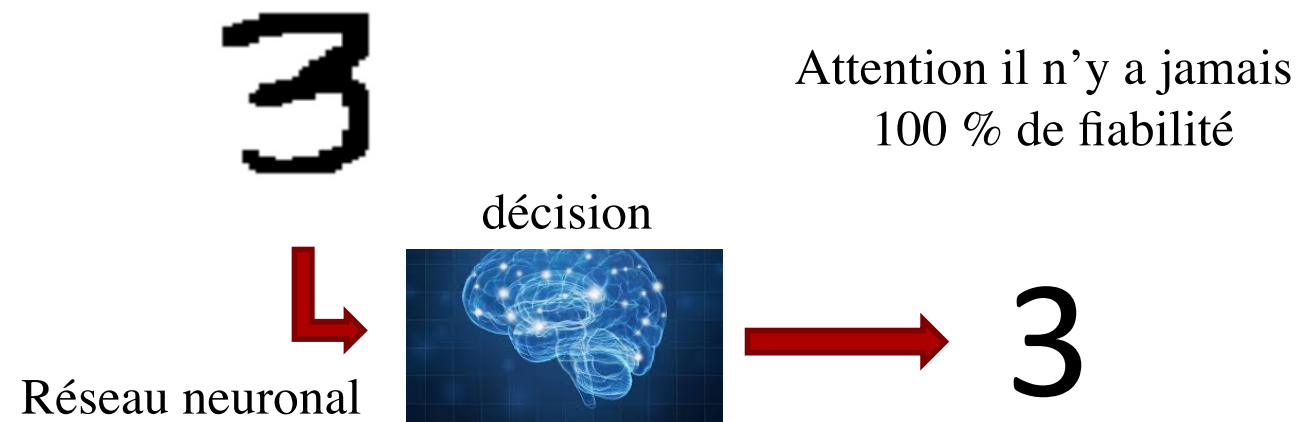
Figure 1: Reconnaissance de chiffres écrits à la main

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Utilisation de l'IA : une fois le réseau entraîné (les 2 étapes précédentes)

Ceci s'appelle le **machine learning**

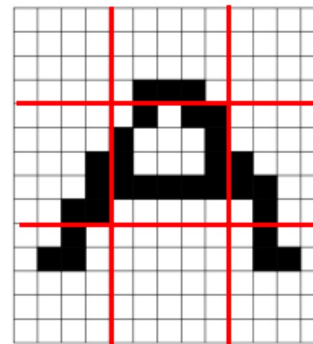


3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- **Apprentissage : lecture des valeurs de V pour la base de données**

caractère



$$V = (0, 3, 0, 4, 12, 4, 3, 0, 3)$$

Nombre de pixels occupés sur les 9 secteurs

. Principe :

- Attribue une '**valeur**' **V** (suite de nombres qui représente par exemple dans les secteurs le nombre de pixels occupés)
- Chaque classe a donc une valeur **V** la définissant

. Problème : mais pour chaque classe, il y a des variantes pour un même chiffre ...
-> valeur moyenne pour V avec des écarts

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- **Décision** : comparaison de la valeur mesurée avec les valeurs moyennes des classes
 - > écart avec les valeurs de V
 - > le plus petit écart donnera la classe avec un indice de confiance maximal



- > attention si l'indice de confiance est faible
=> caractère incertain ou inconnu !

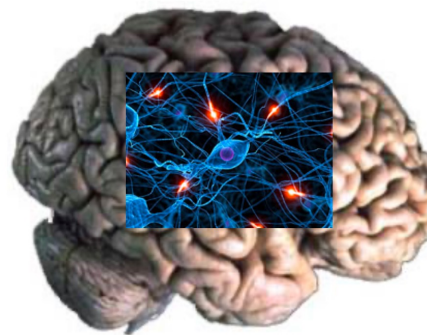
En pratique on verra que 1 secteur = 1 pixel => exemple en fin de séance avec
28 par 28 = 784 pixels

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage et décision : réseau de neurones

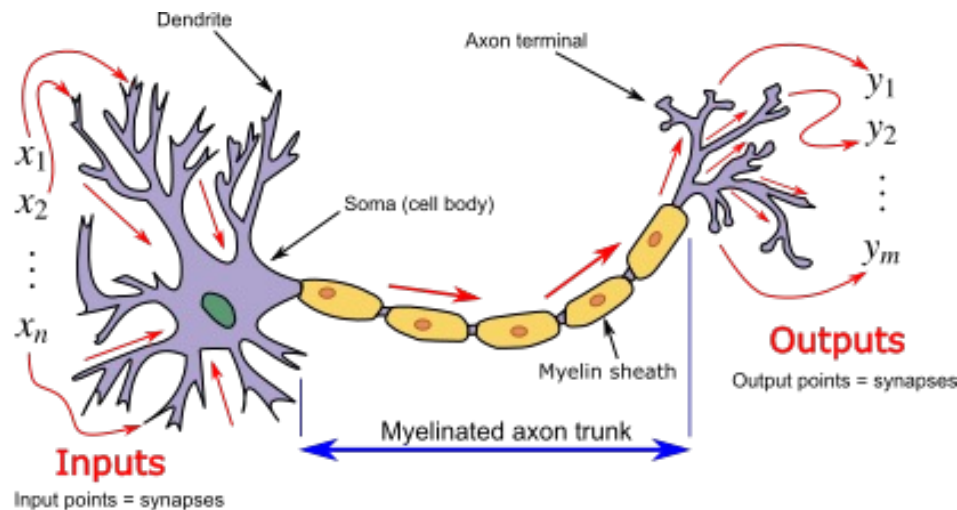
- Récepteur des perceptions issues des 5 sens
- Capacité d'analyse et d'apprentissage
- Centre de contrôle des organes moteurs du corps humain
- Architecture composée de 10^{11} neurones reliés chacun à 100 autres neurones en moyenne



3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage et décision : réseau de neurones



- Dendrites (entrées)
- Cellule centrale
- Axone (sortie)

Le neurone biologique

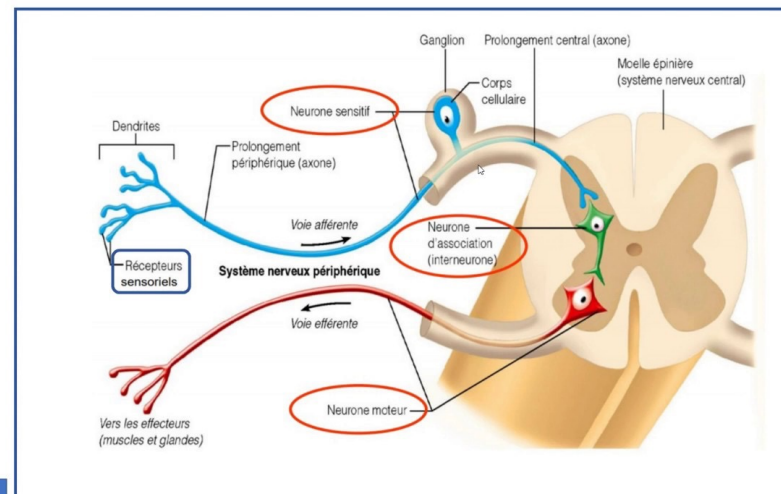
3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage et décision : Réseau de neurones

Les neurones sensitifs transmettent les influx des récepteurs sensoriels vers le système nerveux central.

Les neurones moteurs transmettent les influx depuis le système nerveux central vers les muscles et les glandes.

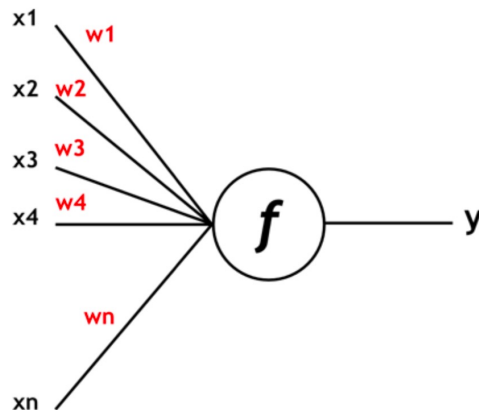


3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage et décision : réseau de neurones

Reproduction du fonctionnement biologique



- Entrées : x_1, x_2, \dots
- Poids : w_1, w_2, \dots
- Fonction : f (opération)
- Sortie : $y \Rightarrow$ décision

La réponse sera binaire
(oui ou non)

Le perceptron (Rosenblatt, 1958)

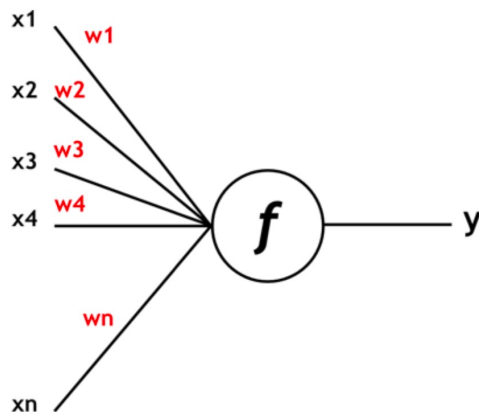
Perceptron ou neurone formel

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/décision : réseau de neurones

Reproduction du fonctionnement biologique



Le perceptron (Rosenblatt, 1958)

Problème simple de prise de décision

-> aller voir un film au cinéma ?

-> x_1 (valeur 0 ou 1) : météo

-> x_2 (valeur 0 ou 1) : temps trajet

-> x_3 (valeur 0 ou 1) : accompagné ou pas

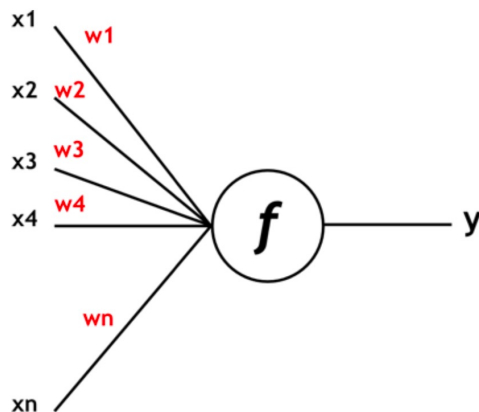
Décision : oui si pas seul et, soit il fait beau soit temps-trajet < 30 mn

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/décision : réseau de neurones

Reproduction du fonctionnement biologique



Poids w_i ?
 f ?

Opérations
simples

Le perceptron (Rosenblatt, 1958)

Problème simple de prise de décision

-> aller voir un film au cinéma ?

-> x_1 : météo (vaut 0 ou 1)

$w_1 = ?$

-> x_2 : temps trajet (vaut 0 ou 1)

$w_2 = ?$

-> x_3 : accompagné (vaut 0 ou 1)

$w_3 = ?$

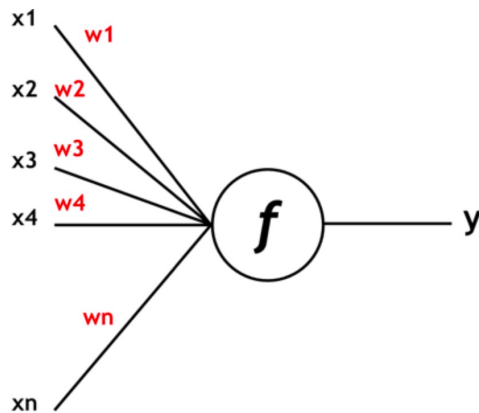
Décision : oui si pas seul et, soit il fait beau soit temps-trajet < 30 mn

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/décision : réseau de neurones

Reproduction du fonctionnement biologique



Le perceptron (Rosenblatt, 1958)

Problème simple de prise de décision

-> aller voir un film au cinéma ?

-> x1 : météo (vaut 0 ou 1)

w1 vaut 1

-> x2 : temps trajet (vaut 0 ou 1)

w2 vaut 1

-> x3 : accompagné (vaut 0 ou 1)

w3 vaut 2

Bon choix
des poids w_i
et du seuil (biais = 3)



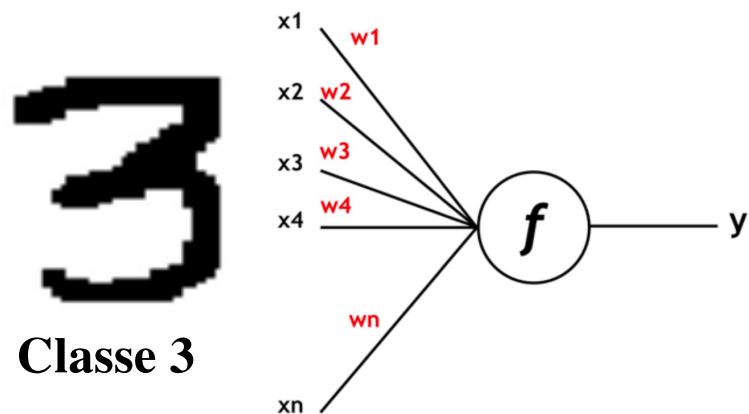
$y = w1 x1 + w2 x2 + w3 x3$
si $y > 3$ -> oui !
si $y < 3$ -> non !

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/décision : réseau de neurones

Reproduction du fonctionnement biologique



Le perceptron (Rosenblatt, 1958)

- Les entrées x_1, x_2, x_3, \dots seront les nombres constituant la valeur V
- Les poids w_1, w_2, w_3, \dots et le **biais** seront déterminés de façon à satisfaire tous les chiffres 3 de la banque de données par un algorithme de type itératif !

C'est l'entraînement !

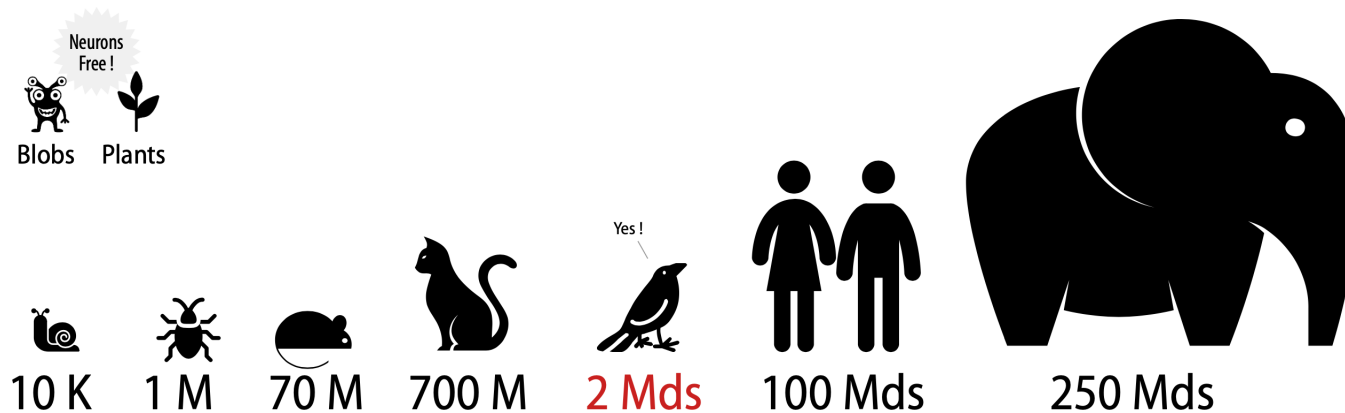
- > avec une méthodologie 'essai-récompense'
voir prochain cours

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/décision : réseau de neurones

Un seul neurone est insuffisant !

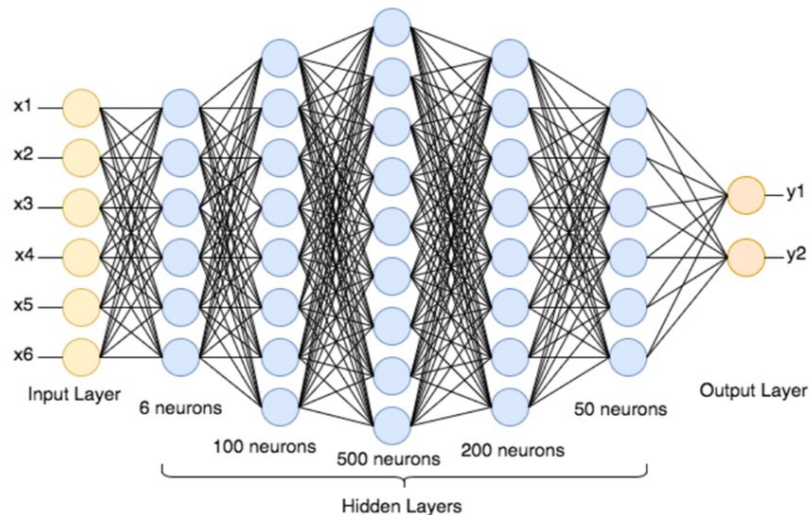


Source fidle: <https://fidle.cnrs.fr> :

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/Décision : réseau de neurones



Plusieurs couches dites cachées de neurones

En pratique, on à plutôt ceci !

- Les poids sont beaucoup plus nombreux
- La fonction f 'globale' plus complexe
voir prochain cours

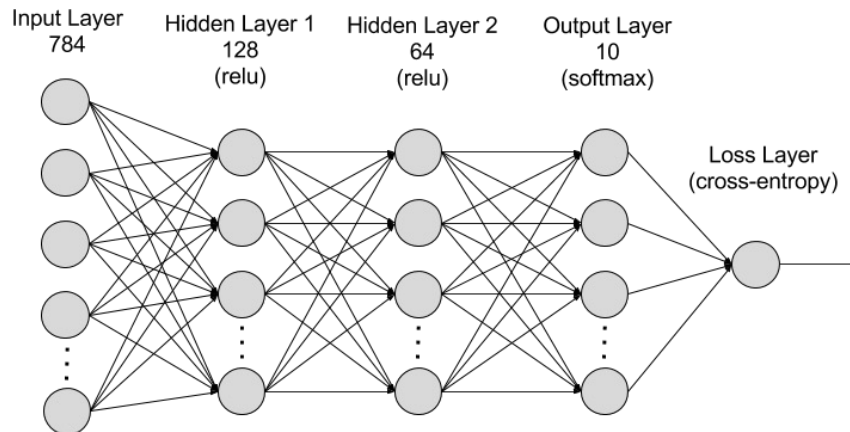
=> permet d'apprendre toutes les classes de chiffres avec un même jeu de poids

'deep learning' ou apprentissage profond

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- Apprentissage/Décision : réseau de neurones



784 entrées et 10 sorties

3

=> Décision de la classe 3 avec un indice de confiance (par exemple 99 pour-cent)

En pratique, on à plutôt ceci !

- Les poids sont beaucoup plus nombreux
- La fonction f 'globale' plus complexe
voir prochain cours

=> permet d'apprendre toutes les classes de chiffres avec un même jeu de poids

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- **Apprentissage/décision : réseau de neurones avec apprentissage supervisé**

DEMO en direct pour terminer !

La base de données MNIST pour Modified ou Mixed **National Institute of Standards and Technology**, est une base de données de chiffres écrits à la main. C'est un jeu de données très utilisé en apprentissage automatique

La reconnaissance de l'écriture manuscrite est un problème difficile, et un bon test pour les algorithmes d'apprentissage.

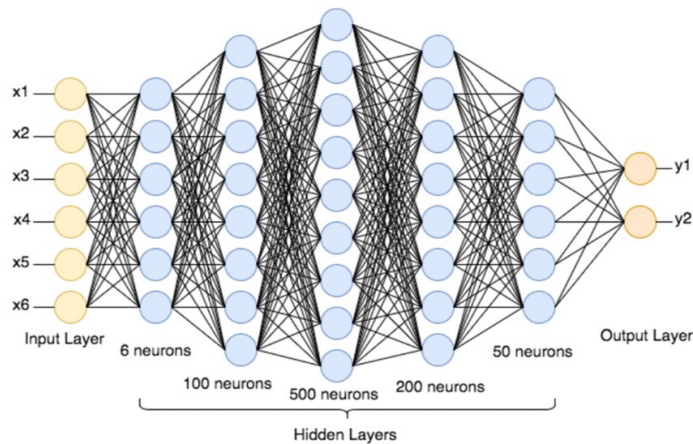
La base MNIST est devenue un test standard. Elle regroupe **60 000 images d'apprentissage** et **10 000 images de test**, issues d'une base de données antérieure, appelée simplement NIST¹. Ce sont des images en noir et blanc, normalisées centrées de **28 pixels de côté**.

Codes similaires disponibles sur github -> <https://github.com/topics/handwritten-digit-recognition>

3. Exemples d'utilisation d'IA : reconnaissance d'écriture

Exemples d'application de l'IA

- **Apprentissage/décision : réseau de neurones**



Prochain cours :

⇒ procédure au cœur des réseaux de neurones :
l'apprentissage !

⇒ Application aux lois de la physique !