

Introduction à l'intelligence artificielle et au machine learning

Historique

Définition – Test de Turing

Le but de l'intelligence Artificielle (IA) est de concevoir des systèmes capables de reproduire le comportement de l'humain dans ses activités de raisonnement.

La notion d'Intelligence Artificielle voit le jour dans les années 1950 grâce au mathématicien Alan Turing. Dans son livre « Computing Machinery and Intelligence », ce dernier soulève la question d'apporter aux machines une forme d'intelligence. Il décrit alors un test aujourd'hui connu sous le nom « Test de Turing » dans lequel un humain interagit à l'aveugle avec un autre humain, puis avec une machine programmée pour formuler des réponses sensées.

Si le sujet n'est pas capable de faire la différence, alors la machine a réussi le test et, selon l'auteur, peut véritablement être considérée comme « intelligente ».

Histoire

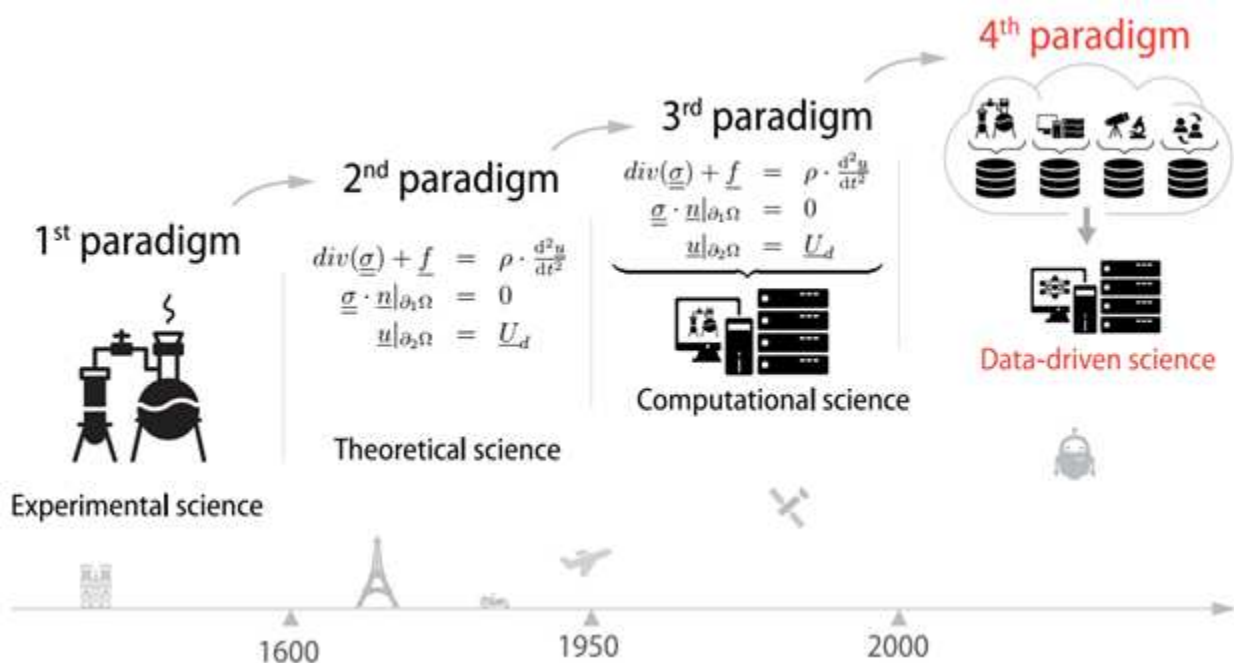
Les scientifiques ont abordé les sciences et techniques différemment selon les époques.

Au début, les sciences étaient essentiellement expérimentales. La connaissance provenait d'une succession d'essais avec des réussites et des échecs. Les sciences étaient exclusivement descriptives.

Du 17^{ième} jusqu'au début du 20^{ième} siècle, l'accent a été mis sur une théorisation des phénomènes physiques avec l'apparition d'un formalisme mathématique de plus en plus important. Ce sont les lois physiques qui permettent de prévoir le comportement de modèles formalisés mathématiquement. Les limites étant la complexité des modèles donnant lieu à des équations difficilement résolubles.

Avec l'apparition et le développement des ordinateurs, la fin du 20^{ième} siècle a mis l'accent sur la simulation de ces modèles mathématiques. Ainsi la complexité des modèles n'est plus une limite aux prédictions du comportement des systèmes réels.

Aujourd'hui on voit apparaître un quatrième paradigme : celui de la science des données. Le développement et l'accès facilité à des bases de données énormes permettent une approche centrée sur l'analyse de leurs contenus. Il n'y a plus de théorie comportementale du système. Mais les algorithmes qui utilisent ces très grandes bases de données permettent ainsi des prédictions basées sur des analyses statistiques.

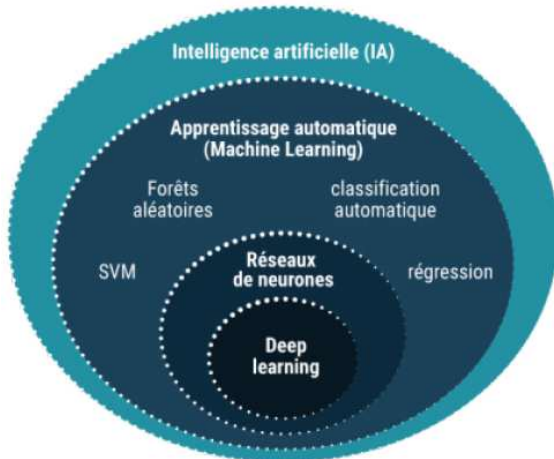
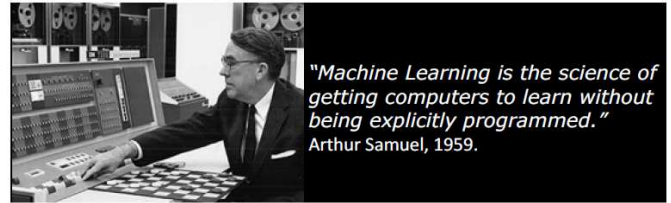


Machine Learning

Principes généraux et utilisation du Machine Learning

Le Machine Learning est un domaine d'étude de l'IA qui vise à donner aux machines la capacité d'apprendre. Cette technologie très puissante a permis le développement des voitures autonomes, de la reconnaissance vocale, et de tous les systèmes dits "intelligents" depuis le début du siècle.

Le Machine Learning consiste à laisser l'ordinateur apprendre quels calculs effectuer, plutôt que de lui donner ce calcul (c'est-à-dire le programmer de façon explicite).

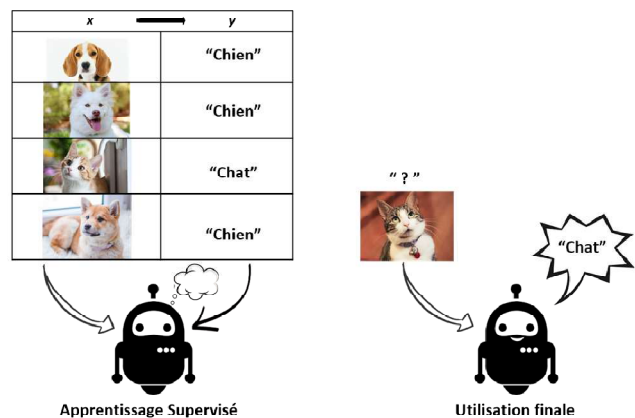


C'est en tout cas la définition du Machine Learning selon son inventeur Arthur Samuel, un mathématicien américain qui a développé un programme pouvant apprendre tout seul comment jouer aux Dames en 1959.

Un autre américain du nom de Tom Mitchell donna en 1998 une définition un peu plus moderne du Machine Learning en énonçant qu'une machine apprend quand sa performance à faire une certaine tâche s'améliore avec de nouvelles expériences.

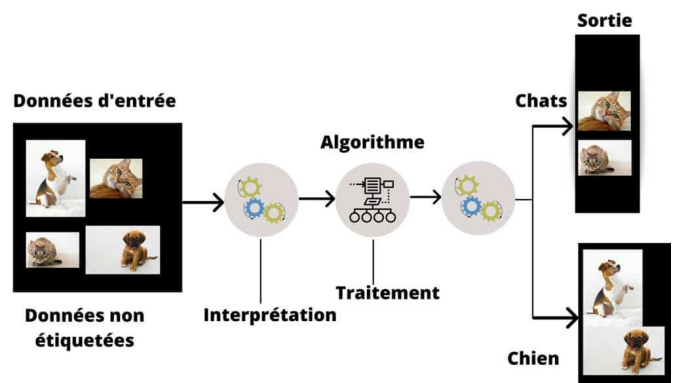
Trois méthodes d'apprentissage

⇒ L'apprentissage supervisé avec la classification qui permet de labelliser des objets comme des images et la régression qui permet de réaliser des prévisions sur des valeurs numériques. L'apprentissage est supervisé car il exploite des bases de données d'entraînement qui contiennent des labels ou des données contenant les réponses aux questions que l'on se pose. En gros, le système exploite des exemples et acquiert la capacité à les généraliser ensuite sur de nouvelles données de production.

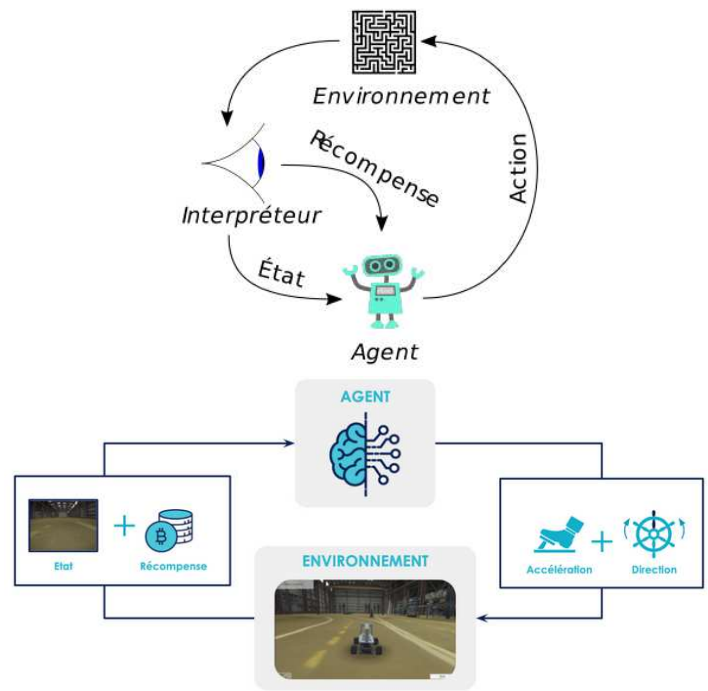


⇒ L'apprentissage non supervisé avec le clustering et la réduction de dimensions. Il exploite des bases de données non labellisées. Ce n'est pas un équivalent fonctionnel de l'apprentissage supervisé qui serait automatique. Ses fonctions sont différentes.

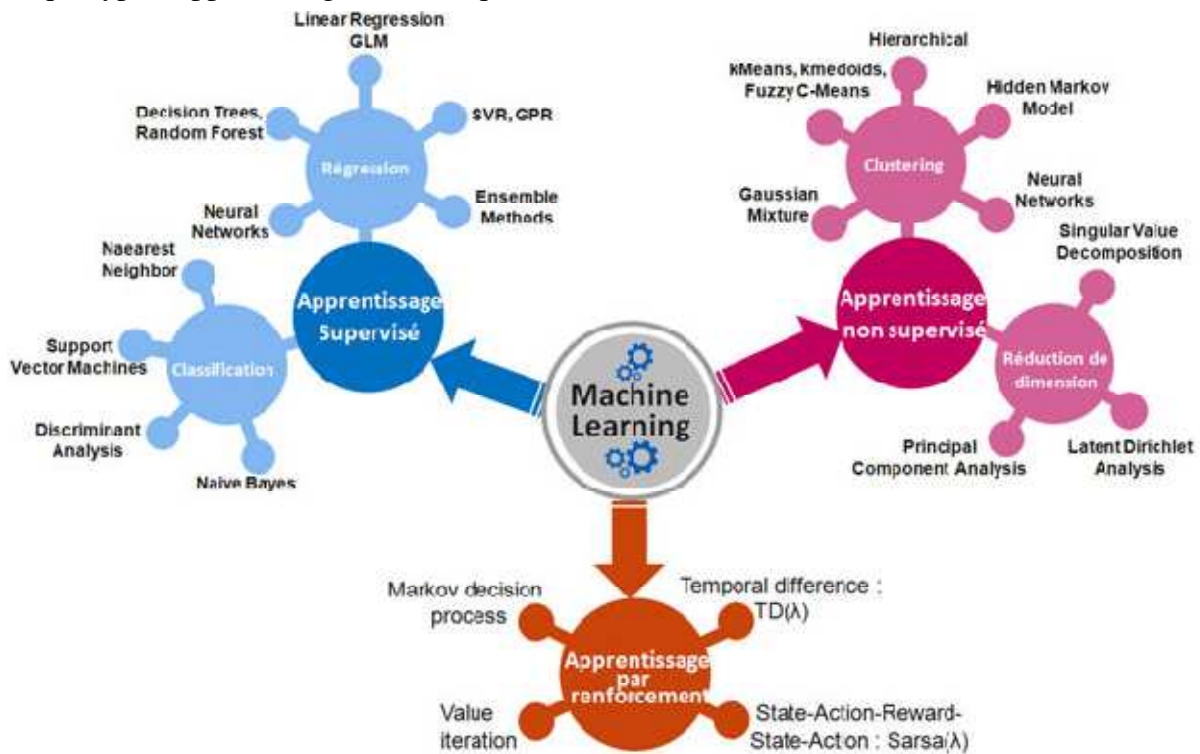
Le clustering permet d'isoler des segments de données spatialement séparés entre eux, mais sans que le système donne un nom ou une explication de ces clusters. La réduction de dimensions (ou embedding) vise à réduire la dimension de l'espace des données, en choisissant les dimensions les plus pertinentes. Du fait de l'arrivée des big-data, la dimension des données a explosé et les recherches sur les techniques d'embedding sont très actives.



⇒ L'apprentissage par renforcement pour l'ajustement de modèles déjà entraînés en fonction des réactions de l'environnement. C'est une forme d'apprentissage supervisé incrémental qui utilise des données arrivant au fil de l'eau pour modifier le comportement du système. C'est utilisé par exemple en robotique, dans les jeux ou dans les chatbots capables de s'améliorer en fonction des réactions des utilisateurs. Et le plus souvent, avec le sous ensemble du machine learning qu'est le deep learning. L'une des variantes de l'apprentissage par renforcement est l'apprentissage supervisé autonome notamment utilisé en robotique où l'IA entraîne son modèle en déclenchant d'elle même un jeu d'actions pour vérifier ensuite leur résultat et ajuster son comportement.



Dans les trois catégories décrites sommairement ci-dessous, on peut classer différents algorithmes pour chaque type d'apprentissage automatique :



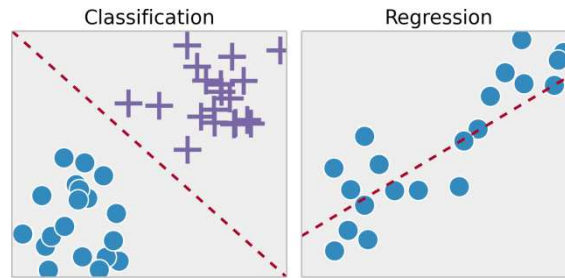
Le machine learning en CPGE

Dans le programme de CPGE, on s'intéresse à quelques algorithmes de machine learning :

- ⇒ Méthode des k plus proches voisins (ITC et SII) ;
- ⇒ Méthode des k-moyennes (ITC) ;
- ⇒ Réseaux de neurones (SII) ;

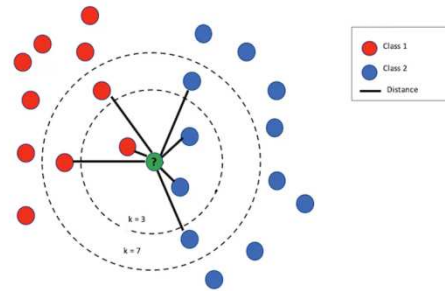
Cependant, ces trois algorithmes ne sont qu'une partie de l'ensemble des algorithmes possibles pour réaliser du machine learning. Il existe néanmoins trois grandes catégories d'algorithmes de machine learning qui ont principalement deux buts : la classification ou la régression.

Deux types de modèles de prédiction



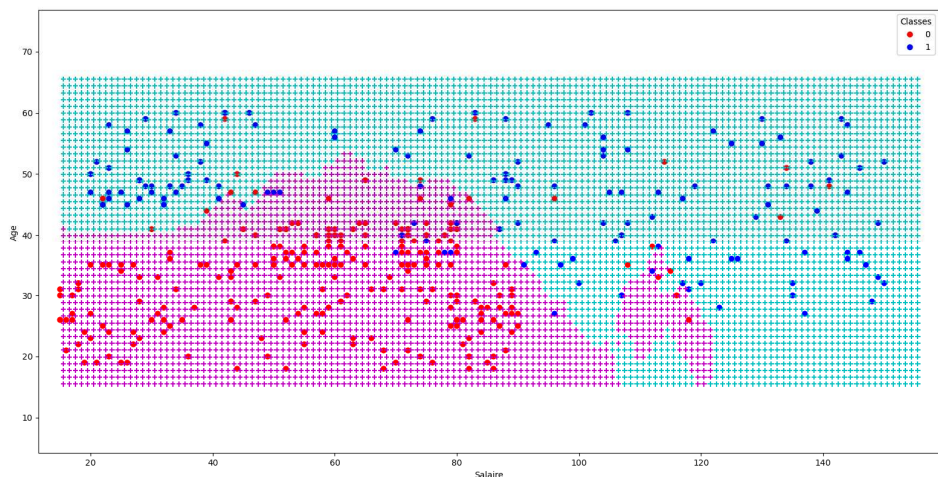
L'algorithme des K plus proches voisins (KNN : K Nearest Neighbour)

Il s'agit d'un algorithme de classification supervisée. Il permet le classifier un élément en fonction de plusieurs paramètres (ici deux car représentation plane). Il se base sur la proximité de l'élément à classifier des données du dataset les plus proches de cet élément



Ce n'est pas vraiment un algorithme par apprentissage. Même si parfois il est possible d'établir une table de prédiction en mémorisant le résultat des différents résultats d'un maillage.

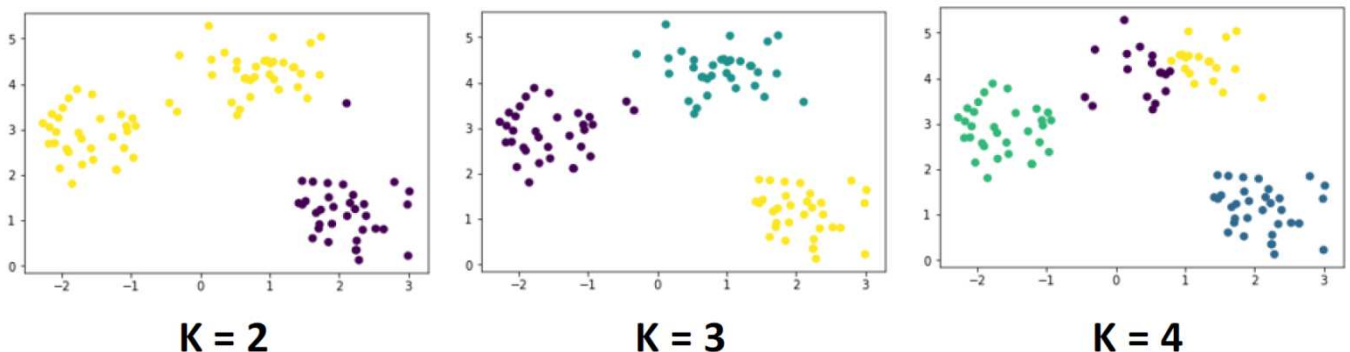
Exemple en marketing avec la potentialité d'achat d'un produit en fonction de l'âge et les revenus d'une personne.



L'algorithme des K moyennes (K Means Clustering)

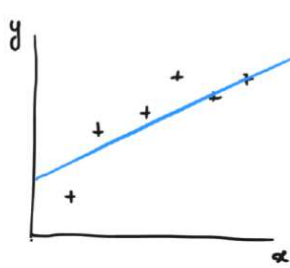
Le K-Mean Clustering est sans doute l'algorithme le plus populaire pour les problèmes de Clustering (regrouper des données selon leur structure commune). Il est souvent utilisé en marketing pour cibler des groupes de clients semblables pour certaines campagnes publicitaires.

C'est un algorithme de clustering non supervisé. On laisse la machine classifier les éléments du dataset dans plusieurs catégories. On peut néanmoins choisir le nombre de catégorie.

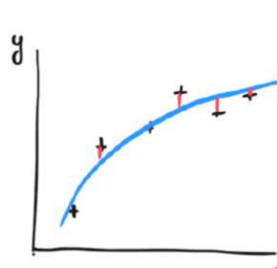


Les régressions

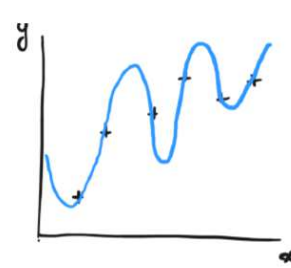
Ce n'est plus un problème de classification mais de prédiction d'une valeur de sortie continue. Trois exemples de régression univariable a un seul facteur.



$$Y = a.x + b$$

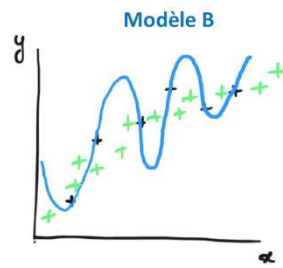
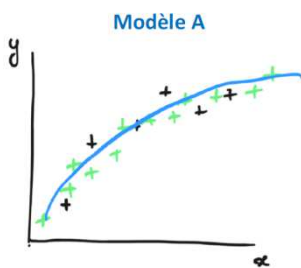


$$y = a.x^2 + b.x + c$$

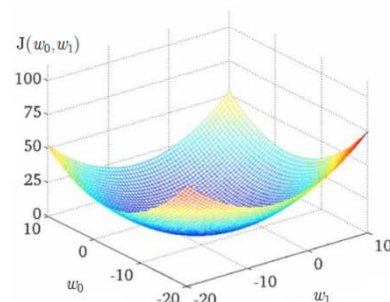


$$y = \sum_{i=0}^5 a_i.x^i$$

Quel est le meilleur modèle ?



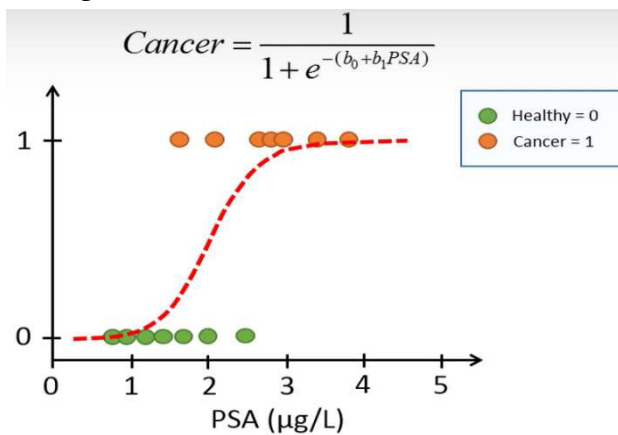
Un exemple de régression univariable (J) a deux facteurs (ω_0 , et ω_1).



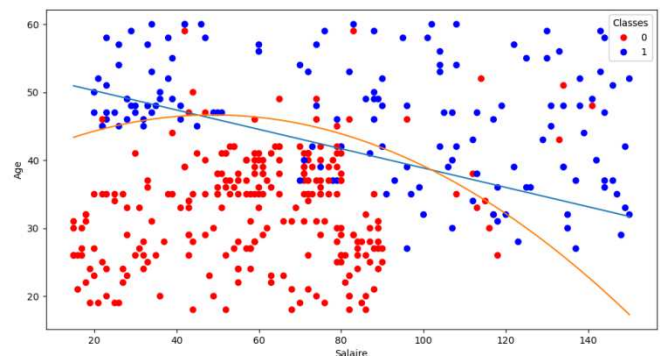
Les régressions logistiques

C'est un algorithme de classification.

Exemple avec une régression permettant de prédire la probabilité d'apparition d'un cancer avec un seul paramètre.



Exemple avec une régression permettant de prédire la probabilité d'achat d'un produit avec deux paramètres (Exemple vu avec les KNN).

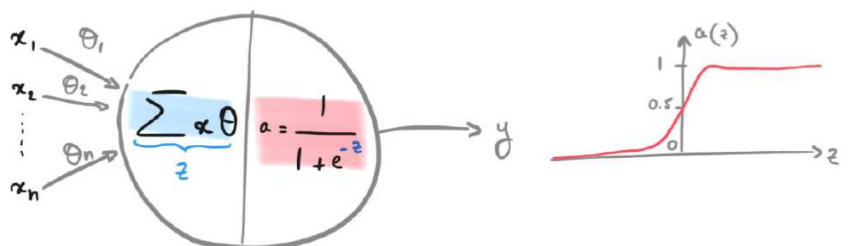


Régression linéaire (en bleu) et polynomiale (en rouge).

Le perceptron et les réseaux de neurones

Le perceptron est l'élément de base du réseau de neurones. Il est un algorithme de régression logistique.

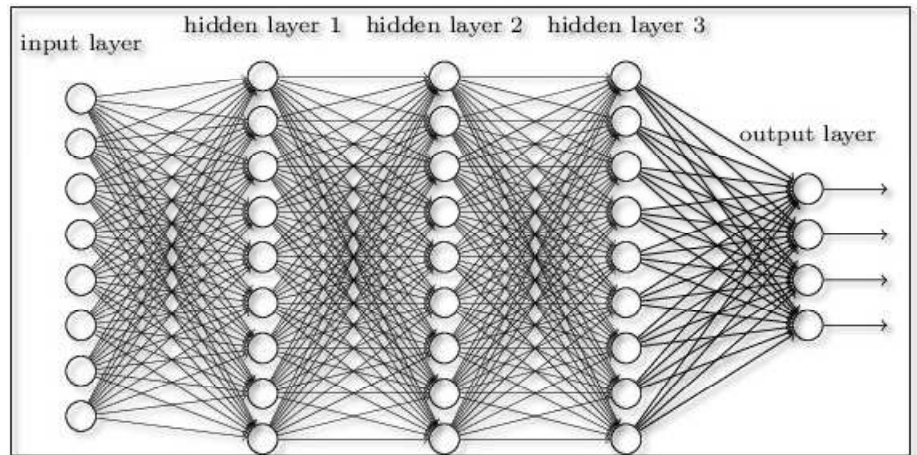
Il constitue le neurone du réseau de neurone



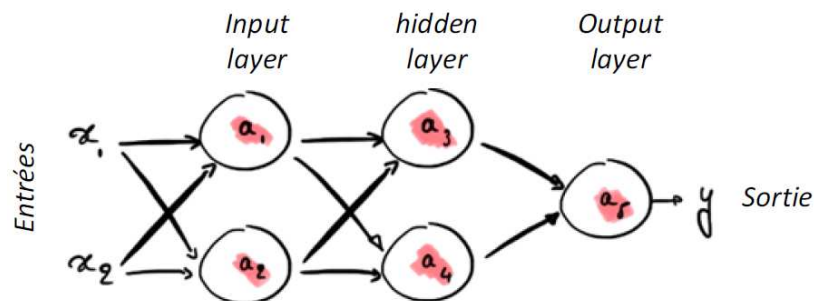
Voilà à quoi ressemble un Réseau de Neurones :

Vous remarquez un niveau d'entrées (input layer) à gauche, un niveau de sorties (output layer) à droite, et plusieurs niveaux cachés entre deux.

Les petits ronds sont appelés les neurones et représentent des fonctions d'activation. Pour un réseau de neurone basique, la fonction Logistique est utilisée comme fonction d'activation.



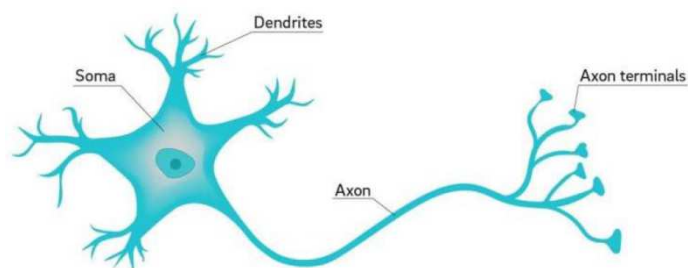
Voici un exemple d'un réseau à 5 neurones (et 3 layers). Tous les layers entre la couche d'entrée et la couche de sortie sont dits cachés car nous n'avons pas accès à leur entrées/sorties, qui sont utilisées par les layers suivants.



Remarque :

Il est tentant de faire le rapprochement entre le **cerveau humain** et les Neural Network pour démontrer la puissance de ces algorithmes. Voici l'analogie qui est parfois présentée.

La fonction d'activation produit une sortie si les entrées qu'elle reçoit dépassent un certain seuil, à la manière qu'un neurone biologique produit un signal électrique en fonction des stimulus qu'il reçoit aux Dendrites (ce sont les entrées du neurone).



Dans un Neurone, ce signal circule jusqu'aux différents terminaux de l'axone pour être transmis à d'autres neurones, tout comme la fonction activation envoie sa sortie aux neurones du niveau suivant.

La réalité du cerveau humain est cependant tout autre.

C'est fort heureux : l'intelligence n'est pas encore artificielle !

A ce propos un podcast à écouter absolument :

<https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/serie-l-intelligence-artificielle-utopie-dystopique>