

Découverte de l'Intelligence Artificielle

Evaluation écrite

5 janvier 2023

Thomas Deneux, thomas.deneux@cnrs.fr

1. Définissez les termes suivants en 1 à 3 lignes chacun. Expliquez comment chacun d'eux est lié aux autres (par exemple, un terme est un sous-cas d'un autre terme, etc.)

- Apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé est un des 3 grands modes d'apprentissage en Machine Learning. Il consiste à entraîner le modèle à partir de données consistant en des paires (entrée, sortie), aussi appelées communément (données, étiquettes) dans le cas d'un modèle de classification. L'entraînement consiste à faire en sorte que les sorties du modèle sur les données d'entrée d'entraînement coïncident avec les sorties correspondantes.

- Apprentissage non supervisé

L'apprentissage non supervisé est un des 3 grands modes d'apprentissage en Machine Learning. Il consiste à entraîner le modèle à partir uniquement de données d'entrées, dont les structures vont être détectées automatiquement, sans étiquetage par un opérateur humain. Les sorties du modèle pourront consister en des catégories (on parle alors de *clustering*) ou des décompositions des données d'entrée en sous-composantes (on parle de *réduction de dimension*).

- Apprentissage par renforcement

L'apprentissage par renforcement est un des 3 grands modes d'apprentissage en Machine Learning. Dans ce cas le modèle est appelé un *agent*, et interagit avec un *environnement* : l'agent peut être par exemple un robot dans un environnement réel, ou un joueur virtuel dans un jeu de société (ex. jeu de Go) ou un jeu vidéo. Il reçoit de l'environnement l'information sur son *état* et doit décider d'*actions* à effectuer, et suite auxquelles il reçoit un nouvel état, et une *récompense*. Le but de l'apprentissage sera d'apprendre à choisir les actions permettant d'obtenir le maximum de récompenses.

- Apprentissage profond (« deep learning »)

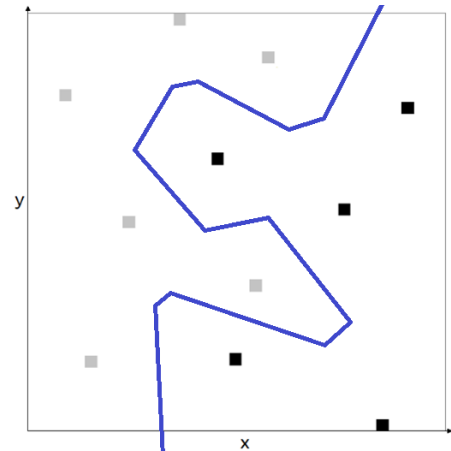
L'apprentissage profond ou « deep learning » en anglais est un algorithme de Machine Learning, aussi appelé de manière plus explicite *réseau de neurones artificiels*. Il a une architecture imitant le fonctionnement du cerveau biologique, étant organisé en *couches* successives de neurones artificiels. Les neurones des couches intermédiaires et de sortie ont chacun leur activité calculée comme la somme pondérée des activités des neurones de la couche précédente, passée ensuite à une fonction non-linéaire dite d'activation.

- Machine learning

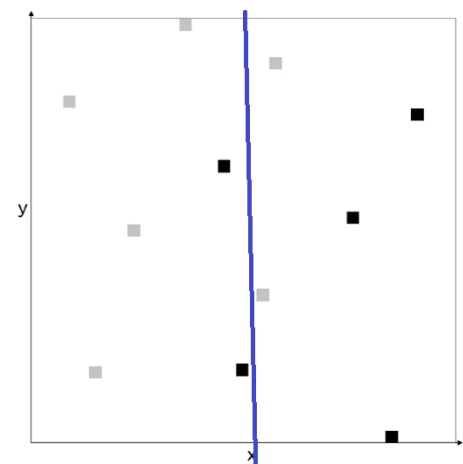
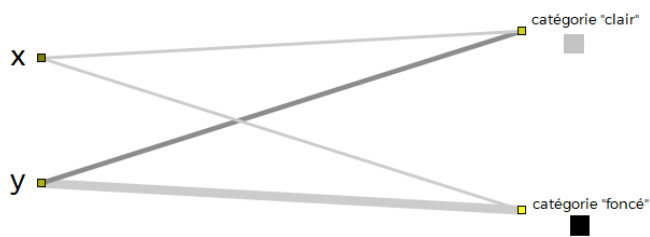
Le Machine Learning désigne l'ensemble des méthodes d'Intelligence Artificielle mettant en jeu la notion d'*apprentissage*. Toutes ces méthodes cherchent à régler les paramètres d'un *modèle*, qui est une fonction dépendant de nombreux paramètres. L'optimisation de ces paramètres permettra de régler cette fonction pour qu'elle effectue correctement la tâche désirée. Les méthodes d'apprentissage en Machine Learning sont divisées en trois grandes familles : apprentissage supervisé, non supervisé et par renforcement.

2. Voici ci-dessous un ensemble de 11 points dans l'espace à deux dimensions, appartenant à 2 catégories (6 points clairs contre 5 points foncés). Supposons qu'on utilise ces points pour entraîner différents algorithmes d'apprentissage supervisé à classer n'importe quel point du plan entre ces 2 catégories. Tracez approximativement dans le graphe la ligne de démarcation entre les catégories qui sera obtenue :

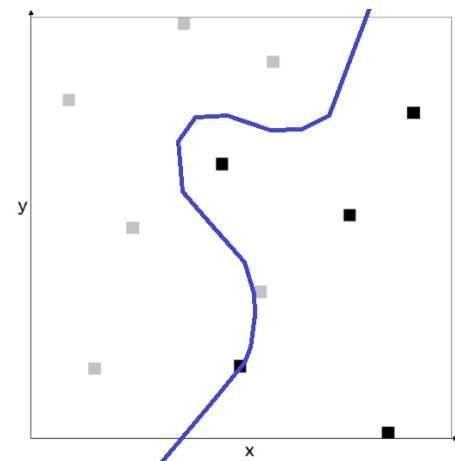
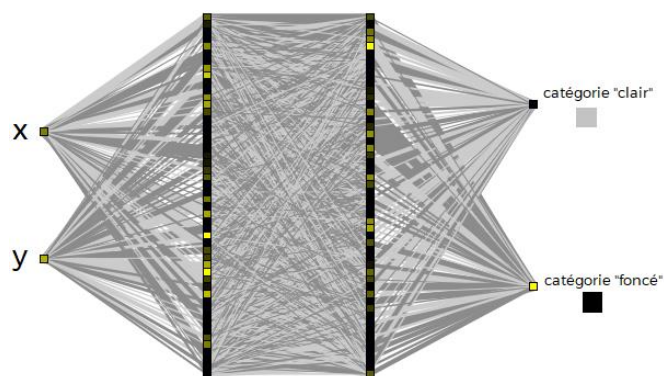
- Si on utilise l'algorithme des K plus proches voisins (avec $K = 1$)



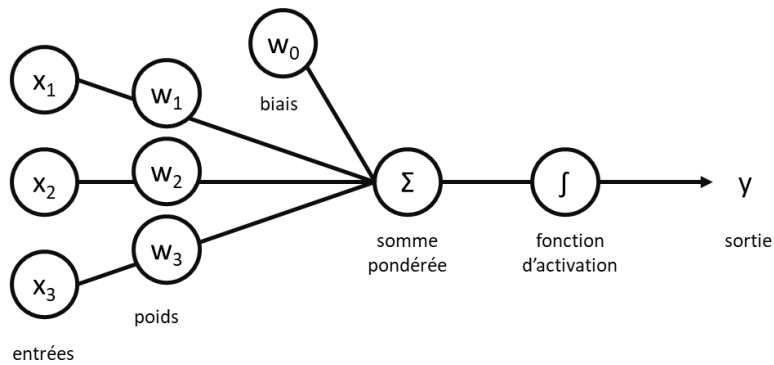
- Si on utilise un réseau de neurones à une seule couche



- Si on utilise un réseau de neurones plus complexe (par exemple 2 couches de 50 neurones)



3. L'image ci-dessous représente les opérations effectuées par un seul neurone artificiel. Écrivez ces opérations exactement en symboles mathématiques.



C'est-à-dire :

- Notez z le résultat de la somme pondérée et écrivez la valeur de z en fonction des entrées, poids et biais
- Choisissez un exemple de fonction d'activation pour écrire y en fonction de z

$$z = w_0 + \sum_{i=1}^3 w_i x_i = w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3$$

Exemples de fonctions d'activation :

Logistique / sigmoïde	$y = \frac{1}{1 + e^{-z}}$
Heaviside	$y = \begin{cases} 0 & \text{si } z < 0 \\ 1 & \text{si } z \geq 0 \end{cases}$
ReLU	$y = \begin{cases} 0 & \text{si } z < 0 \\ z & \text{si } z \geq 0 \end{cases}$
Leaky ReLU	$y = \begin{cases} \frac{z}{10} & \text{si } z < 0 \\ z & \text{si } z \geq 0 \end{cases}$

4. Quelle serait la sortie du code Python suivant ?

```
x = [[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9]]
```

```
print(x[1]) -> [4, 5, 6]
```

```
print(x[1][2]) -> 6
```