

Faculté des sciences de la terre et de l'architecture

Département Géographie et aménagement du territoire



Intelligence Artificielle

Chapitre 4 : Les Réseaux de Neurones

Introduction aux Réseaux de Neurones

Structure • Perceptron • Couches • Fonctions d'Activation

Bezzaz Soumia

2025/2026 – Semestre 2

Pourquoi les réseaux de neurones ?



Comment créer des machines capables d'apprendre comme les humains ?



Reconnaître des images

Identifier des visages, des objets,
détecter des maladies sur des
radiographies



Comprendre le langage

Traduire des textes, répondre à
des questions, générer du contenu



Conduire des voitures

Voitures autonomes qui détectent
obstacles, piétons et panneaux

La solution : S'inspirer du cerveau humain

Comment fonctionne notre cerveau ?



Le Cerveau Humain

Notre cerveau contient environ
86 milliards de neurones

Chaque neurone :

- Reçoit des signaux électriques
- Les traite
- Envoie un signal de sortie

Les neurones sont **interconnectés** en réseaux complexes.

Exemple :

Quand vous voyez une pomme, des millions de neurones s'activent pour reconnaître sa forme, couleur, et identifier "c'est une pomme".



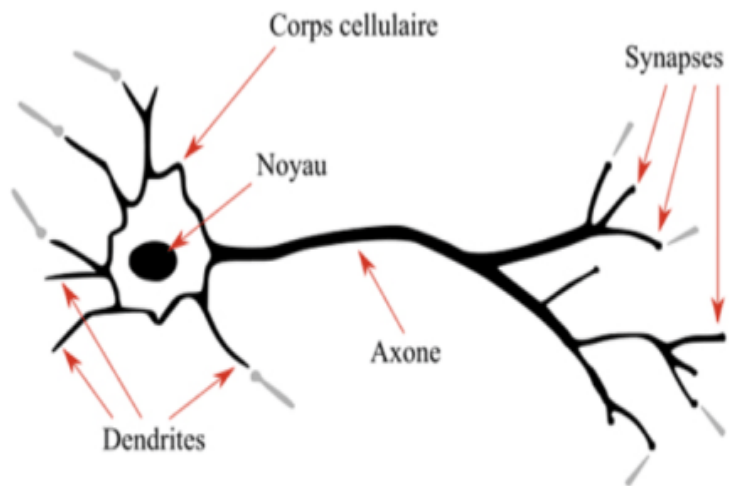
Le Réseau de Neurones Artificiel

On **imite** le cerveau avec des mathématiques :

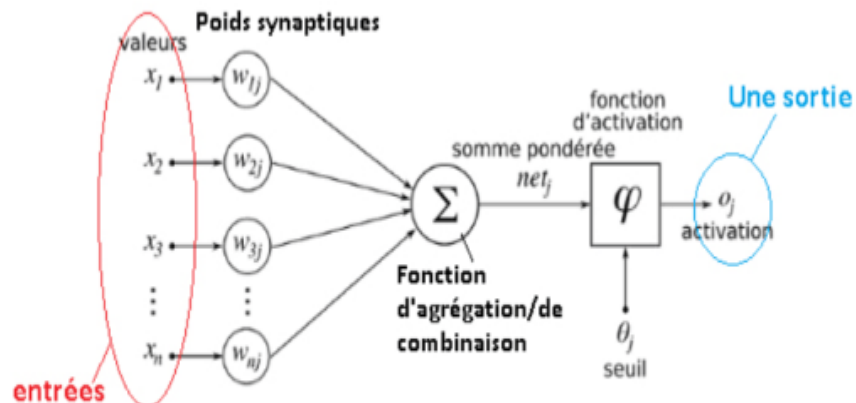
Neurone artificiel :

- Reçoit des nombres (entrées)
- Fait un calcul
- Produit un nombre (sortie)

On connecte des milliers de neurones artificiels pour créer un **réseau**.



NEURONE **BIOLOGIQUE**



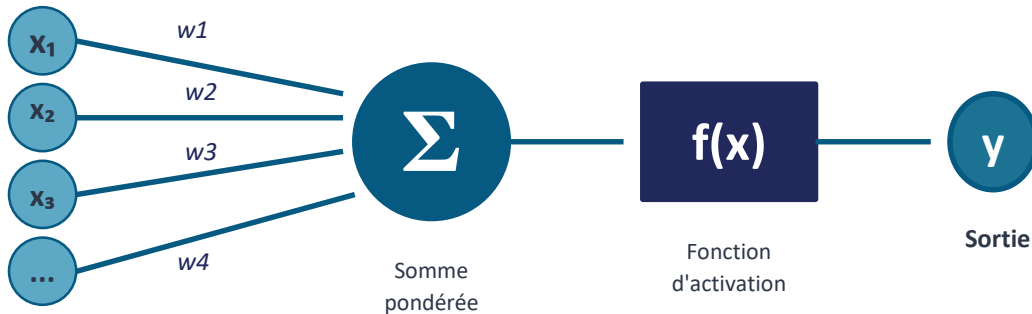
NEURONE **ARTIFICIEL**

Le Perceptron : Le neurone artificiel de base

Le perceptron est la brique élémentaire d'un réseau de neurones

Schéma d'un Perceptron

Entrées (x)



Comment ça marche ?

1 Entrées (x)

Les données en entrée

2 Poids (w)

Importance de chaque entrée

3 Somme pondérée

$$z = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + b$$

4 Activation

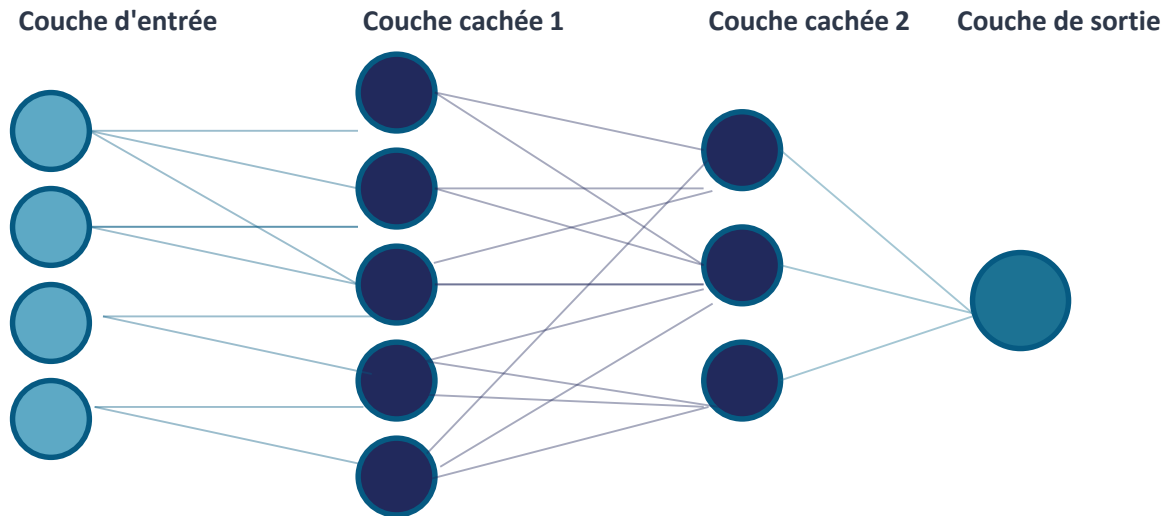
Transforme z en sortie y

5 Sortie (y)

Le résultat final

Structure d'un réseau de neurones

Réseau à 3 couches



Chaque connexion a un poids (w) qui est ajusté pendant l'apprentissage

Les 3 types de couches



Entrée

Reçoit les données brutes



Cachées

Traitent l'info. Peuvent être multiples.



Sortie

Produit le résultat final

Les couches cachées : Pourquoi sont-elles importantes ?

Les couches cachées permettent au réseau d'apprendre des relations complexes

Sans couche cachée

(Perceptron simple)

Ne peut résoudre que des problèmes linéaires simples

Exemple : séparer deux groupes par une ligne droite

1 couche cachée

(Réseau peu profond)

Peut apprendre des relations non-linéaires simples

Exemple : reconnaître des formes géométriques

Plusieurs couches cachées

(Réseau profond - Deep Learning)

Peut apprendre des relations très complexes

Exemple : reconnaître des visages, traduire des textes

Plus un réseau a de couches cachées, plus il peut apprendre des patterns complexes

Les fonctions d'activation

La fonction d'activation décide si un neurone doit "s'activer" (envoyer un signal) ou non

Sigmoïde

Formule : $\sigma(x) = 1 / (1 + e^{-x})$

Sortie : $[0, 1]$

Utilisation : Classification binaire

Transforme toute valeur en probabilité entre 0 et 1

ReLU

Formule : $f(x) = \max(0, x)$

Sortie : $[0, \infty]$

Utilisation : Réseaux profonds

Simple : si $x > 0$, renvoie x , sinon renvoie 0. Très utilisé !

Tanh

Formule : $\tanh(x) = (e^x - e^{-x}) / (e^x + e^{-x})$

Sortie : $[-1, 1]$

Utilisation : Problèmes avec valeurs négatives

Similaire à sigmoïde mais centrée sur 0

Softmax

Formule : $\text{Softmax}(x_i) = e^{x_i} / \sum e^{x_j}$

Sortie : probabilités qui somment à 1

Utilisation : Classification multi-classes

Transforme plusieurs sorties en probabilités

Exercice 1 : Calculer la sortie d'un perceptron

Un perceptron simple reçoit **3 entrées** et utilise une **fonction d'activation sigmoïde**.

Données :

- Entrées : $x_1 = 2$, $x_2 = 3$, $x_3 = 1$
- Poids : $w_1 = 0.5$, $w_2 = -0.3$, $w_3 = 0.8$
- Biais : $b = 0.2$
- *Fonction d'activation : Sigmoïde $\sigma(z) = 1 / (1 + e^{-z})$*

Questions :

Étape 1 : Calculer la somme pondérée z

$$z = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + w_3 \times x_3 + b$$

Étape 2 : Appliquer la fonction sigmoïde

$$y = \sigma(z) = 1 / (1 + e^{-z})$$

Étape 3 : Interpréter le résultat

Si $y > 0.5$, le neurone est activé (sortie = 1). Sinon, il ne l'est pas (sortie = 0).

Solution

Étape 1 : Calcul de la somme pondérée z

$$z = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + w_3 \times x_3 + b$$

$$z = (0.5 \times 2) + (-0.3 \times 3) + (0.8 \times 1) + 0.2$$

$$z = 1.0 - 0.9 + 0.8 + 0.2$$

$$z = \mathbf{1.1}$$

Étape 2 : Application de la fonction sigmoïde

$$y = \sigma(z) = 1 / (1 + e^{-z})$$

$$y = 1 / (1 + e^{-1.1})$$

$$y = 1 / (1 + 0.3329)$$

$$y = 1 / 1.3329$$

$$y \approx \mathbf{0.75}$$

Étape 3 : Interprétation

La sortie $y = 0.75$ est **supérieure à 0.5**, donc :

- ✓ Le neurone est **ACTIVÉ**
- ✓ On peut interpréter cela comme une probabilité de 75% que la classe soit positive
- ✓ En classification binaire, on prédirait la classe "1" (positive)

Exercice 2 : Quelle fonction d'activation choisir ?

Vous construisez un filtre anti-spam. Chaque email doit être classé comme "Spam" ou "Non-spam".

Réponse : **Sigmoïde**

Classification binaire : besoin d'une probabilité entre 0 et 1

Vous créez un réseau profond avec 10 couches cachées pour reconnaître des images.

Réponse : **ReLU**

Réseau profond : ReLU évite le problème de gradient qui disparaît

Vous devez prédire un sentiment : très négatif (-1), neutre (0) ou très positif (+1).

Réponse : **Tanh**

Sortie entre -1 et 1 : tanh est centrée sur 0

Vous classez des images en 10 catégories (chiffres 0-9). Besoin de probabilités pour chaque classe.

Réponse : **Softmax**

Classification multi-classes : probabilités qui somment à 1

Applications réelles des réseaux de neurones



Vision par ordinateur

- Reconnaissance faciale
- Diagnostic médical
- Voitures autonomes
- Filtres Instagram



Traitement du langage

- ChatGPT, Bard
- Traduction automatique
- Correction orthographique
- Résumés de texte



Audio & Voix

- Reconnaissance vocale (Siri, Alexa)
- Génération de musique
- Synthèse vocale
- Suppression de bruit



Jeux & Robotique

- AlphaGo (jeu de Go)
- Robots industriels
- Drones autonomes
- NPCs intelligents



Finance & Business

- Prédiction boursière
- Détection de fraude
- Recommandations produits
- Analyse de risque



Santé

- Détection de cancer
- Prédiction de maladies
- Découverte de médicaments
- Analyse génétique

Les réseaux de neurones

1

S'inspirent du cerveau humain

Imitent le fonctionnement des neurones biologiques

3

Structure en couches

Entrée → Cachées (multiples) → Sortie

5

Les fonctions d'activation

Décident si un neurone s'active (Sigmoïde, ReLU, Tanh, Softmax)

2

Le perceptron est la base

Chaque neurone fait un calcul simple : somme pondérée + activation

4

Les couches cachées = puissance

Plus de couches = apprentissage de patterns complexes

6

Applications partout

Vision, langage, audio, santé, finance...