

Cours DQN – Section 1.1

1.1 – Pourquoi DQN ? Le besoin d'un apprentissage profond

Dans des environnements simples, le Q-Learning fonctionne bien grâce à sa table Q, qui associe une valeur à chaque couple (état, action). Mais dans des environnements complexes, cette approche devient vite inutilisable. C'est dans ce contexte que le **DQN (Deep Q-Network)** a été introduit.

Limite de la table Q dans les environnements complexes

Prenons l'exemple d'un jeu vidéo comme **Breakout** ou **Pong**. L'état de l'environnement est une image de l'écran, souvent en 84x84 pixels, avec plusieurs niveaux de gris. Chaque combinaison possible de pixels représente un état différent. Cela signifie :

- Des millions, voire des milliards d'états potentiels.
- Une table Q impossible à stocker et à mettre à jour.

Besoin d'une généralisation

Même dans des situations jamais vues auparavant, un agent doit être capable de :

- Estimer intelligemment la qualité d'une action.
- Prendre des décisions adaptées en se basant sur des états *similaires*.

La table Q ne généralise pas. Elle ne sait que mémoriser ce qu'elle a déjà vu.

Solution : utiliser un approxinant de fonction. Le réseau de neurones permet d'apprendre une fonction Q qui approxime la vraie fonction, sans devoir tout stocker.

DQN : une approche hybride et scalable

DQN associe deux grandes idées :

1. Le **Q-Learning**, qui cherche à maximiser les récompenses futures.
2. Les **réseaux de neurones profonds**, capables de détecter des motifs dans des entrées complexes comme les images.

Métaphore pédagogique

La **table Q** est comme un annuaire téléphonique papier : chaque état est une page, chaque action un numéro.

Le **réseau de neurones** est comme un moteur de recherche : il apprend à *prédire* la bonne action en fonction du contexte, même s'il ne l'a jamais vu auparavant.

Conclusion

Le DQN a été conçu pour résoudre un problème fondamental : **passer à l'échelle dans des environnements riches et continus**. Il remplace la table Q par un réseau de neurones entraîné pour approximer les valeurs Q de manière efficace et généralisable.

Dans la section suivante, nous allons revenir en détail sur les **limites techniques du Q-Learning classique** afin de bien comprendre pourquoi une approche comme DQN est nécessaire.