

# Intelligence artificielle, Applications

## Examen final

avril-2023

---

**Durée : 2 heures. Documents autorisés : 2 feuilles recto-verso.**

---

### Exercice I : Questions de cours et de compréhension

1. **Deep learning** : Énumérez les différences les plus importantes entre les réseaux de neurones standards et les réseaux de neurones convolutifs (ConvNet).
2. **Recuit simulé** :
  - (a) Dans le cas d'une décroissance de température géométrique, décrire l'impact de la valeur du paramètre de décroissance (noté  $\alpha$  en cours).
  - (b) Expliquer le principe de l'évaluation de la différence de score entre un candidat et son voisin et l'utilisation du critère de Métropolis.
  - (c) Pourquoi l'algorithme du recuit simulé converge-t-il ?

### Exercice II : Apprentissage par renforcement

On considère un agent qui se déplace sur le terrain de la figure 1 dans lequel la case verte (en bas à droite) représente un objectif et les 3 cases noires des obstacles.

1. Proposez une **modélisation** (détaillée et argumentée) de ce problème.
2. Qu'est-ce qu'une stratégie ? Donnez un exemple de stratégie dans ce problème.
3. Quand est-ce qu'une stratégie est qualifiée d'optimale ?

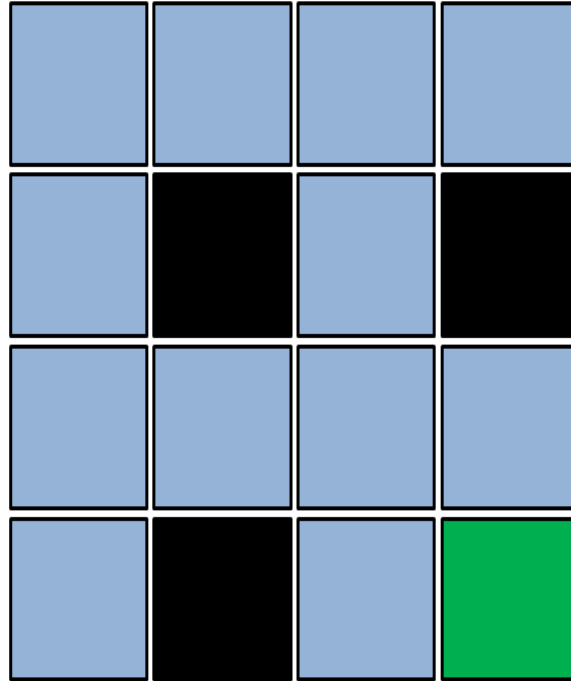


FIGURE 1 –

4. Pouvez-vous ‘deviner’ dans ce cas la stratégie optimale ? (vous justifierez, bien entendu, votre réponse)
5. Quel algorithme, et de quelle manière, peut trouver cette stratégie ?

### Exercice III : Deep learning

Dans cet exercice, nous considérons le problème de la reconnaissance des chiens et des chats sur des images. Nous supposons dans un premier temps que les images sont en niveau de gris (comme celles vues en TD) et qu’elles sont de taille  $32 \times 32$ . Nous créons pour cela un réseau de neurones convolutif (ConvNet) ayant une couche de convolution contenant 32 tableaux de

neurones et utilisant des filtres de taille  $3 \times 3$ , une couche *Maxpooling* et une couche *Flatten*.

1. Calculez le nombre de **paramètres** de la couche de convolution.
2. Rappelez le rôle de la couche de *Pooling* et donnez sa taille.
3. Rappelez l'utilité de la couche *Flatten* et donnez sa taille.
4. Quels sont le nombre de neurones, le nombre de paramètres et la fonction d'activation de la couche de sortie dans les cas suivants (vous justifierez, bien entendu, vos réponses) :
  - (a) Chaque image contient obligatoirement soit un chien soit un chat (mais pas les deux).
  - (b) Nous avons un troisième type d'images ne contenant ni un chat ni un chien.
  - (c) Chaque image contient obligatoirement un chien ou un chat (ou les deux).

Supposons maintenant que les images sont en couleurs (*RGB*, ce qui est souvent le cas dans les problèmes réels). Chaque pixel est donc défini par un triplet de réels.

5. Qu'est-ce que cela change dans l'architecture du réseau ?

## Exercice IV : Recuit simulé

Dans cet exercice, nous souhaitons résoudre par l'algorithme du recuit simulé une version très simplifiée du problème d'affectation de places de parkings. Nous définissons le problème comme suit :

- Nous avons  $N$  véhicules et  $k$  places de parkings. Nous supposons que  $k$  est strictement supérieure à  $N$ .
- Chaque place de parking  $P_i$  est connue par son **adresse** que nous exprimons par un couple de coordonnées  $(x_i, y_i)$ .
- Chaque véhicule  $V_j$  est aussi connu par une **adresse** (par exemple l'adresse du logement ou du lieu de travail du propriétaire). Notons  $(z_j, t_j)$  les coordonnées définissant une telle adresse.

Notre objectif est d'affecter à chaque véhicule une place de parking **aussi proche que possible** de l'adresse qui lui est associée.

On appelle **affectation** un ensemble de  $N$  couples  $\{(P_i, V_j)\}$  dans lequel tous les  $P_i$ , ainsi que tous les  $V_j$ , sont deux à deux différents.

1. Donnez le nombre total d'affectations. En déduire qu'il est utile d'utiliser le recuit simulé pour la résolution du problème.

2. Donnez une représentation des affectations, une définition du voisinage et la fonction à minimiser.