

---

## Intelligence Artificielle

### PROJET

---

## Contexte

Dans le cadre de l'UE Intelligence Artificielle, votre projet, à réaliser en binôme, consistera à concevoir et programmer un jeu stratégique dans lequel un joueur humain affronte une Intelligence Artificielle (IA). Vous devrez implémenter *au moins* 3 IA de niveaux de difficulté différents, allant d'une stratégie simple à une stratégie optimale. Le jeu choisi devra être suffisamment complexe pour intégrer des notions de stratégie, tout en restant réalisable dans le temps imparti. Vous serez également amenés à analyser les performances des IA via des tournois entre elles, et à présenter vos résultats sous forme de rapport.

## Consignes spécifiques

Le **choix du jeu** est une étape importante. Il vous est conseillé de sélectionner un jeu à deux joueurs déterministe et à connaissances parfaites. Le jeu doit rester suffisamment complexe pour être intéressant, tout en étant réalisable dans le cadre de ce projet.

Exemples possibles de jeux (liste non exhaustive) : Dames, Gomoku, Othello, Puissance 4, Quarto, Quoridor, Abalone, Jeu du Hex, Jeu du moulin, Otrio, Squadro ...

Vous devrez programmer des IA avec **au minimum trois niveaux de difficulté**. Il est crucial de veiller à ce que le **temps d'exécution** reste raisonnable pour préserver une expérience de jeu agréable. Une étude approfondie des temps d'exécution de chacune de vos IAs sera un plus apprécié.

Pour **évaluer les IA**, vous organiserez des tournois entre elles. Chaque couple d'IA devra s'affronter dans au moins 50 parties. Les résultats de ces tournois devront être analysés, expliqués et justifiés dans votre rapport final.

L'interface graphique ne sera pas évaluée dans ce projet. L'accent sera mis sur la qualité et l'efficacité des algorithmes d'intelligence artificielle.

## Proposition de méthodologie

Voici un exemple de méthodologie que vous pouvez suivre pour mener à bien votre projet :

1. **Définir la structure représentant les états du jeu** : Identifiez les données nécessaires pour représenter un état du jeu et les fonctions associées.
2. **Implémenter une boucle de jeu pour deux joueurs humains** : Créez une version de base du jeu où deux joueurs humains peuvent s'affronter.
3. **Implémenter l'algorithme Minimax basique** : Développez une première version de l'IA utilisant cet algorithme pour explorer l'arbre des possibles.

4. **Remplacer un joueur humain par une IA utilisant Minimax** : Testez l'intégration de l'IA pour qu'un joueur humain puisse l'affronter.
5. **Améliorer Minimax avec l'élagage  $\alpha\beta$**  : Optimisez votre IA pour réduire le temps de calcul.
6. **Implémenter plusieurs niveaux de difficulté** :
  - Variez les profondeurs de recherche dans Minimax avec élagage  $\alpha\beta$  pour ajuster la complexité.
  - Développez plusieurs fonctions d'évaluation pour enrichir les stratégies de l'IA.
7. **Effectuer des tournois entre IA** :
  - Organisez au moins **50 parties par couple d'IA de différentes difficultés**.
  - Analysez les résultats et justifiez vos conclusions dans le rapport.

## Langage de programmation

Votre programme devra être implémenté dans l'un des langages suivants : **C**, **C++**, **Java**, ou **Python**. Vous fournirez également un **makefile** ou un **script shell** pour compiler ou exécuter votre programme (sauf si vous utilisez Python).

## Livrables

Ce projet doit être réalisé par **groupe de deux étudiants**.

Votre code source, **correctement documenté**, sera déposé sur Moodle avant le **11/05/2025** (23h59, heure de Paris), sous la forme d'un **fichier zip** nommé avec les noms des étudiants, par exemple **Toto\_Titi.zip** si le projet a été développé par les étudiants Toto et Titi. Un seul dépôt par binôme est attendu.

Ce fichier zip doit contenir :

- Un répertoire avec le **code source**.
- Un **makefile** ou un **script shell** pour produire un exécutable (dans le cas de C ou C++) ou un fichier jar (dans le cas de Java).
- Un fichier **README** contenant les instructions nécessaires pour exécuter votre programme.
- Un **rapport au format PDF** (nommé **Toto\_Titi.pdf**) qui devra inclure une description du jeu et de ses règles, une description des algorithmes et des structures de données utilisés, ainsi qu'une explication des choix faits pour l'implémentation des IA. Les résultats des tournois entre IA devront être analysés, et un bilan du projet devra être présenté. N'oubliez pas de **citer vos sources**.

## Soutenance et démonstration

Chaque binôme devra préparer une démonstration du jeu, à réaliser sur les ordinateurs de l'université ou leur propre ordinateur. Cette démonstration sera suivie de questions sur votre code et vos choix d'implémentation. Il est inutile de préparer une présentation.