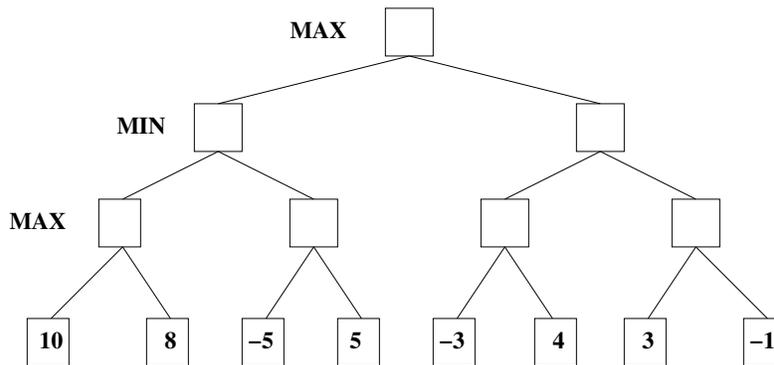


Universités d'Aix-Marseille I & III
Licence Informatique – Intelligence Artificielle

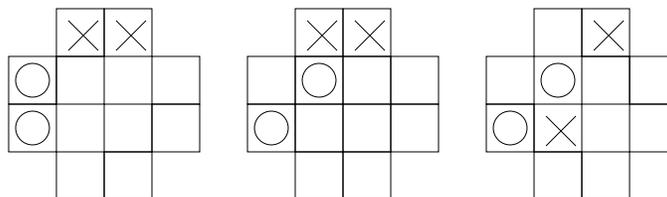
TD n°5 : Programmation des jeux

L'algorithme Minimax

1. Utilisez l'algorithme Minimax pour déterminer le meilleur coup à jouer par rapport à l'arbre de coups de la figure ci-dessous.



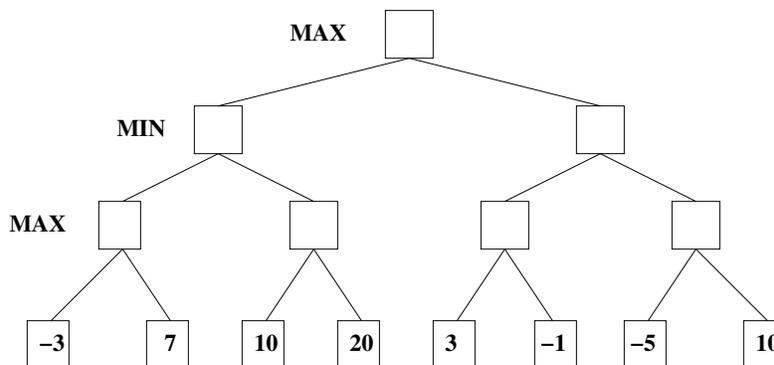
2. On considère le jeu à deux joueurs matérialisé par le plateau de jeu de la figure ci-dessous. Le but de chaque joueur est de mener ses deux pièces de l'autre côté du plateau avant l'adversaire. Les ronds ne peuvent se déplacer que vers la droite et les croix ne peuvent que se déplacer vers le bas. Chaque pièce se déplace d'une seule case si l'emplacement est libre. S'il n'est pas libre, la pièce passe par dessus la ou les pièces adverses jusqu'au premier emplacement libre.



Simulez une partie où les deux joueurs utiliseraient l'algorithme Minimax en examinant les positions 2 demi-coups à l'avance. On utilisera la fonction d'évaluation suivante : somme des distances des croix par rapport à leur case d'arrivée moins somme des distances des ronds par rapport à leur case d'arrivée.

L'algorithme $\alpha - \beta$

3. Utilisez l'algorithme $\alpha - \beta$ pour déterminer le meilleur coup à jouer par rapport à l'arbre de coups de la figure ci-dessous. Indiquez quelles branches ne seront pas examinées.

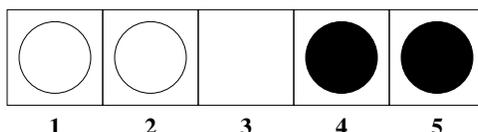


4. Utilisez l'algorithme $\alpha - \beta$ pour simuler une partie entre deux joueurs au jeu de l'exercice 2. On examinera les positions à 3 demi-coups à l'avance.

5. Déterminez des fonctions d'évaluation pour le morpion 3X3 et pour le jeu de dames.

PROBLÈME 1

On considère le jeu à deux joueurs dont la position initiale est donnée sur la figure ci-dessous.



Le but des blancs est de placer leurs deux pions en cases 4 et 5. Le but des noirs est de placer leurs deux pions en case 1 et 2. Les blancs se déplacent toujours vers la droite, les noirs toujours vers la gauche. Un pion se déplace en occupant la case libre si elle se trouve dans le sens dans lequel il a le droit de se déplacer. Par exemple, au début de la partie, les blancs peuvent déplacer le pion de la case 1 en case 3 ou le pion de la case 2 en case 3. Au premier coup des noirs, si les blancs ont joué leur pion de la case 1 en case 3 lors de leur premier coup, alors les noirs peuvent déplacer un pion de la case 4 à la case 1 ou de la case 5 à la case 1. A chaque tour, un joueur ne peut déplacer qu'un seul pion. Si aucun déplacement n'est possible, il passe son tour.

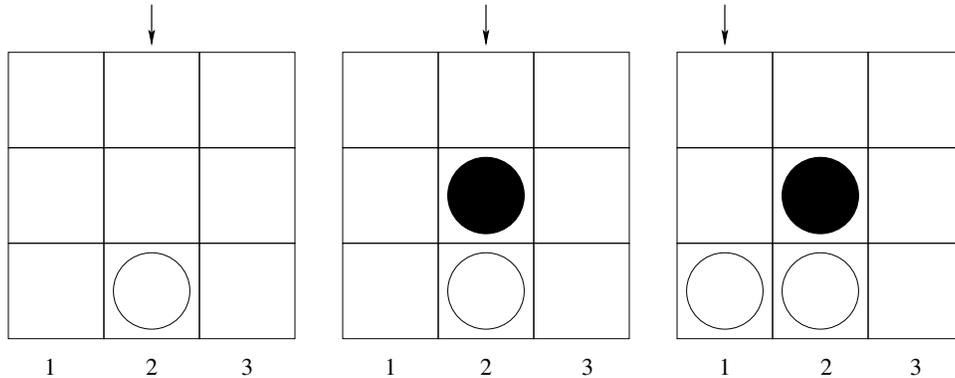
a - Représentez l'arbre complet des coups possibles. Rappel : toutes les feuilles de l'arbre correspondent à une position gagnée par les blancs ou les noirs. En utilisant le principe du minimax, expliquez si ce sont les blancs ou les noirs qui sont sûrs de gagner.

b - En pratique, deux joueurs auraient du mal à générer de tête l'arbre complet des coups possibles. Ils utiliseraient plutôt une heuristique permettant d'évaluer n'importe quelle position donnée. Proposez (et justifiez) une fonction d'évaluation heuristique dont la valeur est d'autant plus élevée que les blancs semblent dominer.

c - Simulez une partie entre deux joueurs dont chacun utilise l'algorithme du minimax limité à la profondeur 2 (un coup du joueur suivi d'un coup adverse). Les positions de profondeur 2 seront évaluées avec l'heuristique proposée dans la question **b**.

PROBLEME 2

On considère le jeu à deux joueurs suivant. Le but de chaque joueur est d'aligner 3 pions de sa couleur horizontalement, verticalement ou en diagonale (comme pour le morpion 3×3). Cependant, à la manière du jeu "puissance 4", l'aire de jeu est verticale et on ne peut ajouter un pion que dans une des trois colonnes en l'empilant sur les pions déjà présents dans la colonne. On a donc que 3 coups possibles maximum à chaque tour. La figure ci-dessous représente les 3 premiers demi-coups possibles d'une partie : les blancs jouent en colonne 2, puis les noirs en colonne 2 puis les blancs en colonne 1.



La fonction d'évaluation des positions qui permet d'évaluer le degré d'avancement des blancs par rapport aux noirs est la suivante. On considère les huit alignements de cases possibles de la position : les 3 rangées, les 3 colonnes et les 2 diagonales. La valeur de la fonction d'évaluation est la somme des points attribués à chacun des 8 alignements de cases :

- Si un alignement de cases contient un pion blanc (resp. noir) et deux cases vides on attribue 1 point (resp. -1 point) à l'alignement.
- Si un alignement de cases contient 2 pions blancs (resp. noirs) et une case vide, on attribue 10 points (resp. -10 points) à l'alignement.
- Si un alignement de cases contient 3 pions blancs (resp. noirs) alors on attribue la valeur infinie (resp. moins l'infini) à l'alignement.
- Dans tous les autres cas (3 cases vides ou présence à la fois de pion noir et de pion blanc), on attribue la valeur zéro à l'alignement.

Par exemple, la position correspondant au premier coup des blancs dans la figure ci-dessus est évaluée à 2 (1 pour la rangée du bas et 1 pour la colonne du milieu). La position correspondant au premier coup des noirs est évaluée à -2 (1 pour la rangée du bas, -1 pour la rangée du milieu, -1 pour la diagonale et -1 pour l'anti-diagonale). La position correspondant au deuxième coup des blancs est évaluée à 9 (10 pour la rangée du bas, 1 pour la colonne de gauche, -1 pour la rangée du milieu et -1 pour la diagonale).

Simuler un jeu complet entre deux joueurs en utilisant l'algorithme $\alpha - \beta$. On ne développera les arbres de coups que jusqu'à une profondeur 2 (un coup blanc suivi d'un coup noir ou un coup noir suivi d'un coup blanc). Il vous est conseillé de prendre soin de l'ordre dans lequel vous générez les successeurs de chaque position afin de maximiser les coupures α et β .