

Projet de Java - Intelligence Artificielle

Licence Professionnelle Développement Internet et Mobile

Rémi Synave

IUT du littoral Côte d'Opale
remi.synave@univ-littoral.fr

Sup Technology



Objectif

- Développer le moteur de jeu du puissance 4
- Développer une interface graphique pour pouvoir y jouer
- Développer une intelligence artificielle

IA

Une Intelligence Artificielle permet à un humain de jouer seul à un jeu qui se joue normalement à deux.

Le second joueur est simulé par l'ordinateur.

IA

Une Intelligence Artificielle permet à un humain de jouer seul à un jeu qui se joue normalement à deux.

Le second joueur est simulé par l'ordinateur.

Cette simulation consiste à répondre à une question :

Que ferait un joueur humain dans cette situation ?

- Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)

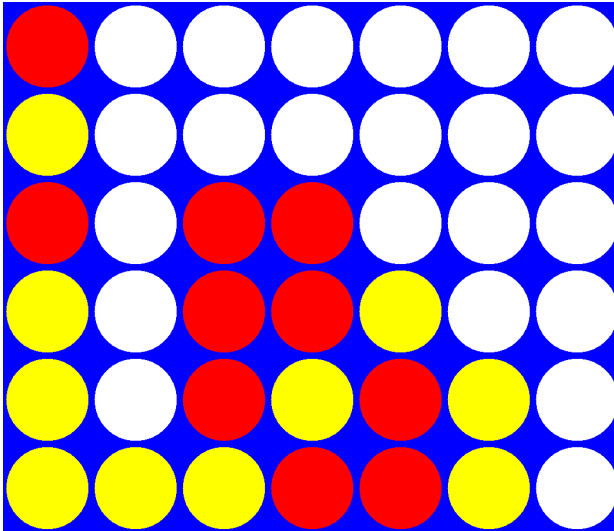
- Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)
- Stratégie 2 : Jouer là où peut gagner sinon aléatoirement

- Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)
- Stratégie 2 : Jouer là où peut gagner sinon aléatoirement
- Stratégie 3 : Jouer là où on peut gagner sinon bloquer l'adversaire sinon aléatoirement

- Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)
- Stratégie 2 : Jouer là où peut gagner sinon aléatoirement
- Stratégie 3 : Jouer là où on peut gagner sinon bloquer l'adversaire sinon aléatoirement
- Stratégie 4 : Maximiser ses chances immédiates de gagner

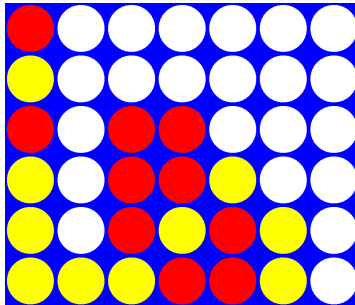
- Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)
- Stratégie 2 : Jouer là où peut gagner sinon aléatoirement
- Stratégie 3 : Jouer là où on peut gagner sinon bloquer l'adversaire sinon aléatoirement
- Stratégie 4 : Maximiser ses chances immédiates de gagner
- Stratégie 5 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant un coup dans le futur

- Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)
- Stratégie 2 : Jouer là où peut gagner sinon aléatoirement
- Stratégie 3 : Jouer là où on peut gagner sinon bloquer l'adversaire sinon aléatoirement
- Stratégie 4 : Maximiser ses chances immédiates de gagner
- Stratégie 5 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant un coup dans le futur
- Stratégie 6 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant N coups dans le futur



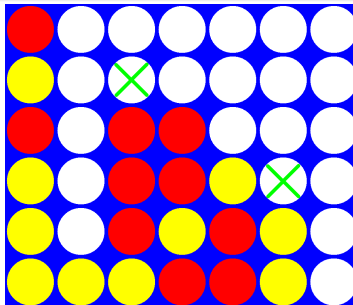
Caractéristiques du plateau

- Autant de pions jaunes que de rouges
- Une colonne pleine (la première)



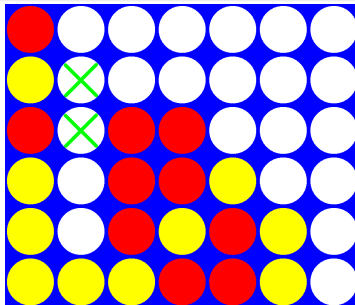
Caractéristiques du plateau

- Autant de pions jaunes que de rouges
- Une colonne pleine (la première)
- Rouge ne doit pas jouer dans l'avant dernière colonne
- Rouge peut gagner en 3ème colonne

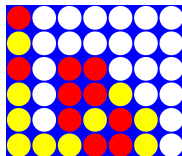


Caractéristiques du plateau

- Autant de pions jaunes que de rouges
- Une colonne pleine (la première)
- Rouge ne doit pas jouer dans l'avant dernière colonne
- Rouge peut gagner en 3ème colonne
- Rouge a deux futurs alignements en 2ème colonne

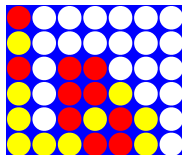


Stratégie 1 : Jouer aléatoirement (où c'est possible)



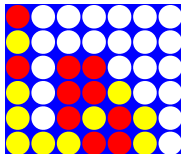
- ❶ Lister toutes les colonnes où il est possible de jouer.
- ❷ Tirer aléatoirement un numéro de colonne.

Stratégie 2 : Jouer là où peut gagner sinon aléatoirement



- 1 Lister toutes les colonnes où il est possible de jouer.
- 2 Tester toutes les colonnes
- 3 Si on peut gagner, jouer dans la colonne
- 4 Si on n'a pas de colonne gagnante, jouer aléatoirement.

Stratégie 3 : Jouer là où on peut gagner sinon bloquer l'adversaire sinon aléatoirement



- 1 Lister toutes les colonnes où il est possible de jouer.
- 2 Tester toutes les colonnes
- 3 Si on peut gagner, jouer dans la colonne
- 4 Si on n'a pas de colonne gagnante, retester toutes les colonnes
- 5 Si on peut bloquer l'adversaire, jouer dans la colonne.
- 6 Si on n'a pas joué, jouer aléatoirement.

Et pour plus d'intelligence ?

- L'humain joue rarement aléatoirement.
- Il évalue toujours les futurs coups (même inconsciemment)

Et pour plus d'intelligence ?

- L'humain joue rarement aléatoirement.
- Il évalue toujours les futurs coups (même inconsciemment)
- Cette évaluation donne un score \Rightarrow La **valeur de jeu**.

Définition

Valeur de jeu

- Valeur numérique donnée à une situation précise dans un jeu.
- Évaluation d'une situation précise.
- Donner une note à une situation précise.

Définition

Valeur de jeu

- Valeur numérique donnée à une situation précise dans un jeu.
- Évaluation d'une situation précise.
- Donner une note à une situation précise.

Signification

- La valeur de jeu indique si le joueur est en bonne position pour gagner. Plus elle est haute, mieux le joueur est placé pour gagner.
- En jouant, le joueur doit essayer de maximiser sa valeur de jeu.

Valeur de jeu pour le puissance 4

Il faut pouvoir noter une grille du point de vue d'un joueur. Le site <https://www.christian-schmidt.fr/puissance4> donne une évaluation possible. Cette évaluation est basée sur une évaluation de l'importance de chaque case. Plus on peut réaliser de lignes avec cette case, plus la case est importante.

3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Valeur de jeu pour le puissance 4

Il faut pouvoir noter une grille du point de vue d'un joueur. Le site <https://www.christian-schmidt.fr/puissance4> donne une évaluation possible. Cette évaluation est basée sur une évaluation de l'importance de chaque case. Plus on peut réaliser de lignes avec cette case, plus la case est importante.

3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Valeur de jeu pour le puissance 4

Il faut pouvoir noter une grille du point de vue d'un joueur. Le site <https://www.christian-schmidt.fr/puissance4> donne une évaluation possible. Cette évaluation est basée sur une évaluation de l'importance de chaque case. Plus on peut réaliser de lignes avec cette case, plus la case est importante.

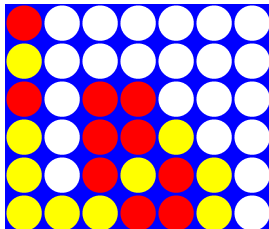
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Valeur de jeu pour le puissance 4

Il faut pouvoir noter une grille du point de vue d'un joueur. Le site <https://www.christian-schmidt.fr/puissance4> donne une évaluation possible. Cette évaluation est basée sur une évaluation de l'importance de chaque case. Plus on peut réaliser de lignes avec cette case, plus la case est importante.

3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Valeur de jeu pour le puissance 4



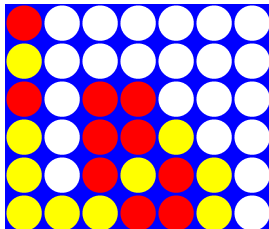
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Une grille s'évalue depuis le point de vue d'un joueur.

Évaluation d'une grille

- On part d'un score de 0.

Valeur de jeu pour le puissance 4



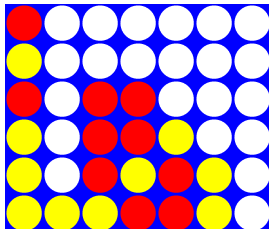
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Une grille s'évalue depuis le point de vue d'un joueur.

Évaluation d'une grille

- On part d'un score de 0.
- Pour chaque case :

Valeur de jeu pour le puissance 4



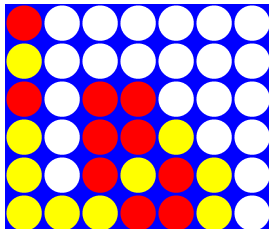
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Une grille s'évalue depuis le point de vue d'un joueur.

Évaluation d'une grille

- On part d'un score de 0.
- Pour chaque case :
 - Si la case appartient au joueur, on ajoute la valeur de la case.

Valeur de jeu pour le puissance 4



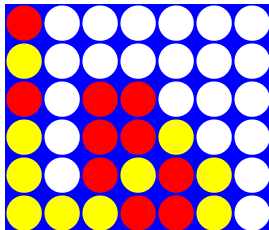
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Une grille s'évalue depuis le point de vue d'un joueur.

Évaluation d'une grille

- On part d'un score de 0.
- Pour chaque case :
 - Si la case appartient au joueur, on ajoute la valeur de la case.
 - Si la case appartient à l'adversaire, on retranche la valeur de la case.

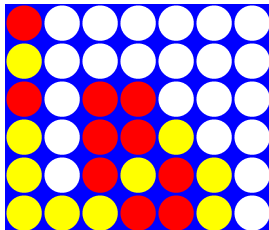
Valeur de jeu pour le puissance 4



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Exemple

Valeur de jeu pour le puissance 4



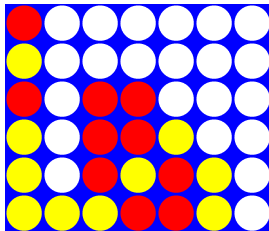
3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Exemple

- Pour le joueur rouge :

$$3 - 4 + 5 + 11 + 13 - 5 + 11 + 13 - 11 - 4 + 8 - 10 + 8 - 6 - 3 - 4 - 5 + 7 + 5 - 4 = 28$$

Valeur de jeu pour le puissance 4



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Exemple

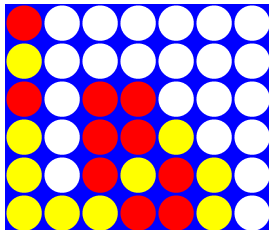
- Pour le joueur rouge :

$$3 - 4 + 5 + 11 + 13 - 5 + 11 + 13 - 11 - 4 + 8 - 10 + 8 - 6 - 3 - 4 - 5 + 7 + 5 - 4 = 28$$

- Pour le joueur jaune :

$$-3 + 4 - 5 - 11 - 13 + 5 - 11 - 13 + 11 + 4 - 8 + 10 - 8 + 6 + 3 + 4 + 5 - 7 - 5 + 4 = -28$$

Valeur de jeu pour le puissance 4



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Exemple

- Pour le joueur rouge :

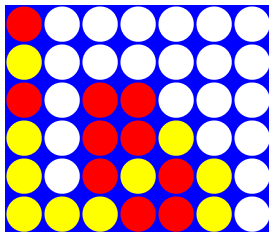
$$3 - 4 + 5 + 11 + 13 - 5 + 11 + 13 - 11 - 4 + 8 - 10 + 8 - 6 - 3 - 4 - 5 + 7 + 5 - 4 = 28$$

- Pour le joueur jaune :

$$-3 + 4 - 5 - 11 - 13 + 5 - 11 - 13 + 11 + 4 - 8 + 10 - 8 + 6 + 3 + 4 + 5 - 7 - 5 + 4 = -28$$

- Rouge a l'avantage d'après la valeur de jeu.

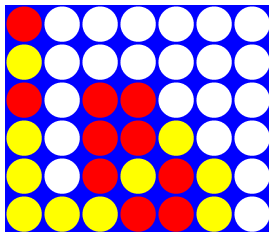
Insuffisance de cette valeur de jeu



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Dans cette situation, si rouge doit jouer, d'après la valeur de jeu, la meilleure case se trouve dans la 5ème colonne (valeur de 11).

Insuffisance de cette valeur de jeu

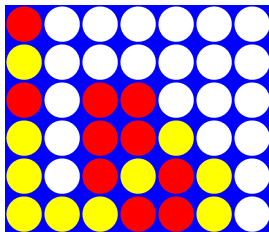


3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Dans cette situation, si rouge doit jouer, d'après la valeur de jeu, la meilleure case se trouve dans la 5ème colonne (valeur de 11).

Mais il doit jouer en 3ème colonne (valeur de 8) pour gagner.

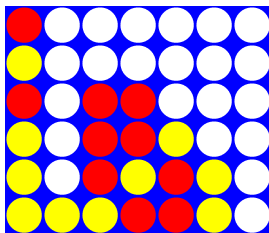
Insuffiance de cette valeur de jeu



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

- La valeur de jeu ne doit pas se baser que sur un seul critère : la valeur des cases.

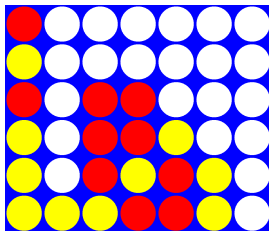
Insuffiance de cette valeur de jeu



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

- La valeur de jeu ne doit pas se baser que sur un seul critère : la valeur des cases.
- La valeur de jeu doit tenir compte des positions gagnantes : valeur de jeu = ∞

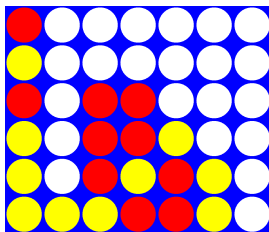
Insuffisance de cette valeur de jeu



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Dans cette situation, si jaune doit jouer, d'après la valeur de jeu, la meilleure case se trouve dans la 5ème colonne (valeur de 11).

Insuffisance de cette valeur de jeu

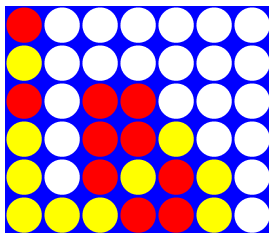


3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

Dans cette situation, si jaune doit jouer, d'après la valeur de jeu, la meilleure case se trouve dans la 5ème colonne (valeur de 11).

Mais il doit jouer en 3ème colonne (valeur de 8) pour bloquer son adversaire.

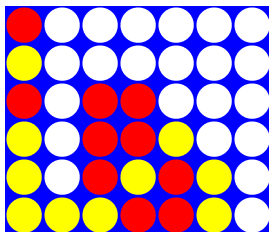
Insuffiance de cette valeur de jeu



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

- La valeur de jeu ne doit pas se baser que sur deux critères : la valeur des cases et la position gagnante.

Insuffiance de cette valeur de jeu



3	4	5	7	5	4	3
4	6	8	10	8	6	4
5	8	11	13	11	8	5
5	8	11	13	11	8	5
4	6	8	10	8	6	4
3	4	5	7	5	4	3

- La valeur de jeu ne doit pas se baser que sur deux critères : la valeur des cases et la position gagnante.
- La valeur de jeu doit tenir compte des positions à bloquer :
valeur de jeu = " $\infty - 1$ "

La valeur de ∞ doit être plus grande que toutes les valeurs de jeu prises par une grille.

- Valeur de jeu maximale = grille remplie de pions d'une même couleur
- Valeur de jeu maximale = somme des valeurs de toutes les cases
- Valeur de jeu maximale = 276

La valeur de ∞ doit être plus grande que toutes les valeurs de jeu prises par une grille.

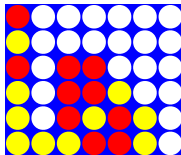
- Valeur de jeu maximale = grille remplie de pions d'une même couleur
- Valeur de jeu maximale = somme des valeurs de toutes les cases
- Valeur de jeu maximale = 276
- Valeur de jeu pour un blocage de l'adversaire = 277

La valeur de ∞ doit être plus grande que toutes les valeurs de jeu prises par une grille.

- Valeur de jeu maximale = grille remplie de pions d'une même couleur
- Valeur de jeu maximale = somme des valeurs de toutes les cases
- Valeur de jeu maximale = 276

- Valeur de jeu pour un blocage de l'adversaire = 277
- Valeur de jeu pour une position gagnante = 278

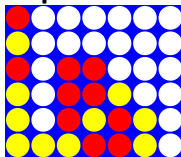
Stratégie 4 : Maximiser ses chances immédiates de gagner



- ❶ Lister toutes les colonnes où il est possible de jouer.
- ❷ Tester toutes les colonnes
- ❸ Calculer la valeur de jeu si ce coup était joué
- ❹ Trouver le meilleur coup et le jouer

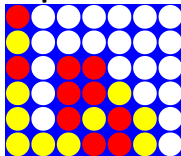
⇒ Algorithme glouton

Stratégie 5 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant un coup dans le futur



- ❶ Lister toutes les colonnes où il est possible de jouer.
- ❷ Pour toutes les colonnes
- ❸ Simuler la grille avec ce coup jouer et lister toutes les colonnes où **l'adversaire peut jouer**.
- ❹ Simuler la grille avec ce coup jouer et lister toutes les colonnes où **l'on peut jouer**.
- ❺ Calculer la valeur de jeu de chaque grille.
- ❻ Trouver le meilleur coup et le jouer.

Stratégie 5 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant un coup dans le futur

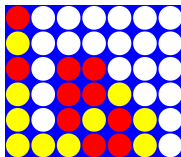


- ❶ Lister toutes les colonnes où il est possible de jouer.
- ❷ Pour toutes les colonnes
- ❸ Simuler la grille avec ce coup jouer et lister toutes les colonnes où **l'adversaire peut jouer**.
- ❹ Simuler la grille avec ce coup jouer et lister toutes les colonnes où **l'on peut jouer**.
- ❺ Calculer la valeur de jeu de chaque grille.
- ❻ Trouver le meilleur coup et le jouer.

Attention ! Le meilleur coup n'est pas celui qui donnera la plus haute valeur de jeu !

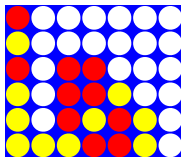
Voir la page : https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_minimax

Stratégie 6 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant N coups dans le futur



- 1 Généraliser la stratégie précédente en prédisant plusieurs coups à l'avance.

Stratégie 6 : Maximiser ses chances de gagner en prédisant N coups dans le futur



- 1 Généraliser la stratégie précédente en prédisant plusieurs coups à l'avance.

Attention ! Pour un seul coup d'avance, si 5 colonnes sont libres, on pourra simuler 5 grilles, puis 5 grilles pour chaque grille puis encore 5 grilles pour chaque grille : 5^3 grilles = 125 grilles

Pour 2 coups d'avance : 5^5 grilles = 3125 grilles...