

2024-2025

INFO-F311

INFO-F311 - Intelligence artificielle - Recherche adversariale

BERTHION Antoine

Tom Leanaerts



Table des matières

1	Rapport	1
1.1	Introduction	1
1.2	Méthodologie	1
1.3	Expériences	1
1.3.1	Résultats pour 'ADVANTAGE'	2
1.3.2	Résultats pour 'BIGMAZE'	3
1.3.3	Résultats pour 'FIFTYFIFTY'	5
1.4	Discussion	6
1.4.1	ADVANTAGE	6
1.4.2	BIGMAZE	6
1.4.3	FIFTYFIFTY	7
1.5	LLM	7
1.6	Conclusions	7

1.1 Introduction

L'objectif de ce rapport est d'analyser et de comparer l'efficacité des algorithmes **Minimax**, **Alpha-Beta Pruning** et **Expectimax** à travers une série de tests conçus pour évaluer leurs forces et faiblesses respectives. Nous évaluerons ces algorithmes sur 3 cartes différentes, visant à mettre en lumière leurs faiblesses et leurs forces respectives.

1.2 Méthodologie

Dans le cadre de notre étude, nous appliquerons les algorithmes présentés dans l'introduction sur chacune des trois cartes spécialement conçues pour cette expérience. Les algorithmes piloteront les actions de l'agent 0, tandis que les mouvements de l'agent 1 seront déterminés de manière aléatoire. Pour atténuer les erreurs d'imprécision induites par le caractère aléatoire, nous procéderons à 20 itérations de simulations pour chaque profondeur d'exploration des algorithmes. Les graphiques présenteront à la fois la moyenne et l'écart-type des scores, le nombre de tours avant la conclusion de la partie ainsi que le pourcentage de victoire de l'agent 0, de l'agent 1 et le pourcentage de partie résultant .

1.3 Expériences

Nous commencerons cette section par une brève présentation des 3 cartes proposées ;



FIGURE 1.1 : AVANTAGE, FIFTYFIFTY et BIGMAZE.

La carte intitulée "AVANTAGE" confère un avantage considérable à l'agent 0. En revanche, la carte "FIFTY-FIFTY" est conçue de manière à ne privilégier aucun des joueurs, offrant ainsi une expérience de jeu équilibrée. Enfin, la carte "BIGMAZE" se caractérise par la présence d'un grand nombre de murs, créant des défis supplémentaires pour les agents en matière de navigation.

Dans un second temps, nous initialiserons un CompetitiveWorld basé sur ces trois cartes, où nous réaliserons des simulations de jeu en utilisant les algorithmes Minimax, Alpha-Beta et, enfin, Expectimax. En dernier lieu, nous lancerons une partie en jouant aléatoirement. Étant donné la multitude de graphiques générés, nous nous concentrerons sur ceux qui mettent en évidence les forces et les faiblesses des algorithmes. Toutefois, l'intégralité des graphiques est accessible à l'adresse suivante : [mydrive](#).

Pour le cas très spécifique de l'algorithme Minimax, nous ne présenterons aucun graphique, car l'algorithme Alpha-Beta fonctionne de la même manière, tout en étant plus efficace. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de le mettre en avant.

1.3.1 Résultats pour 'ADVANTAGE'

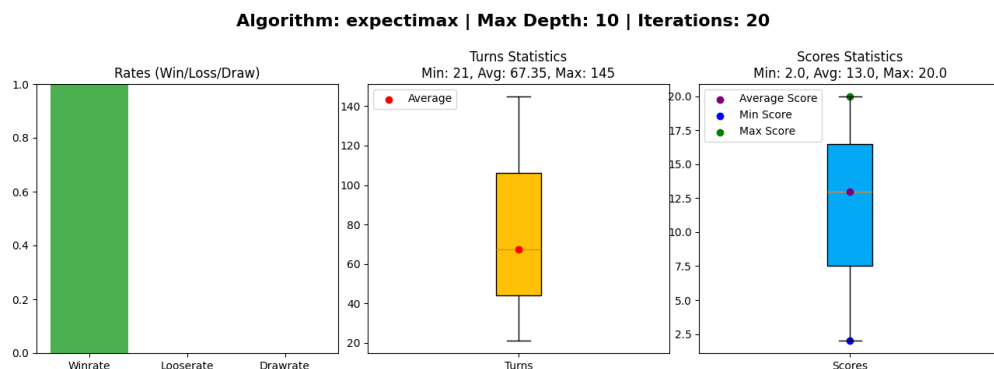


FIGURE 1.2 : Expectimax sur 'ADVANTAGE'

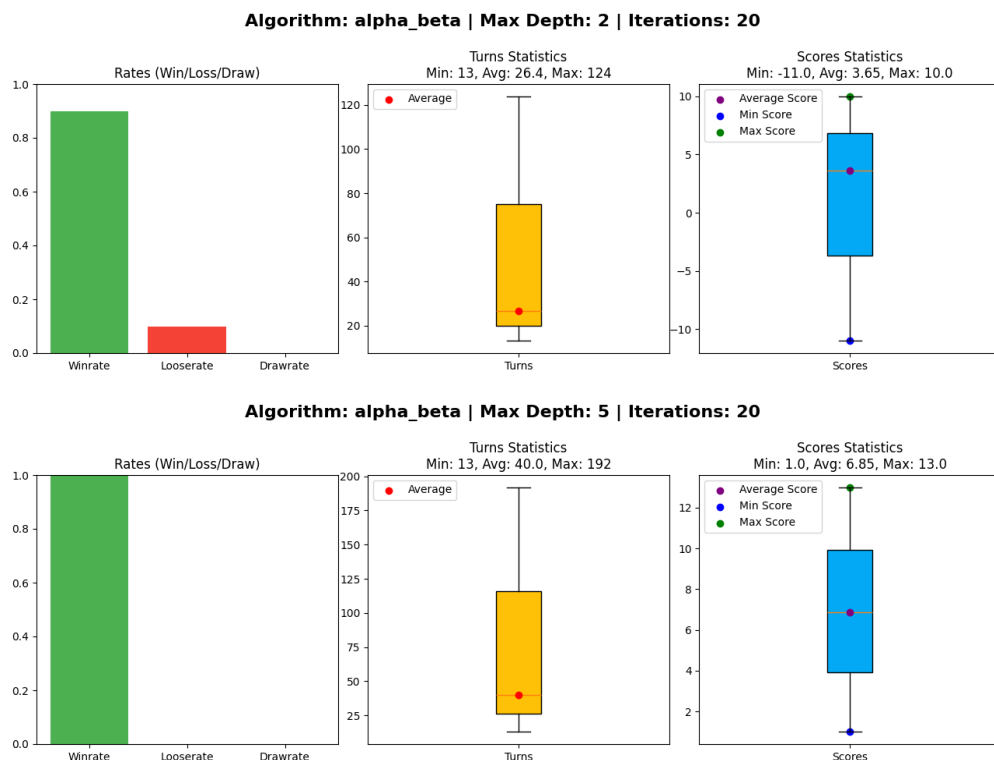


FIGURE 1.3 : Alpha-Beta sur 'ADVANTAGE'

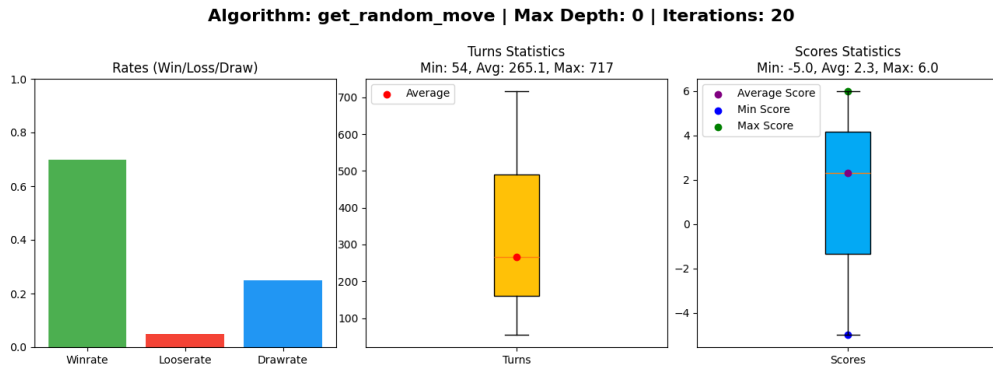


FIGURE 1.4 : Coups aléatoires sur 'ADVANTAGE'

1.3.2 Résultats pour 'BIGMAZE'

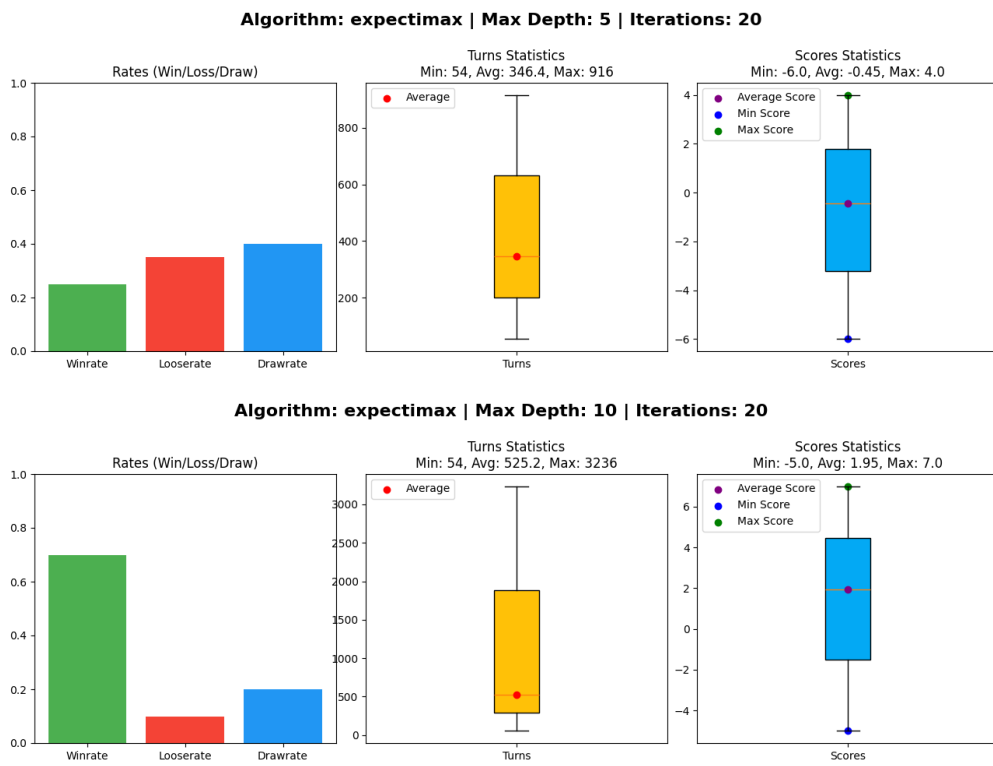


FIGURE 1.5 : Expectimax sur 'BIGMAZE'

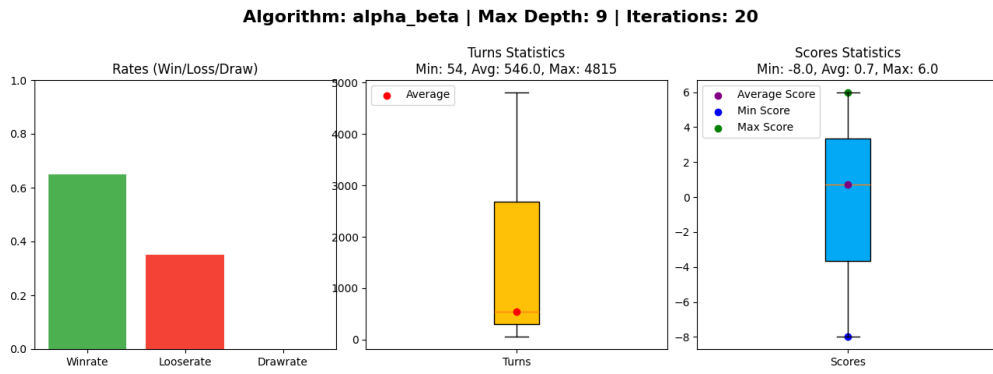
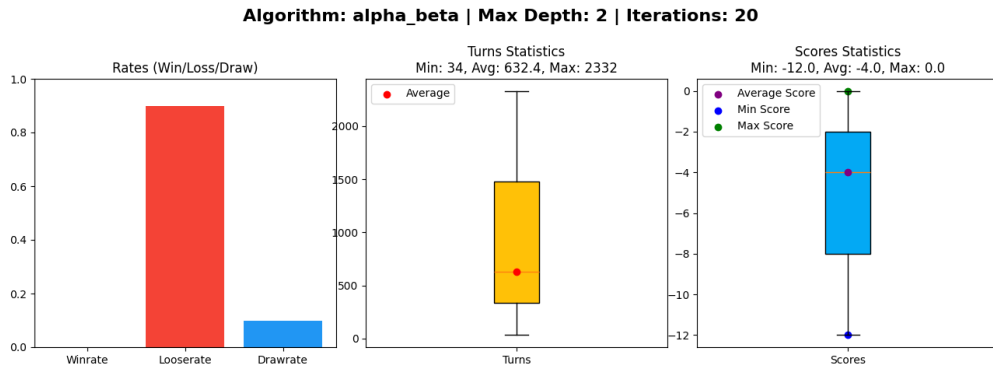


FIGURE 1.6 : Alpha-Beta sur 'BIGMAZE'

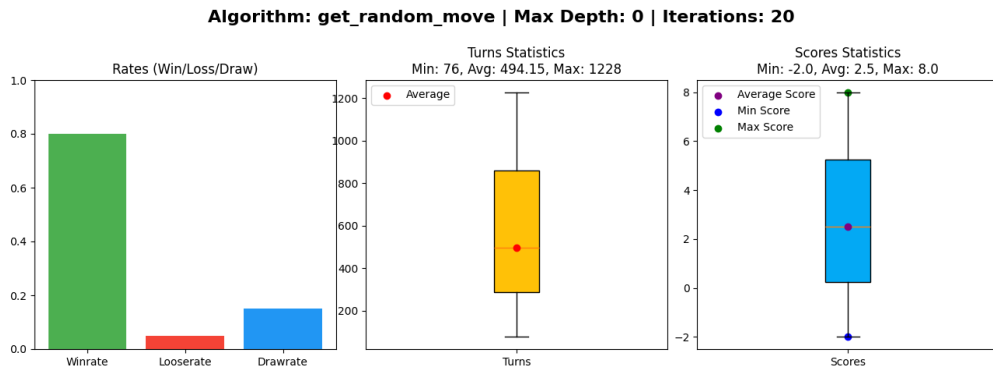


FIGURE 1.7 : Coups aléatoires sur 'BIGMAZE'

1.3.3 Résultats pour 'FIFTYFIFTY'

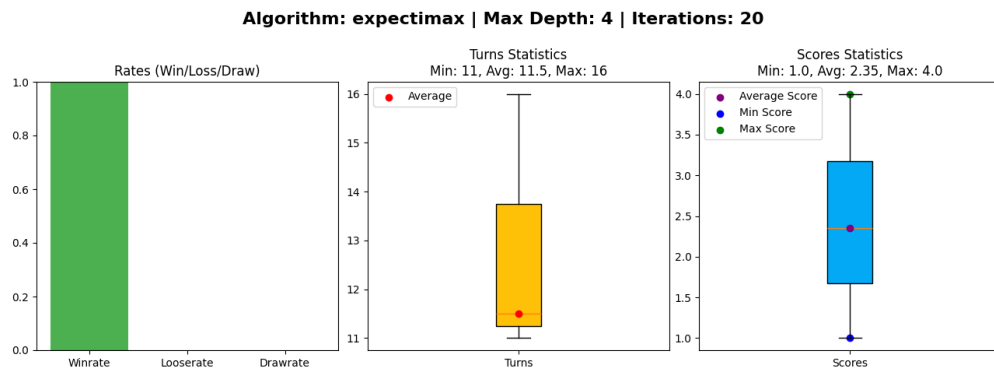
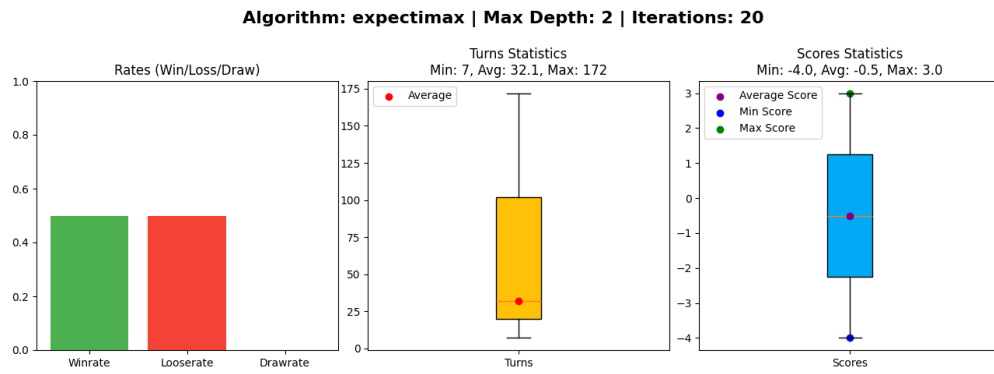


FIGURE 1.8 : Expectimax sur 'FIFTYFIFTY'

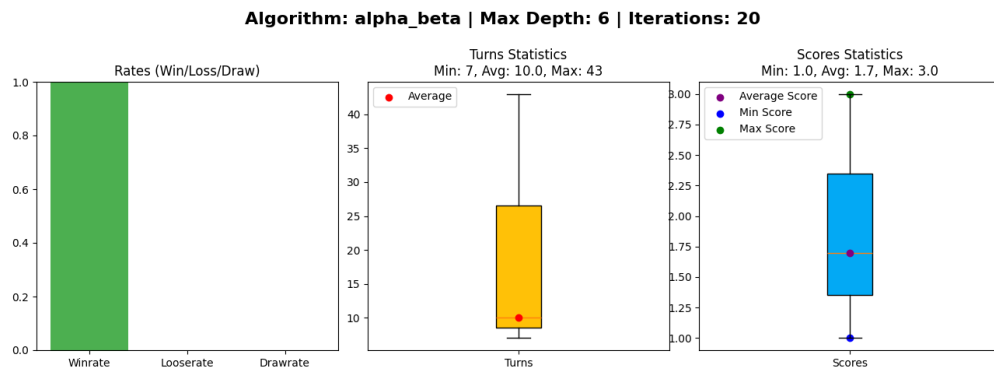
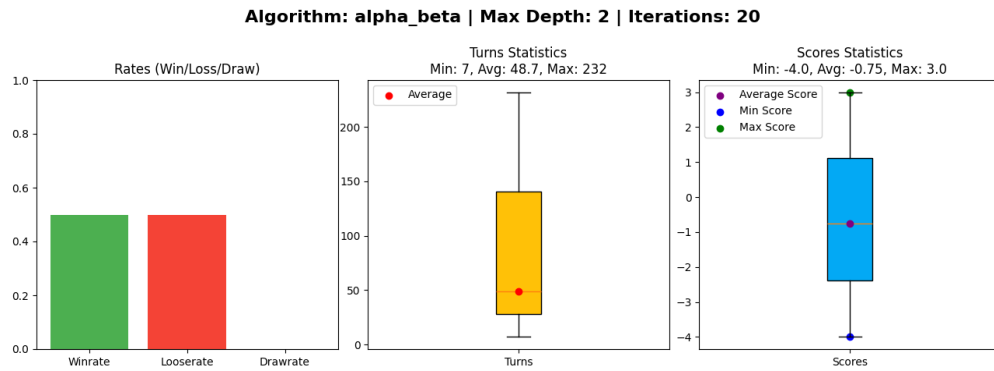


FIGURE 1.9 : Alpha-Beta sur 'FIFTYFIFTY'

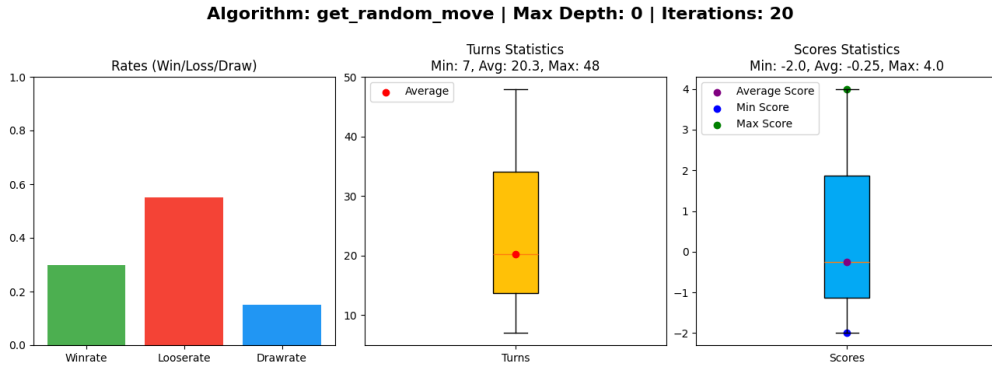


FIGURE 1.10 : Coups aléatoires sur 'FIFTYFIFTY'

1.4 Discussion

Nous allons désormais entreprendre une analyse comparative des forces et des faiblesses des algorithmes étudiés, en nous basant sur les résultats obtenus à travers diverses configurations de cartes. Nous tenterons d'expliquer les écarts de score significatifs observés dans certains cas par les caractéristiques intrinsèques des algorithmes ainsi que par la nature des cartes utilisées.

1.4.1 ADVANTAGE

Cette carte confère un avantage considérable à l'agent 0. Étant donné que l'agent 1 adopte un comportement aléatoire, les résultats obtenus avec Expectimax sont excellents, car cet algorithme parvient à bien anticiper les différents scénarios possibles. En revanche, bien qu'Alpha-Beta soit performant dans la majorité des situations, il tend à se montrer excessivement pessimiste ici, supposant que l'agent 1 se dirigera rapidement vers la sortie la plus proche. Par conséquent, Alpha-Beta pousse l'agent 0 à se précipiter également, parfois au détriment de la collecte de certaines gemmes, que l'agent 1 pourra récupérer de manière aléatoire. L'algorithme aléatoire, quant à lui, se révèle relativement efficace dans cette configuration, principalement en raison du fort avantage dont dispose l'agent 0. Ainsi, malgré l'imprévisibilité de l'agent 1, le taux de victoire de l'agent 0 dépasse largement les 50%.

1.4.2 BIGMAZE

Sur cette carte, les algorithmes à faible profondeur peinent considérablement à évaluer correctement la qualité des positions, en raison du grand nombre de murs et de l'étendue de la carte. Les performances sont catastrophiques avec une faible profondeur, particulièrement pour Alpha-Beta, et dans une moindre mesure, pour Expectimax. Cependant, ces algorithmes compensent ce défaut lorsqu'ils sont configurés avec une profondeur plus importante. Expectimax affiche logiquement de meilleures performances en termes de score, étant donné que l'agent 1 joue de manière aléatoire. Sur la carte "BIGMAZE", les coups aléatoires conduisent généralement à une victoire, en raison du nombre de gemme plus grand du côté de l'agent 0.

1.4.3 FIFTYFIFTY

Sur la carte "FIFTYFIFTY", il n'est pas surprenant de constater que les coups aléatoires aboutissent généralement à des égalités, ce qui est inhérent à une carte ne conférant aucun avantage particulier à l'un des agents. Les algorithmes Expectimax et Alpha-Beta, lorsqu'ils fonctionnent avec de faibles profondeurs, tendent à se comporter de manière similaire à des mouvements aléatoires, produisant ainsi des résultats comparables à ceux de l'algorithme aléatoire. Toutefois, augmenter la profondeur d'exploration permet à l'agent 0 de remporter des victoires écrasantes face à l'agent 1. Comme attendu, Expectimax obtient en moyenne de meilleures performances qu'Alpha-Beta, bien que ce dernier reste tout à fait compétent, assurant 100% de victoires sur les 20 itérations réalisées.

1.5 LLM

Dans cette courte partie, nous discuterons de l'utilisation des LLM dans le cadre du projet. Aucun LLM n'a été utilisé pour l'aspect implémentation ainsi que la compréhension du projet. Cependant, ce rapport a été corrigé du point de vue de la syntaxe et de la grammaire par DeepL ainsi qu'un modèle GPT. Notons tout de même qu'aucune des informations du rapport n'a été produite par une autre personne que l'auteur.

1.6 Conclusions

En résumé, chaque algorithme présente des forces et des faiblesses spécifiques, en fonction des objectifs de la recherche et de la configuration des cartes.

L'algorithme Alpha-Beta (tout comme Minimax) est extrêmement performant contre un adversaire jouant de manière optimale. Toutefois, face à un joueur aléatoire, Alpha-Beta devient excessivement pessimiste, anticipant constamment les meilleurs coups possibles de son adversaire. Cet excès de prudence conduit l'algorithme à prendre des décisions généralement correctes, mais qui échoueront dans une proportion non négligeable de cas. Bien qu'Alpha-Beta soit très efficace à grande profondeur, une faible profondeur d'exploration le rapproche d'un comportement similaire à celui d'un algorithme aléatoire. Il est également crucial de souligner que la qualité de la fonction d'évaluation utilisée par Alpha-Beta joue un rôle déterminant dans sa capacité à bien juger les actions de l'adversaire.

L'algorithme Expectimax est particulièrement bien adapté pour anticiper les actions d'un adversaire aléatoire. Dans le cadre de nos expériences, Expectimax obtient d'excellents résultats grâce à la nature imprévisible du comportement de l'adversaire. Cependant, il montre ses limites face à un joueur parfait, puisqu'il n'anticipe pas systématiquement les meilleurs coups possibles. En effet, Expectimax peut supposer que l'adversaire commettra des erreurs, ce qui peut entraîner des décisions imprudentes dans de nombreuses situations. Il est néanmoins possible de modifier les poids des probabilités, en augmentant la probabilité associée aux meilleurs coups. Cette approche est souvent la plus efficace pour jouer contre des humains, qui, dans la grande majorité des jeux, ne jouent pas de manière parfaitement optimale.