|  |
| --- |
| ***IFT-2003 – Intelligence artificielle I*** |

Session d’automne 2016

**Conception d’un jeu intelligent**

**Travail d’équipe**

**30 octobre 2016**

|  |  |
| --- | --- |
| **Équipe 6** |  |
| Bellevue, Thierry | IDUL |
| Portelance, Gilles | 987 601 082 |
|  |  |

|  |
| --- |
| **UL01_pt_coul Faculté des sciences et de génie** |

Table des matières

[Introduction 1](#_Toc465065940)

[Présentation du jeu 2](#_Toc465065941)

[Modélisation du problème 2](#_Toc465065942)

[Faits et circonstances : 2](#_Toc465065943)

[Exposés de certains faits et circonstances 2](#_Toc465065944)

[Nombre de combinaisons possibles de huit cartes comportant minimalement un doublon 3](#_Toc465065945)

[Nombre de combinaisons possibles de huit cartes comportant minimalement un triplet 3](#_Toc465065946)

[Nombre de combinaisons possibles de huit cartes comportant minimalement un carré 4](#_Toc465065947)

[Nombre de combinaisons possibles de 8 cartes comportant une série de 3 cartes consécutives 4](#_Toc465065948)

[Nombre de combinaisons possibles de 8 cartes comportant une série de 4 cartes consécutives 5](#_Toc465065949)

[Implantation en prolog 11](#_Toc465065950)

[Discussion quant aux résultats 12](#_Toc465065951)

[Conclusion 13](#_Toc465065952)

[Références 14](#_Toc465065953)

[Annexes 15](#_Toc465065954)

# Introduction

L’intelligence artificielle (IA) est ainsi décrite par Russel et al. lesquels affirment que : « L’IA relève de toutes les tâches intellectuelles : c’est vraiment un domaine universel» (Russell, Norvig, et Popineau, 2010). De ce constat, nul doute que les jeux impliquent une tâche intellectuelle et par conséquent sont en droit de s’inclure dans le très vaste champ d’application de l’IA. Ce présent rapport exprimera brièvement différents aspects rencontrés par trois étudiants de premier cycle dans le développement d’une première application de jeu utilisant une intelligence artificielle. Dans un premier temps, une présentation du jeu retenu ainsi qu’une explication des règles générales et adaptées au contexte est présentée au lecteur. Dans un second temps, une modélisation du problème et d’une stratégie de solution lui est soumise. Un troisième volet met en lumière l’implantation dans le langage prolog lequel est suivi d’une discussion quant aux résultats escomptés versus les résultats obtenus.

# Présentation du jeu

Les trois étudiants retiennent un jeu de cartes dont les règles s’apparentent au jeu de domino et dont le but consiste à se départir de toutes ses cartes en premier.

Au départ chaque joueur se voit remettre huit (8) cartes d’un paquet de 54 cartes. Le premier joueur dépose l’une de ses cartes sur la table dont la valeur numérique est m. Le joueur suivant doit déposer une carte de son jeu pour laquelle la valeur n = m + 1 ou bien n = m – 1. Ceci a pour effet d’imposer que les cartes déposées poursuivent la création d’une suite ascendante ou descente par rapport à la carte sur la table. Advenant qu’un joueur soit dans l’impossibilité de poursuivre la suite avec l’une de ses cartes en main, il doit alors piger dans le tas de cartes nommé la pioche. Si ce tas de cartes s’avère épuisé, alors c’est le joueur avec le moins de cartes en main qui l’emporte.

Les valeurs attribuées aux cartes sont celles généralement admises soit :

As = 1;

Roi = 13;

Dame = 12;

Valet = 11;

et les autres cartes prennent leur valeur numérique indiquée.

De plus, un roi, la valeur la plus élevée exige un as ou une dame pour continuer. De même pour l’as seul un deux ou un roi permet de poursuivre la suite.

Autres particularités, l’as peut être joué en tout temps ainsi que les jokers. Cependant ces derniers offrent également l’avantage d’imposer à l’adversaire de passer un tour et permet au joueur de jouer n’importe quel carte à sa suite.

# Modélisation du problème

## Faits et circonstances :

Il est clair que pour gagner la partie, le programme doit être en mesure de maintenir un nombre de cartes en main inférieur à celui détenu par le joueur. De plus, l’aspect aléatoire des cartes pigées ne laissent aucun doute quant à l’influence sur le résultat du jeu. Cependant, l’équipe s’est interrogé à savoir si pour certaines combinaisons de cartes en main un choix intelligent, de la prochaine carte à jouer, favoriserait la victoire. De cette analyse, il ressort du point de vue statistique que certains comportement soient souhaitables sans toutefois garantir un résultat. Nous aborderons donc la problématique dans une perspective d’espérance de résultats.

Exposés de certains faits et circonstances :

* Le jeu ne tient pas compte de la sorte de carte jouée (♠,♥,♦,♣), seul la valeur numérique de celle-ci compte.
* L’espace aléatoire implique une pige sans remise puisque les situations suivantes met fin au jeu;
  + La pioche a été vidée.
  + Le joueur a déposé toutes ses cartes.
  + Le programme a déposé toutes ses cartes.
* Les piges à la pioche sont donc des événements dépendants puisqu’à chaque carte pigée, il n’y a pas de remise avant la fin de la partie.
* L’ordre de pige n’est pas important pour la distribution initial.
* Cartes totales dans le jeu : 54 cartes ((4 x 13) + 2) soit :
  + 4 sortes – pique (♠), cœur (♥), carreau (♦), trèfle (♣)
  + de 1 série de 13 rangs - 2..10, valet(v), dame(d), roi(r), as(as)
  + plus 2 jokers (j).
* À l’initialisation, huit cartes par paquet des joueurs (2 joueurs dans l’implantation présente) : 16 cartes totales.
* Cartes présentes dans la pioche après distribution aux joueurs et une déposée sur la table :
* Nombre de combinaisons possibles de huit cartes lors de la distribution initiale des cartes à chacun des joueurs:
* Nombre de combinaisons possibles de 16 cartes entre les deux joueurs :

Nombre de combinaisons possibles de huit cartes comportant minimalement un doublon :

* Mains possibles :
  + Une main contenant 2 des 4 cartes de même rang et 6 autres cartes quelconque de 50 parmi les 54 cartes de la pioche.
  + ou une main de 2 de 2 cartes (jokers) et 6 cartes quelconques de 52 toujours parmi la pioche de 54 cartes:
* d’où une probabilité de :
* Soit une probabilité d’environ 11,12 % d’avoir en main une paire après la distribution initiale.

Nombre de combinaisons possibles de huit cartes comportant minimalement un triplet :

* Une main contenant 3 des 4 cartes de même rang et 6 autres cartes quelconque de 50 parmi les 54 cartes de la pioche initiale.
* Ici, les jokers, au nombre de 2 ne peuvent plus participer à un triplet, malgré leur propriété de pouvoir être joué en tout temps laquelle n’est pas considéré. Nous les ignorons volontairement à fin de simplicité la présente analyse:
* d’où une probabilité de :
* Soit une probabilité d’environ 6,10 % d’avoir en main un brelan après la distribution initiale.

Nombre de combinaisons possibles de huit cartes comportant minimalement un carré :

* Une main contenant 4 des 4 cartes de même rang et 6 autres cartes quelconque de 50 parmi les 54 cartes de la pioche initiale.
* Ici, les jokers, au nombre de 2 ne peuvent plus participer à un carré, malgré leur propriété de pouvoir être joué en tout temps laquelle n’est pas considéré. Nous les ignorons volontairement à fin de simplicité la présente analyse:
* d’où une probabilité de :
* Soit une probabilité d’environ 1,53 % d’avoir en main un carré après la distribution initiale.

Nombre de combinaisons possibles de 8 cartes comportant une série de 3 cartes consécutives :

* Une série de 3 cartes consécutives permet de choisir l’une de ses extrémités afin de permettre 66% de probabilité de pouvoir rejouer après l’adversaire.
  + Ex. : **3-4-5**-8-v-r-r en main.
    - Le 3 ou 5 peuvent être joué pour améliorer la garantie de pouvoir rejouer au prochain tour. Supposons que le 5 est joué par le joueur.
    - l’adversaire ne peut jouer qu’un 4, un 6 ou passer son tour.
      * L’adversaire ne peut jouer alors le joueur peut rejouer son 4.
      * L’adversaire joue le 4 alors le joueur peut rejouer son 3.
      * L’adversaire joue le 6 alors le joueur ne peut rejouer.
    - Ainsi, une probabilité de succès (pouvoir rejouer) de 66% est atteint dans ce cas précis.
    - En jouant le 4 la probabilité de rejouer est seulement de 33% dans le cas où l’adversaire ne peut jouer. Si ce dernier joue un 3 ou un 5, il est impossible au joueur de rejouer.
* Les jokers, au nombre de 2 ne peuvent participer à un triplet, malgré leur propriété de pouvoir être joué en tout temps laquelle n’est pas considéré, ici. Nous les ignorons donc dans cette portion de l’analyse de probabilité.
* Dans ce cas, il nous faut donc 1 carte de rang r pour débuter la suite, une seconde équivalente à r+1 et une troisième représentant r+2.
* d’où une probabilité de :
* Soit une probabilité d’environ 7,01 % d’avoir en main une suite de 3 valeurs consécutives après la distribution initiale.

Nombre de combinaisons possibles de 8 cartes comportant une série de 4 cartes consécutives :

* Une série de 4 cartes consécutives permet de choisir une extrémité afin de permettre 66% de probabilité de pouvoir rejouer après l’adversaire.
  + Ex. : **3-4-5-6**-v-r-r en main.
    - Le 3 ou 5 peuvent être joué pour améliorer la garantie de pouvoir rejouer au prochain tour. Supposons que le 5 est joué par le joueur.
    - l’adversaire ne peut jouer qu’un 4, un 6 ou passer son tour.
      * L’adversaire ne peut jouer alors le joueur peut rejouer son 4.
      * L’adversaire joue le 4 alors le joueur peut rejouer son 3.
      * L’adversaire joue le 6 alors le joueur ne peut rejouer.
    - Ainsi, une probabilité de succès (pouvoir rejouer) de 66% est atteint.
    - En jouant le 4 la probabilité de rejouer est seulement de 33% dans le cas où l’adversaire ne peut jouer. S’il joue un 3 ou un 5, il est impossible de rejouer.
* Les jokers, au nombre de 2 ne peuvent participer à un triplet, malgré leur propriété de pouvoir être joué en tout temps laquelle n’est pas considéré, ici. Nous les ignorons donc dans cette portion de l’analyse de probabilité.
* Dans ce cas, il nous faut donc 1 carte de rang r pour débuter la suite, puis trois autres cartes représentant chacune r+1, r+2 et r+3.
* d’où une probabilité de :
* Soit une probabilité d’environ 7,01 % d’avoir en main une suite de 3 valeurs consécutives après la distribution initiale.

### Heuristique :

En gros, la somme des probabilités précédemment énoncée laisse croire à la pertinence d’implémenter un prédicat permettant de maximiser les décisions du joueur artificielle (IA). L’analyse statistique de l’ensemble des possibilités demeure toutefois assez lourde et certainement hors contexte dans le cadre de ce travail. Ainsi, ce rapport poursuit en énoncant le cadre de la problématique retenue soit tenter de permettre à l’IA de déposer des cartes le plus fréquemment possible. Cette motivation étant issue du but du jeu consistant à se départir du maximum de cartes avant que la pioche ait été vidé ou que l’adversaire ait déposé toute ses cartes en main. Le gagant étant désigné également par le joueur ayant le moins de carte en main lorsqu’aucun des deux joueurs ne se départie de toutes ses cartes avant la fin.

Pour ce faire, notons que les possibilités de jouer se limite donc à 3 cas lorsque la carte c est présente sur la table, abstraction faite des jokers. Elles sont les suivantes:

* Déposer une carte c-1;
* Déposer une carte c+1;
* Aller à la pige.

De ce constant, l’observation permet de conclure que les possibilités de jeu correspondent à n3 où n représente le nombre de tours joués. Dans les faits, chaque tour est représenté par chaque niveau de l’arbre de recherche. Ce dernier est reconstruit à chaque fois que l’IA est appelé à jouer. L’IA ne présente pas de fonctions afin de déterminer s’il est préférable de jouer une carte d’une suite de rang similaire ou une suite de rang consécutif. Les probabilités que les deux cas se présente sont en soi très faible. Nous assumons donc que la fonction suivante représente une heuristique acceptable dans le présent contexte.

Soit :

* C(x) le coefficient de succès dans les 4 prochains tours;
* x = le fait que le joueur IA a un succès soit déposer une carte;
* y = le fait que l’adversaire a un succès soit déposer une carte (négatif pour l’IA);
* P(x) = la probabilité d’un succès pour l’IA au 4e tour suivant selon la plus longue série de cartes similaires en main.
* 1000, une constante pour assurer un entier au résultat.

Ainsi la fonction heuristique est C(x) = (x - y)\*(1000\*P(x)).

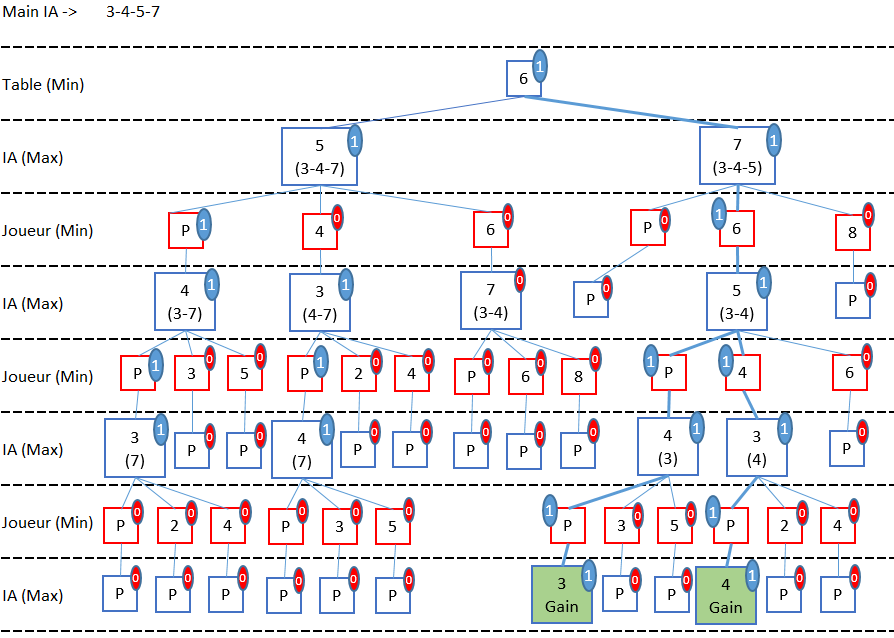


Figure : Arbre de recherche – Propagation des valeurs heuristiques

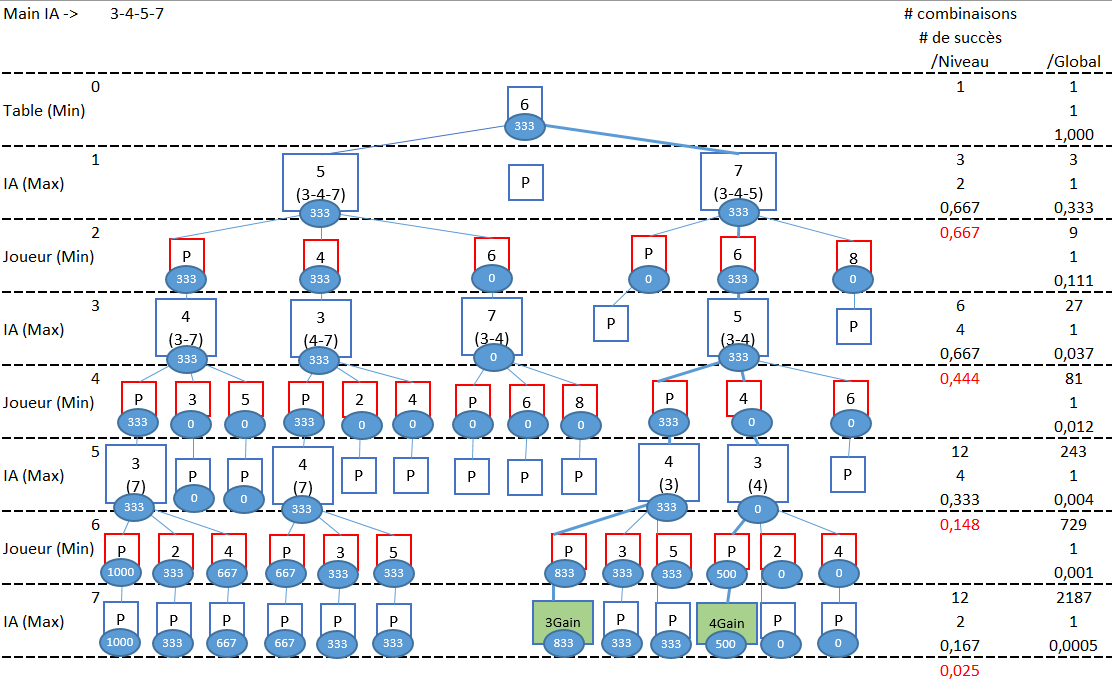


Figure : Arbre d'heuristique - MinMax

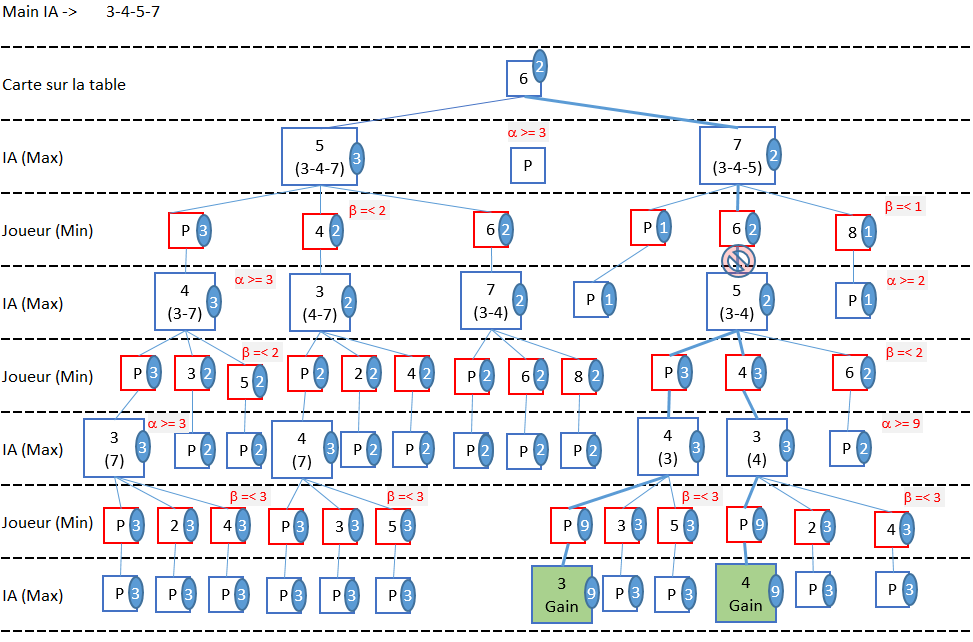


Figure : Arbre d'heuristique - Alpha-Beta

Difficultés d’implanter MinMax étant donné la limite de choix possibles pour déposer une carte à la suite de celle présente sur la table. Min ne peut prendre de statégie pour limiter le succès de Max sans tenir compte des probabilités des cartes possibles dans la main du joueur et dans la pioche. Cependant, il est aisé pour l’ordinateur de maitenir le compte des cartes déjà jouées. Ceci demeure cependant une infraction nommé comptage de carte laquelle est généralement sanctionnée dans les casinos et salles de jeu officiels. Nous acceptons toutefois ceci puisqu’il est possible au joueur d’également prendre en note les cartes déjà joué et calculé des probabilités tout au long du match. Ainsi, le vrai plaisir débute! Programmer ce prédicat exigerait cependant beaucoup trop d’effort pour l’instant.

MinMax -> hum! Je crois qu’il est possible que l’adversaire ne puisse pas jouer. Comment minimiser qu’il ne peut rien faire? La pige ???

# Implantation en prolog

# Discussion quant aux résultats

# Conclusion

La conclusion exerce une double fonction : **rappeler** et **ouvrir**.

**Rappeler** : Il ne s’agit pas ici de reprendre le contenu du résumé. Cette fonction a pour but de récapituler les principaux résultats et les principales conclusions partielles, **sans apporter d’éléments d’analyses supplémentaires**.

**Ouvrir** : Dans le cas du rapport d’avancement de projet, cette section présente une ouverture vers les prochaines étapes, en fonction de l’analyse effectuée.

# Références

Russell, Stuart Jonathan, Peter Norvig, et Fabrice Popineau. 2010. *Intelligence artificielle*. Paris : Pearson education, ISBN : 978-2-7440-7455-4.

# Annexes

Il est de mise d’inclure ici tout document dont l’information supporte la compréhension du rapport, en prenant toutefois soin de ne pas considérer la section des annexes comme une poubelle à information. Les documents inclus à cet endroit doivent être justifiés et annoncés dans le texte au même titre qu’une figure ou un tableau.

Les annexes sont numérotées et possèdent un titre qui permet de les identifier rapidement dans la table des matières. Les règles de mise en texte s’appliquent aussi bien aux annexes qu’au corps du rapport.