

Rapport DM3 - Apprentissage

Par Stanislaw PLUSZKIEWICZ et Ellmo RIVETTI

Objectif du TD:

L'objectif du TD est de mettre en place un système d'apprentissage se basant sur la technique des *persistent hash tables*.

Objectif du TD:	1
Réalisation du TD:	2
Déroulement:	2
Mise en place	2
Objectif	2
Réalisation	3
Apprentissage	3
Premier apprentissage	4
Second apprentissage	5
Comparaison des deux méthodes	7
Amélioration de l'apprentissage	8
Utilisation de l'apprentissage 3 half moves / 1000 rounds	9
Seconde amélioration de l'apprentissage	10
Utilisation de l'apprentissage total	11
Tournoi 1: 3 half moves	11
Tournoi 2: 1 minute	12
Conclusion	12
Annexes:	13
Résultats Arena:	13
Premier apprentissage	13
Second apprentissage	14
Amélioration de l'Apprentissage	15
Utilisation de l'Apprentissage 3 half moves / 1000 rounds	15
Seconde amélioration de l'apprentissage	16
Utilisation de l'apprentissage total	16
Tournoi 1: 3 half moves	16
Tournoi 2: 1 minute	17

Réalisation du TD:

Déroulement:

Nous avons commencé le développement du TD lors de la séance du 02/03. Durant cette séance, nous avons mis à jour notre branche de départ ([original_tscp](#)) avec les optimisations des DM1 et DM2 que vous nous avez fournies. Nous avons aussi commencé ce rapport.

Par la suite, n'ayant pas réussi à obtenir un résultat convenable avec notre code, nous avons visionné les séances de TD de live coding avec le groupe de Cergy. Ceci nous a permis d'implémenter l'algorithme d'apprentissage attendu dans ce DM. Des modifications ont été apportées pour résoudre quelques problèmes de compilation et de fonctionnement. **Nous avons nommé notre IA "Billy".**

En dernier temps, nous avons lancé de nombreux tournois contre l'IA AnMon. Grâce à cela, Billy a pu apprendre et augmenter son elo. Ensuite nous avons analysé les résultats obtenus et produit ce rapport.

Le fichier binaire final de l'apprentissage (*saved_moves.bin*) de notre IA peut être trouvé dans le dossier "learn_binaries" où se trouvent aussi d'autres binaires pour lors de différentes étapes de l'apprentissage.

Mise en place

Objectif

Nous avons doté le programme de la possibilité d'apprendre de ses erreurs. La technique utilisée est le "persistent hash table".

L'algorithme s'appuie sur un générateur de nombres pseudo-aléatoires statique. Ce qui permet de définir une position avec toujours la même valeur de hash et cela indépendamment de toute implémentation de la librairie C.

Le principe est d'utiliser une table de hash « Learning » supplémentaire. Dans cette table de hash, nous avons stocké toutes les positions où l'évaluation attendue est plus forte que l'évaluation réelle. C'est-à-dire que le programme va détecter une chute de score.

Réalisation

Nous avons construit la table de hash pour le "Learning" et nous l'avons initialisée. Pour cela, nous nous sommes inspirés du code de la table de transposition vu en cours.

Nous avons codé la fonction *learn* qui permet de stocker l'évaluation dans la hash table de Learning. Puis nous avons codé la fonction *getLearn* qui permet de récupérer l'entrée de la hash table de learning correspondant à la position courante.

Nous avons rajouté dans la fonction *quiesce* et *search* la possibilité de récupérer l'entrée d'une hash table de la table Learning et l'avons exploité pour pouvoir retourner la valeur apprise. Dans ce cas, nous n'avons pas tenu compte des bornes alpha beta. Il s'agit d'un code qui ressemble beaucoup au code utilisé pour la lecture et l'exploitation de la hash table du dm TSCP-hash.

Nous avons écrit une fonction qui initialise la hash table de learning en utilisant la méthode *memset*.

Nous avons affiché sur la sortie standard le message suivant: "On s'est trompé" à chaque fois que le programme détecte une erreur d'évaluation. Pour cela, nous avons fait jouer notre programme en mode console contre Anmon (qui est un logiciel bien plus fort) en vérifiant que notre programme détectait bien les chutes de score. Il s'agissait là juste d'un test.

Enfin nous avons remplacé l'affichage décrit ci-dessus par un appel à la fonction *learn*.

Pour la partie persistance de l'apprentissage nous avons choisi l'option 1 proposée dans le sujet. Ainsi nous avons dimensionné la taille du fichier à une petite taille pour éviter des problèmes de performances. Après chaque appel de la fonction *learn*, nous avons "dumpé" l'intégralité de la table dans un fichier nommé "*saved_moves.bin*". Nous avons également dû implémenter une méthode permettant de lire le fichier et de restaurer la mémoire d'apprentissage du programme. Dans le cas où le fichier n'est pas présent, nous avons initialisé l'intégralité de la table avec des valeurs nulles.

Afin de vérifier que l'apprentissage était fonctionnel, nous avons utilisé les coups fournis à la fin du TD. En effet, lors de la première utilisation, les coups se font et un coup est enregistré dans le binaire. Lors du deuxième essai, Billy n'effectue pas l'erreur.

Apprentissage

Afin de réaliser l'apprentissage de notre programme, nous avons utilisé différentes méthodes. Nous avons décidé d'utiliser la méthode de "faire jouer notre IA contre une IA plus forte". Nous avons donc utilisé AnMon.

Afin de rendre les matchs moins aléatoire et donc avoir un pattern répétitif dans nos matchs, nous avons désactivé la bibliothèque d'ouverture de AnMon et de notre IA (Billy). En effet, si nous avons laissé la bibliothèque d'ouverture de TSCP, notre IA aurait dû apprendre beaucoup plus de cas, cela rendant l'apprentissage plus long.

Les chapitres ci-dessous vont servir de démonstration et d'analyse des résultats obtenus lors des différentes méthodes d'apprentissage. Dans la partie [annexe](#), vous pourrez trouver toutes les captures d'écrans des résultats sur Arena. Chaque titre de partie contient un lien

menant vers les annexes afin que vous puissiez voir les captures d'écran aisément. Les titres des parties des annexes mènent vers leur analyse.

Premier apprentissage

Voici les paramètres du premier apprentissage effectué:

- Tournoi sur Arena
- AnMon vs notre IA (Billy)
- Match avec 1 minute pour chaque IA
- 10 rounds

Voici les résultats que nous avons obtenus:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
AnMon	95	9	0	1
Billy	5	0	9	1

Grâce à une méthode permettant de voir le nombre de coups enregistrés dans notre fichier, nous pouvons voir que Billy a enregistré 47 coups suite à ce tournoi.

```
Opening book missing.  
47 moves saved  
tscp>
```

Nous avons par la suite augmenté le nombre de rounds: 20, 30 et 40.

Voici les résultats obtenus par Billy:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
20 rounds	8	1	18	1
30 rounds	8	2	27	1
40 rounds	11	3	34	3

Billy a appris alors 161 coups suite à cet entraînement.

```
Opening book missing.  
161 moves saved  
tscp> _
```

Remarque:

En général, AnMon va effectuer 12 half moves alors que Billy ne va en effectuer que 9 maximum. Cela explique en partie pourquoi AnMon est bien plus efficace que Billy.

Second apprentissage

Pour le second apprentissage, nous avons supprimé le binaire contenant les coups appris. En effet, nous pourrions comparer les résultats obtenus avec ces nouveaux paramètres:

- Tournoi sur Arena
- AnMon vs notre IA (Billy)
- Match en temps illimité
- 3 half moves maximum
- 10 rounds

Voici les résultats que nous avons obtenus:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
AnMon	75	7	2	1
Billy	25	2	7	1

Tout comme l'apprentissage précédent, nous avons augmenté le nombre de rounds. Voici les résultats obtenus par Billy:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
20 rounds	45	6	12	2
30 rounds	40	11	17	2
40 rounds	43	16	22	2

Nous avons pu remarquer un pattern répétitif lors de l'apprentissage de Billy. En effet, lorsque Billy était noir, les parties se ressemblaient très souvent. AnMon effectuait très souvent les mêmes coups et la partie se finissait souvent de la même manière:

Il reste 2 pions à AnMon ainsi que son roi et 2 pions + 1 tour pour Billy. Billy perd sa tour, AnMon perd ses pions et Billy fait une reine avec un de ses pions. Puis Billy gagne. Billy a donc appris des coups lui permettant de gagner si AnMon se comporte d'une manière précise.

A la fin de ce test, nous avons enregistré 399 coups.

```
TLOpening book missing.  
f)399 moves saved  
tscp>
```

Comparaison des deux méthodes

Faisons un tableau récapitulatif des résultats obtenus. En vert, les colonnes représentent les résultats obtenus lors des parties en 1 minute. En jaune, les résultats obtenus lors des parties en 3 half moves:

Nombre de rounds	Pourcentage de victoire	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles	Nombre de parties nulles
10	5	25	0	2	9	7	1	1
20	8	45	1	6	18	12	1	2
30	8	40	2	11	27	17	1	2
40	11	43	3	16	34	22	3	2

Coups mémorisés :

- 1 minute: 161
- 3 half moves: 399

Nous pouvons voir que la deuxième méthode semble être plus efficace dans l'apprentissage. En effet, nous avons obtenu plus de coups mémorisés qu'avec la première méthode. C'est pour cela que nous avons décidé de l'utiliser pour notre première "nuit" d'apprentissage (voir chapitre suivant).

Nous pouvons malgré tout trouver quelques problèmes à cette méthode. En effet, AnMon est bien plus efficace lorsque celui-ci peut effectuer plus de half moves. Ceci explique pourquoi nous obtenons de moins bon résultat sur les parties en 1 minute où les IA effectuent beaucoup plus de half moves. AnMon parcourt aussi beaucoup plus de nodes que Billy. En effet, si Billy voit un pattern qu'il a déjà appris, il va alors avoir beaucoup de nodes parcourues mais lors d'un coup "normal" il parcourt beaucoup moins de node que AnMon.

	AnMon 5.75	135 MB	UCI	11	Bf8-b4 (8/46)	2 273 995	1 549k	12%
11	00:01	2 274k	1 549k	-0,08	Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nb1-d2 Ne4xd2 Qe2xd2 Bf8-c5 c2-c4 Rd8-e8 Rf1-c1			
10	00:00	936k	1 578k	-0,04	Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 c2-c4 Bf8-c5 Nd4-f5 Bc5xe3 Nf5xe3 Rh8-e8 b2-b3			
9	00:00	406k	1 531k	0,00	Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-b3 Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-b3 Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-			
8	00:00	158k	1 445k	0,00	Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-b3 Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-b3 Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-			
7	00:00	28k	1 886k	-0,08	Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-b5 Bf8-c5 Be3xc5 Qb6xc5			
6	00:00	14k	914k	0,00	Qb6-c6 Nb3-d4 Ne4-c3 Qe2-g4 Qc6-e4 Qg4xe4 Nc3xe4			
5	00:00	6k	23k	0,00	Qb6-c6 Nb3-d4 Ne4-c3 Qe2-g4 Qc6-e4 Qg4xe4 Nc3xe4			
4	00:00	3k	14k	-0,01	Qb6-c6 Nb3-d4 Qc6-b6 Nd4-b5			
3	00:00	2k	9k	+0,02	Qb6-c6 f2-f3 Ne4-c3			
3+	00:00	2k	8k	-0,11	Qb6-c6 Qe2-e1			
3	00:00	2k	8k	-0,22	c7-c5 f2-f3 Bb7-a6			

	Billy 158 MB	Auto	8	Current move	1 090 310	1 982k	0%
9	00:00	1 919k	1 958k	-0,63	e3d2 d5b6 c4h4 b7d5 b1c3 d5e6 h3f3 e6b3 a2b3		
8	00:00	1 090k	1 982k	-0,66	e3d2 d8e8 c4a4 d6e5 b1c3 d5c3 d2c3 e5c3 b2c3		
7	00:00	126k	1 806k	-0,59	b1c3 d5e3 f2e3 g6e6 h3e6 d7e6 e3e4		
6	00:00	64k	1 589k	-0,66	b1c3 d5e3 f2e3 g6e6 c4h4 d8e8		
5	00:00	42k	2 121k	-0,62	b1c3 d5e3 f2e3 g6e6 c4h4 e6h3 h4h3		
4	00:00	12k	1 249k	-0,56	b1c3 d5e3 f2e3 d8e8		
3	00:00	7k	696k	-0,46	b1c3 d5e3 f2e3		
2	00:00	524	524	+0,29	e3a7 d8e8		
1	00:00	21	21	+0,44	e3a7		

Amélioration de l'apprentissage

Après avoir fait l'apprentissage précédent, nous avons décidé de lancer un tournoi de 1000 rounds / 3 half moves contre AnMon. Nous avons gardé le binaire de l'apprentissage précédent.

Ce tournoi a duré toute une nuit et nous a donné les résultats suivant:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
AnMon	42	334	499	167
Billy	58	499	334	167

Suite à cette nuit d'apprentissage, le binaire contenait 1349 moves sauvegardés.

```
Opening book missing.
1349 moves saved
tscp>
```

Nous pouvons voir que Billy a beaucoup appris à la suite de cet apprentissage. Il est même parvenu à obtenir un meilleur pourcentage de victoire que AnMon.

Utilisation de l'apprentissage 3 half moves / 1000 rounds

Afin de savoir si notre apprentissage a été efficace, nous avons relancé un nouveau tournoi de 40 rounds en 3 half moves maximum.

Voici les résultats obtenus:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
10 rounds	60	4	2	4
20 rounds	75	12	2	6
30 rounds	75	17	2	11
40 rounds	75	22	2	16

Nous pouvons voir que notre IA est plutôt efficace dans cette configuration de tournoi. Malgré tout, nous avons pu remarquer un pattern se répétant, en effet, Billy gagnait dès qu'il jouait noir et effectué des nulles dès qu'il jouait blanc.

Tout comme précédemment, Billy a dû apprendre des coups lui permettant de gagner ou bien d'égaliser lors de certains arrangements sur le terrain.

De plus, les parties finales étaient souvent les mêmes et se terminaient avec les mêmes nombre de coups:

```
Round 37 of 40: AnMon 5.75 - Billy
Game end: 0-1 {0-1 Arena Adjudication}
Last game won by Billy with Black in 77 moves
AnMon 5.75 - Billy:
 37 B 2 11,0:7,0 9,0:28,0 15:52:15 -18.89 77 3,000 :3,000 2-21-14
Saving file C:\Program Files (x86)\Arena\Tournaments\Tournament_final_2.at.pgn Round:37 2021.04.11 15:51:30
Round 38 of 40: Billy - AnMon 5.75
Game end: ½-½ {3-fold repetition}
Last game finished as a draw in 78 moves
AnMon 5.75 - Billy:
 38 == 11,5:7,5 9,5:28,5 15:53:03 0.00 78 3,000 :3,000 2-21-15
Saving file C:\Program Files (x86)\Arena\Tournaments\Tournament_final_2.at.pgn Round:38 2021.04.11 15:52:16
Round 39 of 40: AnMon 5.75 - Billy
Game end: 0-1 {0-1 Arena Adjudication}
Last game won by Billy with Black in 77 moves
AnMon 5.75 - Billy:
 39 B 2 12,5:7,5 9,5:29,5 15:53:50 -18.89 77 3,000 :3,000 2-22-15
Saving file C:\Program Files (x86)\Arena\Tournaments\Tournament_final_2.at.pgn Round:39 2021.04.11 15:53:04
Round 40 of 40: Billy - AnMon 5.75
Game end: ½-½ {3-fold repetition}
Last game finished as a draw in 78 moves
AnMon 5.75 - Billy:
 40 == 13,0:8,0 10,0:30,0 15:54:37 0.00 78 3,000 :3,000 2-22-16
Saving file C:\Program Files (x86)\Arena\Tournaments\Tournament_final_2.at.pgn Round:40 2021.04.11 15:53:51
Tournament is finished
```

Cela est dû au fait que les IA jouent toujours les mêmes choses pour chaque round. On peut voir que l'apprentissage a donc bien marché pour cette configuration de tournoi.

Nous voyons que Billy n'a appris que 9 coups supplémentaires lors de cet essai. On peut donc conclure que Billy commence à connaître de nombreux coups qu'il ne faut pas jouer dans cette configuration de tournoi.

```
Opening book missing.
1358 moves saved
tscp> _
```

Mais ce n'est pas sûr du tout que Billy sera efficace dans une configuration différente. C'est pourquoi nous avons à nouveau lancé un tournoi avec les paramètres du premier apprentissage (1min/partie). Voici les résultats obtenus par Billy:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
10 rounds	10	0	8	2
20 rounds	8	0	17	3
30 rounds	13	1	23	6
40 rounds	10	1	33	6

Nous voyons que les résultats sont bien moins bons que les précédents. Cela est dû au fait que, contrairement à précédemment, les matchs se ressemblent moins car AnMon effectue des coups différents à chaque match. Billy n'ayant jamais rencontré ces coups, il va effectuer des erreurs qui vont lui coûter la partie. En revanche, l'apprentissage a été plutôt efficace, en effet, Billy a appris 130 nouveaux coups. Ces nouveaux coups sont de nouveaux cas que Billy peut désormais contrer.

```
Opening book missing.
1488 moves saved
tscp> _
```

Seconde amélioration de l'apprentissage

Désormais, nous avons décidé d'apprendre à Billy de nombreux nouveaux coups en lançant un tournoi en 1 minute se déroulant sur 600 rounds. Cette opération étant très longue, nous avons laissé le tournoi se dérouler toute une nuit ainsi que toute une journée.

Nous avons donc obtenu les résultats suivants:

	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles
AnMon	90	524	41	35
Billy	10	41	524	35

Nous pouvons voir que Billy n'a pas été très performant lors de son entraînement (seulement 10% de réussite). Mais, ce n'était pas le but de l'apprentissage. Nous avons appris de nombreux nouveaux coups qui nous seront utiles lors de prochains tournois.

Coups appris: 2052 (total de tous les apprentissages 3540)

```
Opening book missing.  
3540 moves saved  
tscp>
```

Utilisation de l'apprentissage total

Nous avons désormais appris à notre IA 3540 coups. Deux configurations différentes ont été utilisées afin de maximiser les chances de réussite de Billy.

Nous allons désormais voir les résultats de Billy dans deux tournois (paramétrés comme les tournois 1 et 2).

Tournoi 1: 3 half moves

En vert, les colonnes représentent les résultats obtenus avant les entraînements. En jaune, les résultats obtenus après les entraînements:

Nombre de rounds	Pourcentage de victoire	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles	Nombre de parties nulles
10	25	45	2	3	7	4	1	3
20	45	63	6	11	12	6	2	3
30	40	68	11	17	17	6	2	7
40	43	70	16	22	22	6	2	11

Nous pouvons voir que notre IA a obtenu de biens meilleurs résultats suite à l'entraînement qu'elle a eu. C'est pourcentage de victoire sont bien plus haut et cela est grandement dû au fait qu'elle effectue plus de parties nulles que de partie perdues.

En effet, lors du premier test, nous avons perdu 22 parties et effectué 2 nulles. Désormais, nous subissons 6 défaites mais 11 nulles.

Nous avons d'ailleurs remarqué que lorsque Billy jouait les noirs, il arrivait presque toujours à gagner et toujours de la même manière.

Nous pouvons conclure que Billy arrive désormais à bien maîtriser ses parties contre AnMon avec ces paramètres précis.

Tournoi 2: 1 minute

En vert, les colonnes représentent les résultats obtenus avant les entraînements. En jaune, les résultats obtenus après les entraînements:

Nombre de rounds	Pourcentage de victoire	Pourcentage de victoire	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties gagnées	Nombre de parties perdues	Nombre de parties perdues	Nombre de parties nulles	Nombre de parties nulles
10	5	10	0	1	9	9	1	0
20	8	18	1	2	18	15	1	3
30	8	15	2	2	27	23	1	5
40	11	11	3	2	34	33	3	5

Nous pouvons voir que nous obtenons des résultats légèrement meilleurs que lors de notre essai sans apprentissage. Malgré tout, nous voyons que ce n'est toujours pas assez. En effet, comme expliqué précédemment, cette configuration de partie offre beaucoup plus de possibilités que la configuration en 3 demi-coups.

Il faudrait donc beaucoup plus d'entraînement à notre IA afin d'être performante.

Conclusion

En conclusion, l'apprentissage que nous avons effectué sur notre IA a été plutôt efficace. En effet, dans des cas précis tel que le second tournoi, Billy a réussi à vaincre à 70% du temps AnMon. Dans des cas plus aléatoires (et compliqué) tel que le premier tournoi, Billy n'a pas été capable d'effectuer les mêmes performances malgré son apprentissage.

Cela est dû au fait qu'il existe de nombreux coups d'échecs. En effet, chaque coup que nous enregistrons est spécifique à une disposition unique de l'échiquier. Il faudrait donc de très grandes heures d'entraînement afin de rendre Billy encore plus performant.

Actuellement, les deux IA effectuent toujours les mêmes ouvertures à chaque partie. Si nous avons activé les bibliothèques d'ouverture de AnMon et de Billy (celle de TSCP), nous aurions dû apprendre encore plus de coups afin de rendre Billy plus efficace. Toutes ces configurations d'ouvertures sont très différentes et permettent une possibilité de jeu beaucoup plus grande et donc offrent une plus grande diversité de coups. En conclusion, l'entraînement de Billy devrait être encore plus grand afin de l'améliorer.

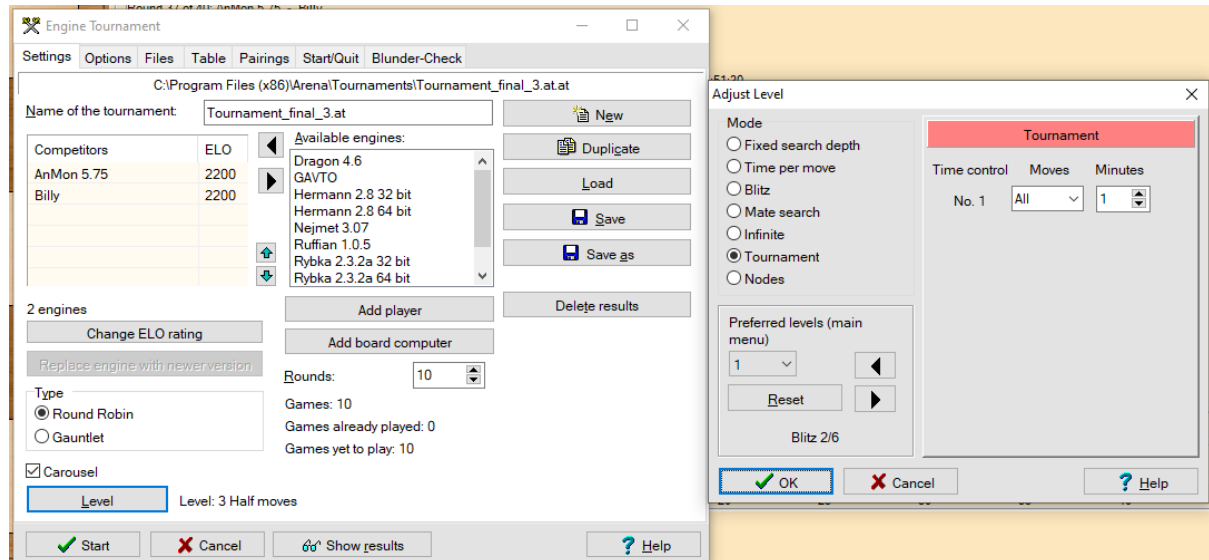
Pour finir, en optimisant encore plus le code source de Billy et donc en le rendant plus performant, nous aurions pu lui permettre d'atteindre plus de demi coups lors des tournois. Cela permettrait donc de l'améliorer encore plus.

Annexes:

Résultats Arena:

[Premier apprentissage](#)

Configuration:



10 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 9,5/10 9-0-1 (=111111111) 95% +512
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 0,5/10 0-9-1 (=000000000) 5% -512
```

20 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 18,5/20 18-1-1 (=1111111111111111101) 93% +449
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 1,5/20 1-18-1 (=0000000000000000010) 8% -424
```

30 rounds:

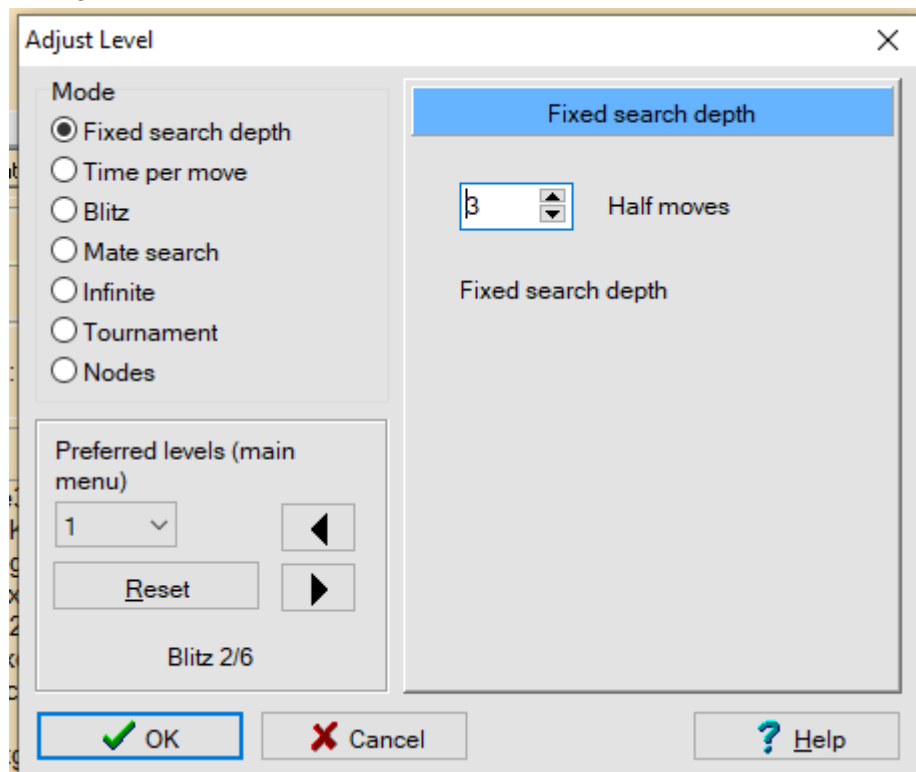
```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 27,5/30 27-2-1 (=11111111111111111011111111110) 92% +424
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 2,5/30 2-27-1 (=00000000000000000100000000001) 8% -424
```

40 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 35,5/40 34-3-3 (=1111111111111111101111111110111=011=11) 89% +363
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 4,5/40 3-34-3 (=00000000000000000100000000001000=100=00) 11% -363
```

Second apprentissage

Configuration:



10 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 7,5/10 7-2-1 (0111=11101) 75% +191
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 2,5/10 2-7-1 (1000=00010) 25% -191
```

20 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 13,0/20 12-6-2 (0111=11101101=101010) 65% +108
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 7,0/20 6-12-2 (1000=00010010=010101) 35% -108
```

30 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 18,0/30 17-11-2 (0111=11101101=1010101010101010) 60% +70
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 12,0/30 11-17-2 (1000=00010010=0101010101010101) 40% -70
```

40 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 23,0/40 22-16-2 (0111=11101101=1010101010101010101010) 58% +56
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 17,0/40 16-22-2 (1000=00010010=0101010101010101010101) 43% -49
```

Amélioration de l'Apprentissage

3 half moves / 1000 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 417,5/1000 334-499-167 (01
00=0==111000000000=0=0) 42% -56
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 582,5/1000 499-334-167 (10
11=1==00011111111=1=1) 58% +56
```

Utilisation de l'Apprentissage 3 half moves / 1000 rounds

3 half moves / 10 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 4,0/10 2-4-4 (=0=0==1100) 40% -70
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 6,0/10 4-2-4 (=1=1==0011) 60% +70
```

3 half moves / 20 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 5,0/20 2-12-6 (=0=0==11000000000=0=) 25% -191
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 15,0/20 12-2-6 (=1=1==00111111111=1=) 75% +191
```

3 half moves / 30 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 7,5/30 2-17-11 (=0=0==110000000000=0=0=0=0=0=0=) 25% -191
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 22,5/30 17-2-11 (=1=1==00111111111=1=1=1=1=1=1=) 75% +191
```

3 half moves / 40 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 10,0/40 2-22-16 (=0=0==110000000000=0=0=0=0=0=0=0=0=) 25% -191
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 30,0/40 22-2-16 (=1=1==00111111111=1=1=1=1=1=1=1=1=1=) 75% +191
```

1 min / 10 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 9,0/10 8-0-2 (=111=11111) 90% +382
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 1,0/10 0-8-2 (=000=00000) 10% -382
```

1 min / 20 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 18,5/20 17-0-3 (=111=11111=111111111) 93% +449
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 1,5/20 0-17-3 (=000=00000=000000000) 8% -424
```

1 min / 30 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 26,0/30 23-1-6 (=111=11111=111111111=1=0=11111) 87% +330
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 4,0/30 1-23-6 (=000=00000=000000000=0=1=00000) 13% -330
```

1 min / 40 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 36,0/40 33-1-6 (=111=11111=111111111=1=0=11111111111111) 90% +382
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 4,0/40 1-33-6 (=000=00000=000000000=0=1=000000000000000) 10% -382
```

[Seconde amélioration de l'apprentissage](#)

1min / 600 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 541,5/600 524-41-35 (1111111
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 58,5/600 41-524-35 (000000000
```

[Utilisation de l'apprentissage total](#)

[Tournoi 1: 3 half moves](#)

3 half moves / 10 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 5,5/10 4-3-3 (=0=11=1100) 55% +35
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 4,5/10 3-4-3 (=1=00=0011) 45% -35
```

3 half moves / 20 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 7,5/20 6-11-3 (=0=11=11000101000000) 38% -85
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 12,5/20 11-6-3 (=1=00=00111010111111) 63% +92
```

3 half moves / 30 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----
AnMon 5.75 - Billy : 9,5/30 6-17-7 (=0=11=11000101000000000=0=0=0=) 32% -131
-----Billy-----
Billy - AnMon 5.75 : 20,5/30 17-6-7 (=1=00=00111010111111111=1=1=1=) 68% +131
```

3 half moves / 40 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----  
AnMon 5.75 - Billy : 12,0/40 6-22-12 (=0=11=11000101000000000=0=0=0=0=0=0=) 30% -147  
-----Billy-----  
Billy - AnMon 5.75 : 28,0/40 22-6-12 (=1=00=0011101011111111=1=1=1=1=1=1=) 70% +147
```

Tournoi 2: 1 minute

1 min / 10 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----  
AnMon 5.75 - Billy : 9,0/10 9-1-0 (1101111111) 90% +382  
-----Billy-----  
Billy - AnMon 5.75 : 1,0/10 1-9-0 (0010000000) 10% -382
```

1 min / 20 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----  
AnMon 5.75 - Billy : 16,5/20 15-2-3 (11011111111011==11=) 83% +275  
-----Billy-----  
Billy - AnMon 5.75 : 3,5/20 2-15-3 (001000000000100==00=) 18% -263
```

1 min / 30 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----  
AnMon 5.75 - Billy : 25,5/30 23-2-5 (11011111111011==11==1=1111111) 85% +301  
-----Billy-----  
Billy - AnMon 5.75 : 4,5/30 2-23-5 (001000000000100==00==0=0000000) 15% -301
```

1 min / 40 rounds:

```
-----AnMon 5.75-----  
AnMon 5.75 - Billy : 35,5/40 33-2-5 (11011111111011==11==1=111111111111111) 89% +363  
-----Billy-----  
Billy - AnMon 5.75 : 4,5/40 2-33-5 (001000000000100==00==0=0000000000000000) 11% -363
```