EST-IL PROFITABLE D’ALLER AU COLLEGE DANS LE JEU DE SOCIETE DESTINS?

Exploration mathématique NM

Déclaration de la candidate:

Je confirme que ce travail est bien la version finale de mon propre travail. J’ai bien identifié l’usage des mots et des idées d’autres personnes, que ce soit à l’écrit ou à l’oral.

Carmen Kwan

Carmen Kwan

Est-il profitable d'aller au collège dans le jeu de société *Destins*?

Introduction

Inspirée par un article de *Business Insider* qui discutait des différentes stratégies basées sur les mathématiques pour le jeu *Monopoly*[1], j'ai décidé de faire ma propre investigation du jeu de société *Destins*. Il existe plusieurs éditions différentes du jeu. Pour mon exploration, j'utilise l'édition de 1991 parce que c'est celle avec laquelle je jouais lors de mon enfance.

Le jeu *Destins* se joue à 2-6 joueurs. Il simule la vie du post-secondaire jusqu'à la retraite dans un pays développé : le joueur a une carrière, établit une famille, achète une maison, etc. *Destins* offre à ses joueurs plusieurs options pour qu'ils puissent personnaliser leur « vie » fictive. Par exemple, un joueur peut prendre sa retraite soit à la résidence de Millionnaire ou à une maison de campagne. Ou encore, dès le départ, un joueur doit choisir s'il veut débuter sa carrière ou s'il veut poursuivre d'abord le collège. Un collégien doit traverser une plus grande distance avant de prendre sa retraite, doit s'endetter de 40 000$ (plus les intérêts de 10 000$) mais a plus de flexibilité avec son choix de carrière et de salaire. Ma question de recherche est : **Est-il plus avantageux de commencer la carrière immédiatement ou de passer par le collège dans le jeu de société *Destins*, sachant que le but est d'être le joueur le plus riche à la fin du jeu?** Je vais aborder cette question en analysant les probabilités de tirage des jetons Destins, le plateau du jeu ainsi que l'espérance mathématique des cartes salaire parce que ces 3 points affectent le montant d'argent collecté au total.

Les jetons Destins

Il y a en tout 25 jetons Destins. 4 de ces jetons sont placés à part pour le joueur le plus riche qui prend sa retraite à la résidence de Millionnaire. Un joueur obtient un jeton Destins en atterrissant sur les « cases vie ». Le joueur ne peut pas regarder le jeton, donc il ne connait pas la valeur de ce dernier jusqu'à la fin du jeu. Quand il n'y a plus de jetons Destins disponibles, on peut en prendre un de n'importe quel autre joueur qui n'est pas à la retraite à la maison de campagne. Pour mon exploration, je vais simplifier les règles de sorte qu'aucun joueur ne puisse voler les jetons Destins collectés par un autre joueur. Cela me permet de réduire le facteur humain. Voici un tableau qui montre la distribution des valeurs des jetons Destins ainsi que la probabilité de piger chaque valeur.

Distribution des valeurs des jetons Destins		
Valeur (en $)	Fréquence	Probabilité d'être pigé
50 000	7	0,28
100 000	6	0,24
150 000	5	0,2
200 000	4	0,16
250 000	3	0,12

[1]HICKEY, Walter. « How To Use Math To Crush Your Friends At Monopoly Like You've Never Done Before », publié 20 juin 2013, consulté la dernière fois le 30 octobre 2015, http://www.businessinsider.com/math-monopoly-statistics-2013-6?op=1 .

La probabilité de piger une valeur spécifique a été calculée en divisant la fréquence par le nombre de cartes totales. Par exemple, la probabilité de piger un jeton Destins de valeur 150 000 est

$5 \div 25 = 0{,}2$. Soit V la variable aléatoire qui représente la valeur d'un jeton Destins. Pour calculer l'espérance mathématique, on multiplie chaque réalisation possible par sa probabilité.

$$E(V) = 50\,000 \times 0{,}28 + 100\,000 \times 0{,}24 + 150\,000 \times 0{,}2 + 200\,000 \times 0{,}16 + 250\,000 \times 0{,}12$$

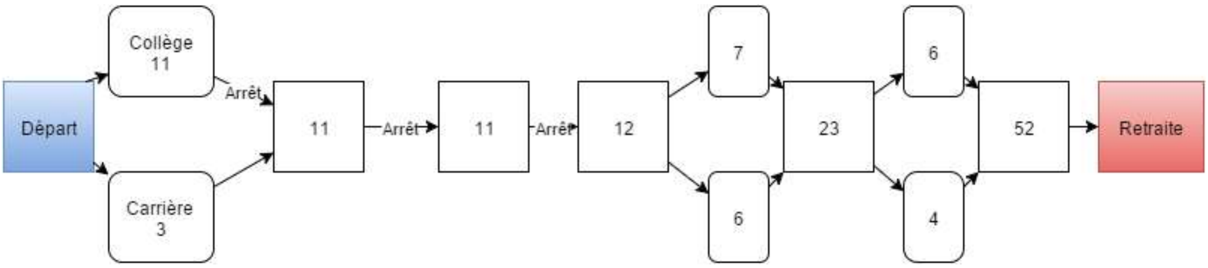
$$E(V) = 130\,000\ \$$$

Donc, on s'attend à une valeur moyenne de $130\,000$ $ chaque fois que l'on pige un jeton Destins. La probabilité de recevoir un jeton Destins dépend du plateau (et d'où on choisit de prendre la retraite), donc l'analysons.

Le plateau

Voici une photo du plateau :

Vu que le plateau est difficile à analyser tel qu'il est, je l'ai simplifié en une version organigramme à l'aide du logiciel sur le site web draw.io:



Les numéros dans l'organigramme indiquent le nombre de cases uniques à chaque option (collège ou carrière) et le nombre de cases partagées par les deux options.

Comme chaque tuile (case) a un effet différent, il est pertinent de calculer la probabilité d'atterrir sur chacune. Pour avancer dans le jeu, chaque joueur lance une roulette numérotée de 1 à 10. Le roulement de chaque tour est indépendant des précédents. Nous allons présumer qu'il n'y a pas de biais dans la roulette et que la probabilité d'obtenir chaque valeur est la même, soit $\frac{1}{10}$.

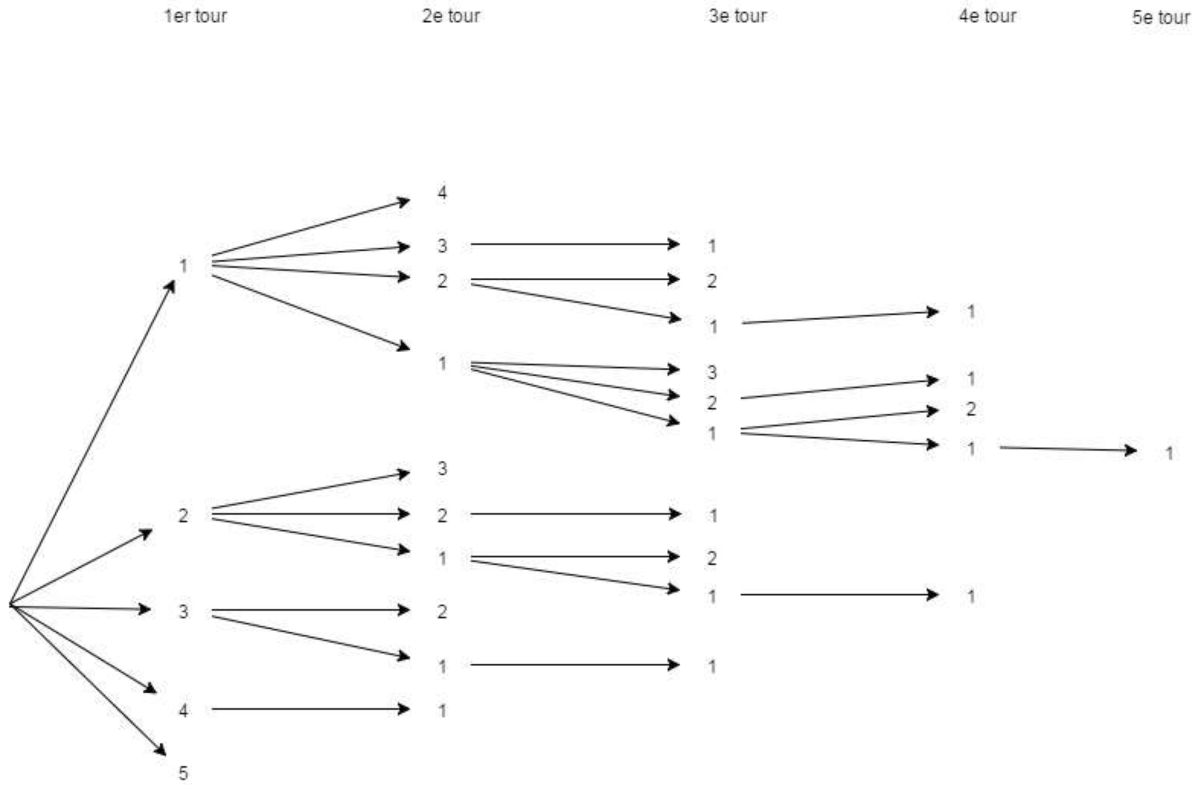
Soit $n \in \mathbb{Z}^+$, n la position de la tuile dans chaque trajet et X la variable aléatoire qui représente la somme des roulements. Par exemple, la 1ère tuile a une valeur de $n = 1$. On peut écrire la probabilité d'atterrir sur la $n$ième tuile comme $P(X = n)$. Je crois que plus n augmente, plus il y a de combinaisons différentes possibles pour atteindre une somme de n, et donc plus $P(X = n)$ augmente.

Par exemple, on ne peut atteindre la première tuile qu'en roulant un 1 le premier tour. Alors, $P(X = 1) = \frac{1}{10}$. La 3e tuile après le départ a une valeur de $n = 3$. On peut atteindre cette tuile en roulant un 3 le premier tour, un 2 le premier tour et un 1 le deuxième tour, un 1 le premier tour et un 2 le deuxième tour, ou un 1 les trois premiers tours. Donc, $P(X = 3) = \frac{1}{10} + 2 \times \frac{1}{10^2} + \frac{1}{10^3}$.

Soit $t \in \mathbb{Z}^+$, t le nombre de tours que complète un joueur (sans compter les tours « perdus ») et $p(n, t)$ le nombre de possibilités d'atteindre la ne tuile en t tours. Voici un tableau qui montre $p(n, t)$ pour $1 \leq n \leq 13$ en fonction du nombre de tour(s) joué(s) t pour $1 \leq t \leq 13$.

n	Nombre de tours (t)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	4	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	5	10	10	5	1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	6	15	20	15	6	1	0	0	0	0	0	0
8	1	7	21	35	35	21	7	1	0	0	0	0	0
9	1	8	28	56	70	56	28	8	1	0	0	0	0
10	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	0	0	0
11	0	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1	0	0
12	0	9	55	165	330	462	462	330	165	55	11	1	0
13	0	8	63	220	495	792	924	792	495	220	66	12	1

Pour remplir ce tableau, j'ai fait des arbres de dénombrements pour trouver toutes les valeurs de $p(n, t)$ pour $1 \leq n \leq 5$. Comme il est impossible d'obtenir une valeur plus grand que 10 en un seul tour, j'ai fait des arbres de dénombrements pour $n = 11$ et $1 \leq t \leq 4$ ainsi que toutes les valeurs de $p(n, 3)$ pour $n \leq 21$ pour voir comment les tendances changeaient. Ces arbres m'ont permis d'identifier des régularités et des tendances pour différentes parties du plateau. Par exemple, l'arbre pour $n = 5$ présente ci-dessous les différents chemins possibles (possibilités valides) pour arriver à la cinquième tuile. Chaque réalisation possible conservait une probabilité de $\frac{1}{10}$. Je compte le nombre de branches qui ont le même nombre de tours ensemble. Voici l'exemple :



On voit bien dans l'arbre qu'il y a 16 branches distinctes donc 16 possibilités : 1 en 1 tour, 4 en 2 tours, 6 en 3 tours, 4 en 4 tours et 1 en 5 tours.

À partir du tableau, on peut définir:

i. Si $n \leq 10$, $p(n,t) = \binom{n-1}{t-1}$
ii. Si $n > 10$, $p(n,1) = 0$
iii. Si $t > n$, $p(n,t) = 0$
iv. Si $n > 10$, $p(n,t) = \sum_{i=1}^{10} p(n-i, t-1)$
v. $P(X = n) = \sum_{t=1}^{n} \frac{p(n,t)}{10^t}$

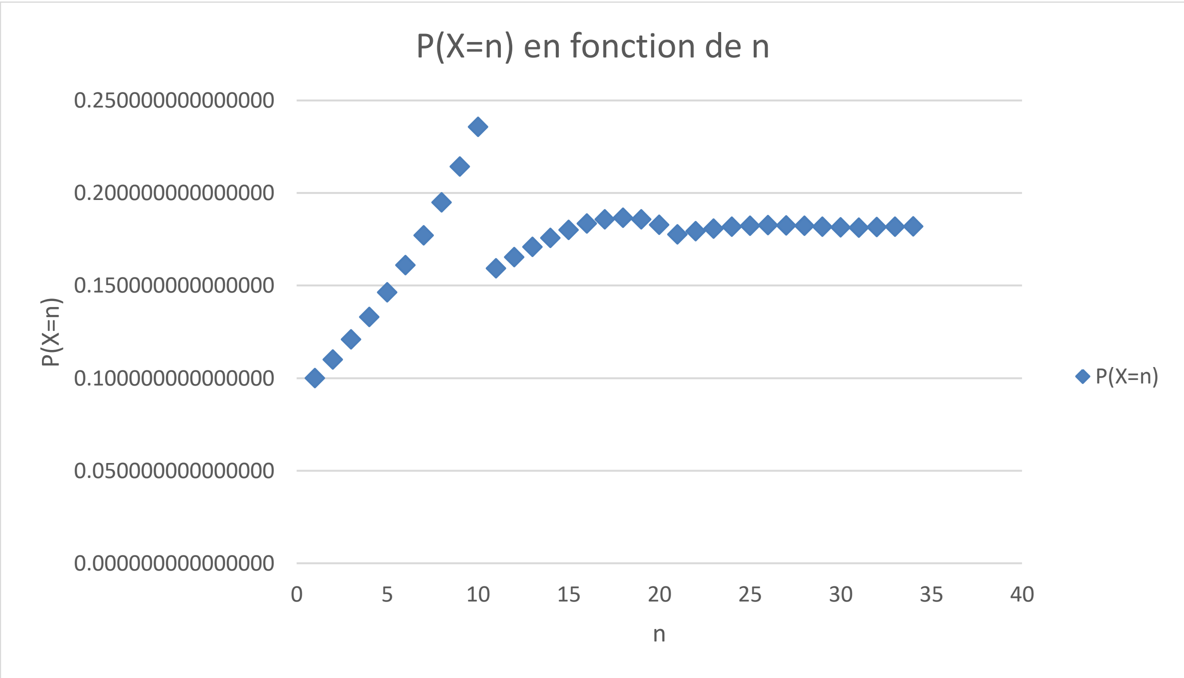
J'ai remarqué qu'il y a un lien avec les coefficients binomiaux. Si on regarde le tableau pour $n \leq 10$, on dirait que c'est le triangle de Pascal. Cependant, le triangle de Pascal commence à la rangée et colonne 0 tandis que mon tableau commence à la rangée et colonne 1, alors, il faut soustraire 1 de n et de t afin de calculer le coefficient binomial approprié (équation i).

Il est impossible de rouler plus que 10 en 1 tour (équation ii) ou d'avoir une possibilité où $t > n$ puisqu'on ne peut pas rouler un 0 (équation iii).

Dans l'équation iv, $p(n,t)$ est calculé à partir des $p(n, t-1)$. Par exemple, $p(12,3)$ est la même chose que la somme de rouler 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3 et 2 en 2 tours car, pour obtenir une somme de 12, $p(11,2)$ complémente rouler un 1 le 3e tour, $p(10,2)$ complémente rouler un 2 le 3e tour, $p(9,2)$ complémente rouler un 3 le 3e tour, et ainsi de suite, jusqu'à $p(2,2)$ complémente rouler un

10 le 3e tour. L'équation iv a les 2 conditions nécessaires d'une formule récursive[2]: les premiers éléments du tableau ont besoin d'être définis (i, ii et iii) et la formule est écrite en fonction des éléments précédents. Pour l'équation v, la sommation va jusqu'à n car on sait de l'équation iii que $p(n,t)$ quand $t > n$ va être 0 de toute façon. À partir de toutes ces équations, j'ai complété la suite du tableau.

Par la suite, j'ai construit un programme en Java pour calculer les valeurs de $P(X = n)$ pour $n \leq 34$. Quand $n > 34$, $p(n,t)$ dépasse la limite du type de donnée « int» (les entiers), ainsi les calculs qui suivent sont erronés. J'ai conservé les 15 chiffres significatifs donnés par le programme pour mieux voir la variation de $P(X = n)$. Voici un nuage de point qui montre $P(X = n)$ en fonction que n augmente:



Il est intéressant à noter que $P(X = 11) < P(X = 10)$, que $P(X = 21) < P(X = 20)$ et que $P(X = 31) < P(X = 30)$. Cela va à l'encontre de mon hypothèse précédente: $P(X = n)$ n'augmente pas toujours au fur et à mesure que n augmente. Comme t est l'exposant de $\left(\frac{1}{10}\right)$ dans l'équation v, plus t est petit, plus le $p(n,t)$ associé affecte $P(X = n)$. Ainsi, après chaque intervalle de 10 de n, $P(X = n)$ diminue car le plus petit t qui avait auparavant des $p(n,t)$ non nuls est associé à $p(n,t) = 0$. Remarquons que quand n tend vers l'infini, $P(X = n)$ tend vers une valeur entre 0,18 et 0,19. (Il manque de données pour faire une estimation plus précise.) Cela est cohérent avec les équations que j'ai trouvées, car éventuellement t qui est l'exposant de $\left(\frac{1}{10}\right)$ deviendra si grand que ça réduit la conséquence que $p(n,t)$ devient exponentiellement grand. Il est logique qu'il y a une limite car il est impossible que $P(X = n) > 1$.

Maintenant que j'ai calculé comment $P(X = n)$ varie, remarquons qu'il y a trois arrêts dans le jeu. Chaque joueur est *obligé* de s'arrêter aux tuiles « arrêt » quand il passe par la tuile, même si son

[2] ROBERTS, Donna. « Recursive Sequences. » *Recursive Sequences*. Oswego City School District Regents Exam Prep Center, n.d. Web. 16 Nov. 2015.

roulement lui dit d'atterrir plus loin. Par la suite, le joueur lance encore la roulette avant de terminer son tour. Un arrêt réinitialise la valeur de n et de X: la tuile après un arrêt est de nouveau égale à $n = 1$ car elle ne peut qu'être atteinte que si le joueur roule un 1 après son arrêt. Tous les roulements avant un arrêt ne permettent pas au joueur d'atteindre une tuile après l'arrêt parce qu'il est forcé de rouler à nouveau. C'est comme si on recommençait du début du plateau. Sachant cela, on peut déduire que la probabilité d'atterrir sur une tuile est la même pour les 2 options après le premier arrêt commun puisque la valeur de n sera la même par la suite. Il suffit maintenant de comparer toutes les tuiles avant ce premier arrêt commun. Voici deux tableaux en parallèle qui montrent toutes les tuiles avant cet arrêt avec les valeurs de n, $P(X = n)$ et ce que j'appelle les « conséquences d'atterrissage » (c'est-à-dire les actions de jeu associées à chaque case):

Option Collège		
n	$P(X = n)$	Conséquences
1	0,1	+20 000$
2	0,11	−5 000$
3	0,121	1 jeton Destins
4	0,1331	+5 000$
5	0,14641	Perd un tour
6	0,161051	1 jeton Destins
7	≅ 0,177156	−5 000$
8	≅ 0,194872	1 jeton Destins
9	≅ 0,214359	Perd un tour
10	≅ 0,235795	1 jeton Destins
11	1	Arrêt (Recherche d'emploi)
1	0,1	Jour de paie /Va au prochain carré
2	0,21	1 jeton Destins
3	0,121	Perd un tour
4	0,1331	1 jeton Destins
5	0,14641	−5 000$ sauf si on est médecin
6	0,161051	+10 000$
7	≅ 0,177156	1 jeton Destins
8	≅ 0,194872	1 jeton Destins
9	≅ 0,214359	Jour de paie
10	≅ 0,235795	Perd un tour
11	1	Arrêt + 1 jeton Destins

Option Carrière		
n	$P(X = n)$	Conséquences
1	0,1	Jour de paie
2	0,11	−5 000$
3	0,121	+10 000$
4	0,1331	Jour de paie /Va au prochain carré
5	0,27951	1 jeton Destins
6	0,161051	Perd un tour
7	≅ 0,177156	1 jeton Destins
8	≅ 0,194872	−5 000$
9	≅ 0,214359	+10 000$
10	≅ 0,235795	1 jeton Destins
11	≅ 0,159374	1 jeton Destins
12	≅ 0,165312	Jour de paie
13	≅ 0,170843	Perd un tour
14	1	Arrêt +1 jeton Destins

Toutes les probabilités des deux tableaux ont été calculées à partir du programme Java avec des arrondissements faits à 6 chiffres significatifs pour plus de précision pour les calculs intermédiaires. Il est à noter que la probabilité de la tuile après le jour de paie partagé (surlignée en jaune) est la somme de la probabilité d'atterrir sur cette case et de la case précédente. Par exemple, pour l'option carrière, la probabilité d'atterrir sur ce carré spécifique est $0{,}1331 + 0{,}14641 = 0{,}27951$. De plus, on ne peut qu'être médecin dans le jeu si on passe par le collège, alors, quelqu'un qui commence sa carrière immédiatement va toujours perdre 5 000$ quand il atterrit sur la 8e case de son trajet tandis que le collégien peut ne pas perdre ce montant dépendamment de son choix de carrière.

Afin de comparer quantitativement les deux options, je vais calculer l'espérance mathématique des deux trajets possibles en tenant compte de si le joueur est ou n'est pas médecin. Je ne vais pas prendre en compte les jours de paie; ceci sera fait à la prochaine section. Dans ce calcul, je vais utiliser la valeur de 130 000$ calculée dans la section précédente pour chaque jeton Destins collecté. Je vais arrondir l'espérance mathématique à six chiffres significatifs, comme j'ai fait avec $P(X=n)$. Soit G la variable aléatoire pour le gain attendu.

Option Carrière :

$$E(G) \cong -0{,}11 \times 5\,000 + 0{,}121 \times 10\,000 + 0{,}27951 \times 130\,000 + 0{,}177\,156 \times 130\,000 - 0{,}194\,872 \times 5\,000 + 0{,}214\,359 \times 10\,000 + 0{,}235\,795 \times 130\,000 + 0{,}159\,374 \times 130\,000$$

$$E(G) \cong 112\,568\$$$

Option Collège (pas un médecin) :

$$E(G) \cong 0{,}1 \times 20\,000 - 0{,}11 \times 5\,000 + 0{,}121 \times 130\,000 + 0{,}133\,1 \times 5\,000 + 0{,}161\,051 \times 130\,000 - 0{,}177\,156 \times 5\,000 + 0{,}194\,872 \times 130\,000 + 0{,}235\,795 \times 130\,000 + 0{,}21 \times 130\,000 + 0{,}133\,1 \times 130\,000 - 0{,}146\,41 \times 5\,000 + 0{,}161\,051 \times 10\,000 + 0{,}177\,156 \times 130\,000 + 0{,}194\,872 \times 130\,000$$

$$E(G) \cong 187\,728\$$$

Option Collège(en tant que médecin) :

$$E(G) \cong 0{,}1 \times 20\,000 - 0{,}11 \times 5\,000 + 0{,}121 \times 130\,000 + 0{,}133\,1 \times 5\,000 + 0{,}161\,051 \times 130\,000 - 0{,}177\,156 \times 5\,000 + 0{,}194\,872 \times 130\,000 + 0{,}235\,795 \times 130\,000 + 0{,}21 \times 130\,000 + 0{,}133\,1 \times 130\,000 + 0{,}161\,051 \times 10\,000 + 0{,}177\,156 \times 130\,000 + 0{,}194\,872 \times 130\,000$$

$$E(G) \cong 188\,460\$$$

Si on commence immédiatement la carrière, on s'attendra à environ 112 568$ et si on passe par le collège, on s'attendra à un gain d'environ 188 460$ si on est médecin ou 187 728$ si on ne l'est pas. **Alors, un joueur post-collégien gagne en moyenne 75 160$ plus (ou 75 892$ plus si on est médecin) provenant du plateau qu'un joueur qui commence sa carrière toute de suite.**

Les cartes salaire

Il y a 9 cartes salaires dont les valeurs varient de 20 000$ à 100 000$ par des intervalles de 10 000$. Si un joueur commence sa carrière immédiatement, il pige une carte salaire dès leur premier tour. Si un joueur décide de passer par le collège, il pige trois cartes salaire et choisit celle qu'il veut quand il atteint le premier arrêt (voir l'organigramme). Le joueur ne remet pas sa carte, c'est-à-dire, les probabilités de piger une carte ne sont pas indépendantes des choix des autres joueurs. Par contre, pour cette exploration, nous allons nous limiter à examiner les probabilités du point de vue du premier joueur à piger la carte. Je vais aussi présumer qu'un joueur qui passe par le collège va toujours sélectionner le salaire le plus élevé parmi les trois cartes pigées.

Soit S la variable aléatoire qui représente le salaire et s les réalisations possibles de S. Si une personne commence leur carrière immédiatement, $P(S = s) = \frac{1}{9}$ pour toutes les valeurs de s parce qu'elle a une chance égale de tirer n'importe quel salaire. Comme une personne qui passe par le collège peut choisir entre la meilleure des 3 cartes pigées, on remarque qu'il y a au total 84 combinaisons de 3 cartes parmi 9 : $\binom{9}{3} = 84$.

En raison de mon hypothèse qu'un joueur va choisir le salaire le plus élevé, il est impossible que $S = 20\ 000$ ou que $S = 30\ 000$ parce qu'ils sont toujours les salaires les plus faibles de n'importe quelle combinaison de 3. Ensuite, on peut déterminer qu'il y a seulement 1 combinaison où $S = 40\ 000$. En effet, le joueur ne sélectionnera le salaire de 40 000$ que lorsque cette carte est pigée avec la carte salaire de 20 000$ et 30 000$. On remarquera aussi qu'il y a 3 combinaisons qui donnent $S = 50\ 000$: 2 combinaisons où la carte salaire de 50 000$ est combinée avec la carte salaire de 40 000$ et une des deux cartes avec une valeur inférieure, plus 1,le nombre de combinaisons où un joueur choisirait la carte de 40 000 $. Car si 40 000 est la valeur la plus élevée parmi trois cartes, 50 000 sera aussi la valeur la plus élevée parmi ces deux autres cartes.

On a ici une tendance. Soit $c \in \mathbb{Z}^*$, c le nombre de combinaisons possibles parmi 84 qui donne $S = s$ ou encore $P(S = s) = \frac{c}{84}$. Quand $s \geq 40\ 000$, $c(s) = \frac{s-30\ 000}{10\ 000} + c(s-1)$. On observe que toutes les valeurs de c quand $s \geq 40\ 000$ font partie de la série de nombres triangulaires. À partir de cette formule, j'ai calculé les autres valeurs de $c(s)$. Voici un tableau qui présente s ainsi que $P(S = s)$:

s (en $)	20 000	30 000	40 000	50 000	60 000	70 000	80 000	90 000	100 000
$P(S = s)$ (Option Carrière)	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$P(S = s)$ (Option Collège)	0	0	$\frac{1}{84}$	$\frac{3}{84}$	$\frac{6}{84}$	$\frac{10}{84}$	$\frac{15}{84}$	$\frac{21}{84}$	$\frac{28}{84}$

Maintenant, calculons l'espérance mathématique pour comparer le salaire attendu des deux options. L'espérance mathématique est la somme des produits de s et de $P(S = s)$.

Option Carrière :

$$E(S) = 20\ 000 \times \frac{1}{9} + 30\ 000 \times \frac{1}{9} + 40\ 000 \times \frac{1}{9} + 50\ 000 \times \frac{1}{9} + 60\ 000 \times \frac{1}{9} + 70\ 000 \times \frac{1}{9} + 80\ 000 \times \frac{1}{9} + 90\ 000 \times \frac{1}{9} + 100\ 000 \times \frac{1}{9}$$

$$E(S) = 60\ 000\$$$

Option Collège :

$$E(S) = 20\,000 \times 0 + 30\,000 \times 0 + 40\,000 \times \frac{1}{84} + 50\,000 \times \frac{3}{84} + 60\,000 \times \frac{6}{84} + 70\,000 \times \frac{10}{84} + 80\,000 \times \frac{15}{84} + 90\,000 \times \frac{21}{84} + 100\,000 \times \frac{28}{84}$$

$$E(S) = 85\,000\$$$

Donc, on peut attendre à un salaire de 60 000$ si nous commençons notre carrière immédiatement et 85 000$ si nous passons par le collège. Un joueur reçoit son salaire chaque fois qu'il atterrit ou dépasse une case « jour de paie ». Quelqu'un qui débarque sa carrière toute de suite passe à travers 19 jours de paies tandis qu'un post-collégien n'a que 18 jours de paies. Je vais supposer que les joueurs ne vont pas changer de carte salaire et calculer la somme d'argent collectée au total.

Option Carrière : $19\ paies \times 60\,000 \frac{\$}{paie} = 1\,140\,000\$$

Option Collège : $18\ paies \times 85\,000 \frac{\$}{paie} = 1\,530\,000\$$

Alors, un post-collégien collectera $\mathbf{390\,000}\$$ de plus au final à partir de son salaire.

Conclusion

Un joueur qui passe par le collège gagne en moyenne 390 000$ de plus en salaire et 75 160$ de plus du plateau (ou 75 892$ de plus s'il est médecin) que son pair qui travaille immédiatement. Ceci lui fait au total $\mathbf{415\,160}\$$ de plus (ou 415 892$ de plus en tant que médecin) après qu'il repaie ses dettes**.** Selon ces calculs, malgré l'endettement de 40 000$ (plus les intérêts de 10 000$) qui vient avec le collège, il est plus avantageux dans ce jeu de passer par le collège que de se lancer dans le monde du travail aussitôt que possible.

Par contre, il faut noter que j'ai utilisé beaucoup de restrictions lors de mon exploration afin de diminuer le phénomène du hasard dans mes calculs. Même si je ne m'étais pas imposée des limites, ce jeu dépend énormément du hasard et des choix des joueurs. Quand je jouais à ce jeu, je gagnais plus souvent que ma sœur malgré toujours avoir commencé immédiatement le travail tandis qu'elle passait toujours par le collège. De plus, je n'ai pas examiné comment les cartes carrière ou l'ordre dans lequel les joueurs prennent leur retraite impactent l'espérance de gain. Ces deux facteurs dépendent énormément des choix des joueurs et du nombre de joueurs, ils sont donc très durs à modéliser.

Il y a une grande différence entre quand on joue ce jeu à 2 et quand on joue à 6. Par exemple, quand on joue à six, la probabilité qu'il manquera des jetons Destins est beaucoup plus haute, c'est-à-dire, que la probabilité que quelqu'un vole un jeton Destins d'un autre joueur est aussi plus élevée. Dans ce cas, les calculs que j'ai fait avec ma présomption qu'aucun joueur ne puisse voler de jetons Destin sont moins fiables. L'espérance mathématique du gain provenant du plateau est plus élevée pour un collégien, mais cela est en raison des jetons Destins. Ce sera mieux pour un joueur de recevoir l'argent liquide qu'un jeton Destins parce qu'on ne sait pas si le joueur va garder son jeton jusqu'à la fin du jeu.

Bref, en pratique, il est difficile de modéliser ce jeu qui dépend autant des choix des êtres humains. Par contre, j'ai appris à travers ce projet que la simplification permet de mieux analyser des situations. Il vaut mieux de commencer avec un modèle simple et d'ajouter des complexités une à une qu'essayer de tout faire d'un seul coup. Du coup, le plus que mon modèle était complexe, le moins que j'étais certaine de mes calculs. J'ai eu des difficultés à trouver des références à valider mes calculs, ce qui n'aidait pas la situation.[3] En gros, les présomptions et restrictions étaient nécessaires, même si elles rendaient mes calculs moins fiables dans certaines situations.

[3] Selon les résultats de l'Internet, les matheux ont l'air de préférer analyser *Monopoly*, *Serpents et Échelles,* et le jeu de la vie de Conway que *Destins*.

Références

HICKEY, Walter. « How To Use Math To Crush Your Friends At Monopoly Like You've Never Done Before », Business Insider, 20 juin 2013, 30 octobre 2015, http://www.businessinsider.com/math-monopoly-statistics-2013-6?op=1 .

ROBERTS, Donna. « Recursive Sequences. » *Recursive Sequences*. Oswego City School District Regents Exam Prep Center, n.d. Web. 16 Nov. 2015.