



ENSIMAG

---

# Cahier Des Charges

## Jeu de Simulation Boursière

---

*IF*

Voong Kwan  
Ruimy Benjamin  
Rattanatray Ayutaya  
Ibakuyumcu Arnaud

25/04/2016

# Table des matières

<b>I</b>	<b>Présentation</b>	<b>2</b>
<b>II</b>	<b>Description</b>	<b>3</b>
1	Types d'actifs disponibles	3
2	Mise à jour des cours	4
3	Opérations possibles	5
4	Options & Limites	6
5	Messages informatifs et d'erreurs	6
6	Interface graphique	6
<b>III</b>	<b>Annexes</b>	<b>7</b>
7	Pont Brownien	7
8	Vocabulaire technique	9

Ce document constitue le cahier des charges du jeu de simulation boursière. Le client devra prendre connaissance de l'ensemble de nos exigences avant de s'engager dans le projet.

En annexe (8), une partie vocabulaire permettra au lecteur de s'informer sur les mots techniques utilisés en finance.

## Première partie

# Présentation

L'application proposée est un jeu de simulation boursière dans lequel un joueur possède initialement un capital de 20 000 euros. Il pourra alors se constituer un portefeuille d'actifs et essayer d'obtenir la plus grande plus-value.

L'objectif est de permettre à l'utilisateur de se familiariser avec les opérations basiques du milieu boursier.

Les statistiques des joueurs sont conservées au fur et à mesure en fonction des identifiants utilisés au lancement du jeu. Ces statistiques pourront être utilisées pour des études comportementales, marketing...

Chaque session de jeu comporte 52 tours de jeu. À l'issue de ces 52 tours de jeu, un classement en fonction du montant détenu à la fin de tous les tours sera édité.

L'application permettra de proposer une simulation boursière dans laquelle on pourra faire confronter plusieurs joueurs sur les mêmes marchés pour une durée déterminée (défaut : 52 tours de jeu), les différents actifs seront en nombre limité.

## Deuxième partie

# Description

### 1 Types d'actifs disponibles

Il existera plusieurs marchés permettant de différencier les différents types d'actifs :

- Marché des changes
- Marché de taux
- Marché d'actions (Equity)
- Marché de matières premières (Commodities)
- Marché de crédit

Il y aura donc un ensemble conséquent d'action, en quantité limitée<sup>1</sup>, créant un jeu de l'offre et la demande sur le marché permettant de se rapprocher d'autant plus de la réalité.

De plus, des options seront ajoutées telles que :

- Call, Put, Futures
- Cap/Floor de taux d'intérêt
- Option au choix
- Option d'échange
- Options de type Asiatiques
- Option de type Américaine
- Option de type Bermudienne
- Option de type Européenne
- Option composée
- Swap

Des prêts à la banque peuvent être faits si le joueur le désire.

Il existera alors un taux d'intérêt pour les emprunts. Le joueur doit alors rembourser son emprunt avant la fin de la session.

Cependant il n'est pas possible de placer son argent en banque.

---

1. À voir avec le client une fois que la proposition commerciale aura été acceptée

## 2 Mise à jour des cours

Pour l'actualisation des prix, les valeurs de chaque action sur les 52 tours seront calculées dès le chargement de la base de données. Ces valeurs formeront donc le cours de l'action de  $T = 0$  à  $T = 52$  de manière aléatoire et n'auront plus besoin d'être calculées à chaque tour (permet un gain en fluidité lors du jeu)

Ces valeurs seront simulées par la méthode du pont brownien représentant de manière simplifiée l'allure des cours.<sup>2</sup>

Les mises à jours se feront tous les jours réels ou lorsque tous les joueurs de la partie ont demandé de passer le tour.

Pour les prix des options européennes (Call et Put), il sera demandé d'utiliser le modèle de Black-Scholes. Ce calcul sera fait à chaque demande d'options sur un sous-jacent par l'utilisateur. Voici la formule à implémenter :

$$\begin{aligned} C_0 &= S_0 \Phi(d_1) - K e^{-rT} \Phi(d_2) \\ P_0 &= -S_0 \Phi(-d_1) + K e^{-rT} \Phi(-d_2) \end{aligned}$$

Où :

- $S_0, C_0, P_0$  Le prix spot du sous-jacent, call, put.
- $K$  Le strike de l'option
- $T$  La maturité de l'option
- $r$  Le taux sans risque (taux d'emprunt à la banque)
- $\Phi$  La fonction de répartition de la loi  $\mathcal{N}[0; 1]$
- $\sigma$  La volatilité du sous-jacent
- $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$
- $d_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T}} \left[ \ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right) T \right]$

La volatilité de chaque action devra être calculé statistiquement (variance) sur des valeurs historiques disponibles sur <https://www.quantopian.com/data>

2. (Voir en Annexe (7) pour des informations sur cette méthode)

### 3 Opérations possibles

L'utilisateur aura plusieurs opérations possibles sur le marché à la date  $t$  :

- Consulter la liste des actions sur le marché avec le volume disponible pour chaque.
- S'informer sur l'historique du cours d'une action  $a$  de son choix. L'utilisateur pourra consulter l'évolution du cours à chaque temps  $t_i$  à partir du lancement de la session de jeu jusqu'au temps  $t$  actuel.
- Acheter un nombre  $i$  de titres d'une action  $a$ . Les  $i$  titres seront placés dans le portefeuille de l'utilisateur à la date  $t + 1$  s'ils sont disponibles sur le marché et si l'utilisateur dispose des fonds nécessaires. Le paiement sera immédiat.
- Acheter/Vendre des options
- Vendre un nombre  $i$  de titres d'une action  $a$ . Les  $i$  titres seront destitués du portefeuille à la date  $t + 1$  s'ils sont disponibles dans le portefeuille<sup>3</sup>. Le revenu lié à cette vente est directement disponible pour l'utilisateur.
- Surveiller un actif  $a$ . Celle-ci sera placée dans le profil de l'utilisateur.
- Consulter les actions qu'il surveille.
- Afficher son portefeuille avec pour chaque action : la quantité, le prix d'achat, le cours actuel, le montant total de ses titres sur chaque action et enfin la plus value réalisée. Il affichera aussi la valeur totale de son portefeuille et le cash qu'il lui reste.
- Consulter ses remboursements d'emprunt à la banque.
- Faire un emprunt à la banque
- Consulter son historique d'achat et vente
- Consulter ses ordres d'achat et de vente.
- Consulter le classement des joueurs (classés par +/- value du portefeuille de départ)

---

3. La liquidité est maximale : pas besoin d'un acheteur pour vendre un titre, le marché joue le rôle de celui-ci

## 4 Options & Limites

Voici différentes options et limites à implémenter :

- La banque peut prêter jusqu'à 10 000 euros pour un délai de remboursement tour à tour indiqué par l'utilisateur.
- Le cours des actions ne dépend pas de l'actualité financière et est généré aléatoirement.
- Si le joueur ne peut pas rembourser l'emprunt au tour  $t$  il devra rembourser les deux mensualités au tour  $t + 1$ . S'il ne peut toujours pas, le joueur a perdu.
- L'utilisateur peut demander un ordre d'achat ou de vente qui sera exécuté dès lors qu'un actif sera disponible à un prix supérieur ou inférieur à un prix fixé.
- Le volume de chaque actif sur le marché est limité

## 5 Messages informatifs et d'erreurs

Le système enverra des messages d'erreurs sur la messagerie du joueur si :

- l'utilisateur ne dispose pas des fonds nécessaires pour acheter les actions choisies
- le nombre d'action disponible sur le marché n'est pas suffisant pour satisfaire la requête d'achat de l'utilisateur
- l'utilisateur veut vendre plus d'actions qu'il ne possède i.e. il vend à découvert
- l'utilisateur n'a pas les fonds suffisant pour rembourser un emprunt au tour  $t$
- l'utilisateur n'a pas pu rembourser son emprunt après le premier message d'avertissement

## 6 Interface graphique

Une interface graphique sera demandée. Le design de celle-ci est libre, mais elle devra être simple et opérationnelle.

## Troisième partie

# Annexes

## 7 Pont Brownien

Cette méthode permet de simuler un mouvement brownien et donc de simuler une trajectoire aléatoire du cours d'une action.

Pour cela, il suffit de translater du prix spot la technique suivante (qui démarre à 0).

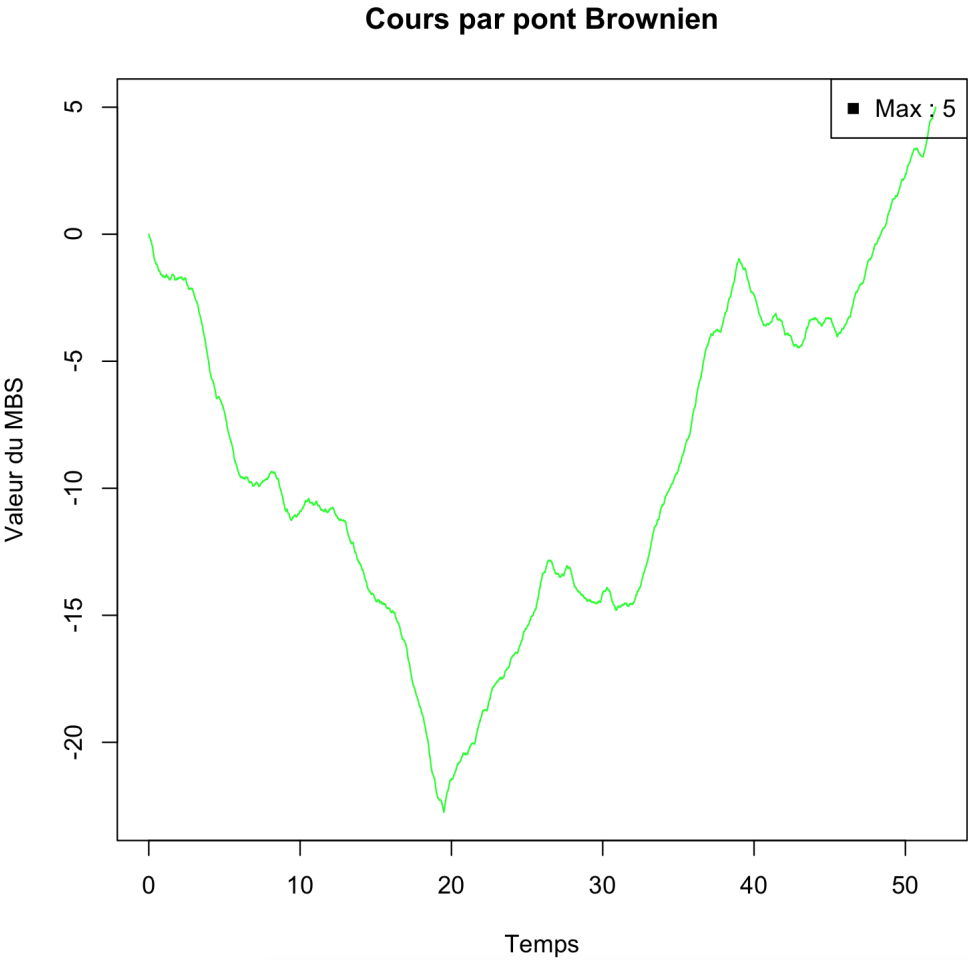
### Principe :

1. Simuler la valeur finale  $y_{t_f}$  par une loi normale  $\mathcal{N}(0, t_f)$
2. Simuler la valeur  $y_{\frac{t_f}{2}}$  du cours au temps  $\frac{t_f}{2}$  par la V.A.  $Y$  sachant  $Y_{t_0} = 0$  et  $Y_{t_f} = y_{t_f}$ <sup>4</sup>
3. Simuler la valeur du cours au temps  $\frac{t_f}{4}$  sachant  $Y_{t_0} = 0$  et  $Y_{\frac{t_f}{2}} = y_{\frac{t_f}{2}}$  en adaptant la formule vu en (2)
4. Simuler la valeur du cours au temps  $\frac{3t_f}{4}$  sachant  $Y_{\frac{t_f}{2}} = y_{\frac{t_f}{2}}$  et  $Y_{t_f} = y_{t_f}$
5. Continuer de cette façon jusqu'à atteindre une précision de pas d'au moins 0.002

Le graphique ci-dessous donne une idée du résultat à obtenir pour un cours de prix spot 0, de valeur finale 5 pour 52 tours

- 
4. Loi normale  $\mathcal{N}\left(y_{t_0} + \frac{\frac{t_f}{2} - 0}{t_f - 0}(y_{t_f} - y_{t_0}); \frac{(\frac{t_f}{2} - 0) * (\frac{t_f}{2} - 0)}{y_{t_f} - y_{t_0}}\right)$





## 8 Vocabulaire technique

- ★ Call : Option délivrant le droit et non l'obligation d'acheter une action à maturité  $T$  au prix strike  $K$
- ★ Cap/Floor de taux d'intérêt : Option délivrant un pay-off dès lors qu'un taux d'intérêt dépasse/devient inférieur à un certain seuil.
- ★ Cours d'une action : Valeur actuelle d'une action
- ★ Future : Option délivrant l'obligation d'acheter une action à maturité  $T$  au prix strike  $K$
- ★ Maturité :  $T$  d'une option  $\rightarrow$  Date limite d'un contrat, d'une option
- ★ Options asiatiques : Option dont le pay-off dépend du prix moyen du sous-jacent durant une certaine période
- ★ Options au choix : Option permettant de choisir entre un Call ou un Put sur le sous-jacent après une certaine période
- ★ Options d'échange : Option permettant l'échange de deux actions à échéance.
- ★ Options composées : Options sur options
- ★ Option de type américaine : Possibilité d'exercer son droit durant toute la période jusqu'à maturité
- ★ Option de type bermudienne : Option américaine où le droit d'exercice anticipé est limité à certaines dates
- ★ Option de type européenne : Possibilité d'exercer son droit seulement à maturité
- ★ Pay-off : Flux d'un actif
- ★ Portefeuille : Ensemble d'actifs
- ★ Put : Option délivrant le droit et non l'obligation de vendre une action à maturité  $T$  au prix strike  $K$
- ★ Sous-Jacent : Action sur laquelle porte une option
- ★ Strike :  $K$  d'une option  $\rightarrow$  Prix fixé de vente ou d'achat d'une action à maturité
- ★ Swap : Produit d'échange de flux financier
- ★ Volatilité : Ecart-type d'un actif