

# IA & Optimisation pour la finance

## Examen final

19/11/2024

## 1 Optimisation linéaire

Vous disposez d'un montant de 20000 Euros à investir. Pour ce faire, vous considérez 3 actifs : les actions  $X$ , les options sur  $X$  et des bons sans risque.

Le prix d'une **action  $X$**  est de 20 Euros. Une **option** permettant d'acheter 100 actions  $X$  à 15 Euros dans six mois coûte 1000 Euros. Vous avez déjà dans votre portefeuille des options de ce type. Vous pouvez donc **en acheter ou en vendre**, mais vous décidez de ne pas en vendre ou en acheter plus de 50. Les analystes affirment qu'il y a 3 scénarios **équiprobables** pour l'action  $X$  dans six mois : le prix sera le même que celui d'aujourd'hui, le prix sera de 40 Euros, ou le prix sera de 12 Euros. Des **bonds** ayant une valeur nominale de 100 Euros dans six mois coûtent 90 Euros.

Il s'agit donc de répartir vos 20000 Euros de manière à maximiser le bénéfice attendu dans six mois. Pour ce faire, vous devez modéliser et résoudre le problème en suivant les étapes suivantes :

1. Donnez le bénéfice **attendu** pour chaque action  $X$  et pour chaque bon.
2. Vérifier que le bénéfice **attendu** pour chaque option est égal à 0.
3. Modélisez le problème.
4. Écrire un code Python permettant de résoudre le problème.

Nous souhaitons à présent envisager d'autres scénarios (c'est-à-dire d'autres probabilités) pour le prix de l'action  $X$  dans six mois. Il vous est donc demandé de :

5. Donner les formules générales des bénéfices attendus d'une action  $X$  et d'une option sur une action  $X$  en fonction de ces trois probabilités.
6. Refaire le même travail que plus haut en prenant les probabilités suivantes :

p(20)	p(40)	p(12)
0.25	0.6	0.15
0.4	0.2	0.4

## 2 Réseaux de neurones

Dans cet exercice, il vous est demandé de créer, entraîner et tester un **réseau de neurones** prédisant la catégorie du prix (Bas, Moyen, Haut) d'une maison dans une ville américaine (Boston), en fonction de variables représentant les différentes caractéristiques des maisons et des régions où elles sont situées. Pour ce faire on se basera sur le **prix médian** des maisons. Les données sont dans le fichier *housing.csv*, et la signification des variables est donnée dans l'annexe.

1. Tracez un **histogramme** résumant les prix médians.
2. Ajoutez aux données une colonne *Class* contenant la catégorie de prix de chaque maison. Vous expliquerez comment ces catégories sont définies.
3. Créez et entraînez un réseau de neurones prédisant la catégorie de prix.
4. Donnez la précision et la matrice de confusion de ce réseau de neurones.
5. Améliorez les performances de votre réseau de neurones :
  - (a) Donnez le min, le max, la moyenne et l'écart type pour chaque variable explicative. Que remarquez-vous ?
  - (b) Normalisez les données, entraînez à nouveau le réseau neuronal et donnez les nouveaux résultats.

## 3 Une introduction au trading automatique

Nous souhaitons mettre en oeuvre la **stratégie** de trading (simple) définie comme suit :

1. Calculer deux moyennes mobiles (MA) avec deux largeurs de fenêtre différentes (nombre de jours).
2. Générer un signal d'achat (resp. de vente) chaque fois que la MA courte croise la MA longue en montant (resp. en descendant).

Écrivez un code Python permettant de générer les signaux d'achat et de vente sur l'historique de l'action de Google et évaluez les résultats de votre stratégie. On **visualisera** la stratégie de la manière la plus précise possible.

## A Description des variables du fichier housing

1. CRIM : per capita crime rate by town
2. ZN : proportion of residential land zoned for lots over 25,000 sq.ft.
3. INDUS : proportion of non-retail business acres per town
4. CHAS : Charles River dummy variable (= 1 if tract bounds river ; 0 otherwise)
5. NOX : nitric oxides concentration (parts per 10 million)
6. RM : average number of rooms per dwelling
7. AGE : proportion of owner-occupied units built prior to 1940
8. DIS : weighted distances to five Boston employment centres
9. RAD : index of accessibility to radial highways
10. TAX : full-value property-tax rate per \$10,000
11. PTRATIO : pupil-teacher ratio by town
12. B :  $1000(Bk - 0.63)^2$  where Bk is the proportion of blacks by town
13. LSTAT : % lower status of the population
14. MEDV : Median value of owner-occupied homes in \$1000's