

Partie II

OPTIMISATION FINANCIÈRE PAR LA DATA

Soutenance de projet

20/01/2025



Encadré par : Maxime Ferreira Da Costa

L'ÉQUIPE



Zakaria Bheddar



Salma El Achkar



Aymane Adib



Younes Boumoussou

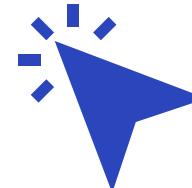


Maxime Pilorget



Nabil El Yazidi

RÉSUMÉ PROJET S6

- Modèles Graphiques Gaussiens
- Analyse des Séries Temporelles
- Optimisation de la Parcimonie : Estimateur de Lasso
- Clustering avec Affinity Propagation
- Introduction à l'optimisation de Portefeuilles 

GESTION DU CAPITAL : OPTIONS

Banques

- Option sûre, retour avec taux fixe assurée (ex. Livret A)
- Inconvénient : Taux assez faible



ETF (Fonds indiciens)

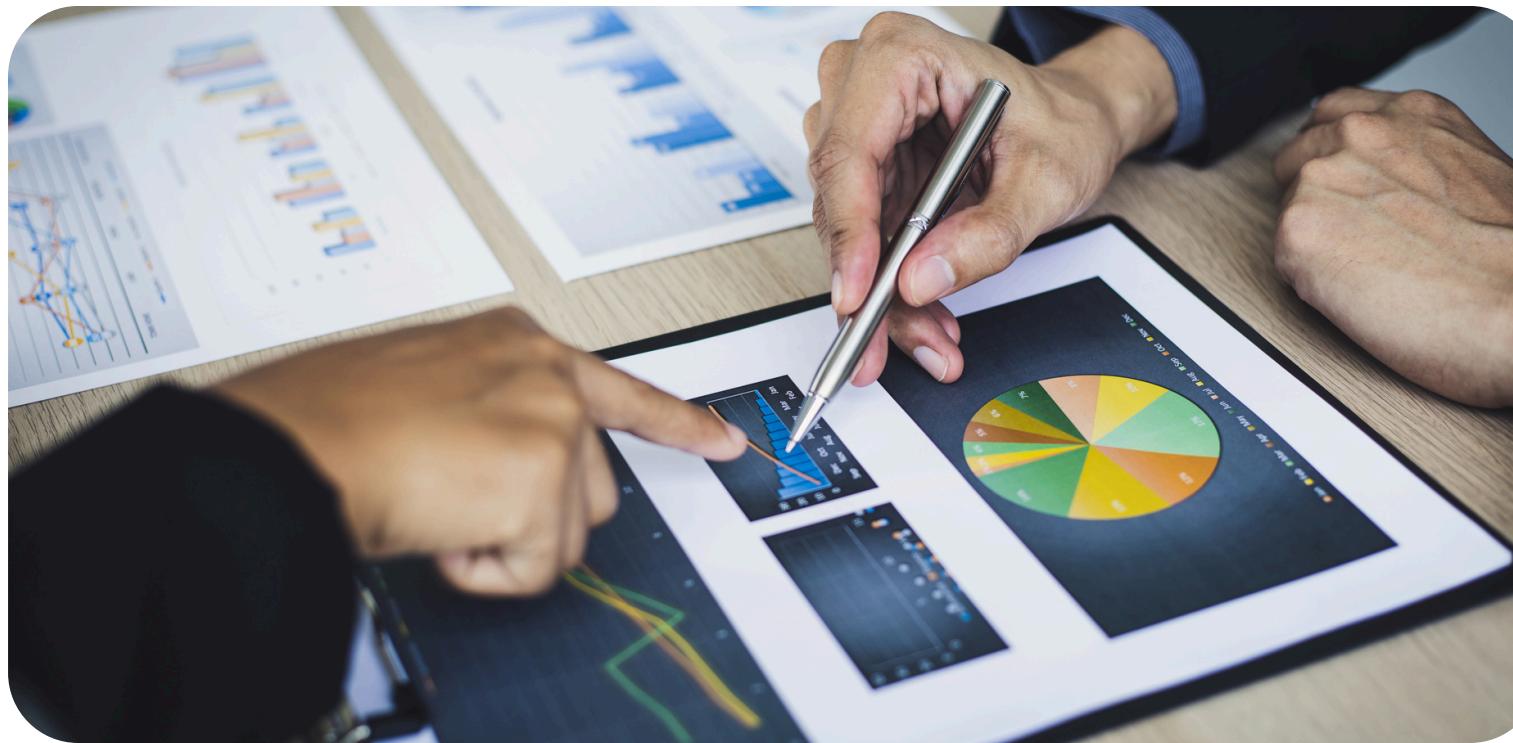
- Options illimités d'investissement
- Retours potentiels importants
- Inconvénient : Volatilité, complexité



Liquide

- Argent en sûreté
- Inconvénient : Sujet à une dévalorisation par l'inflation





PROBLÉMATIQUE

- Comment créer l'allocation de portefeuille idéale en fonction du profil et des objectifs de l'investisseur ?
- Quels sont les critères d'évaluation d'une allocation de capitale ?

AGENDA DU JOUR

Mise en contexte et Problématique :

Revue de Littérature :

Notre approche :

Résultats :

Produit Final :

Conclusion :

Portefeuille et aide à la décision financière

MPT, FinBert et Random Forest ...

Pipeline et Valeurs ajoutées

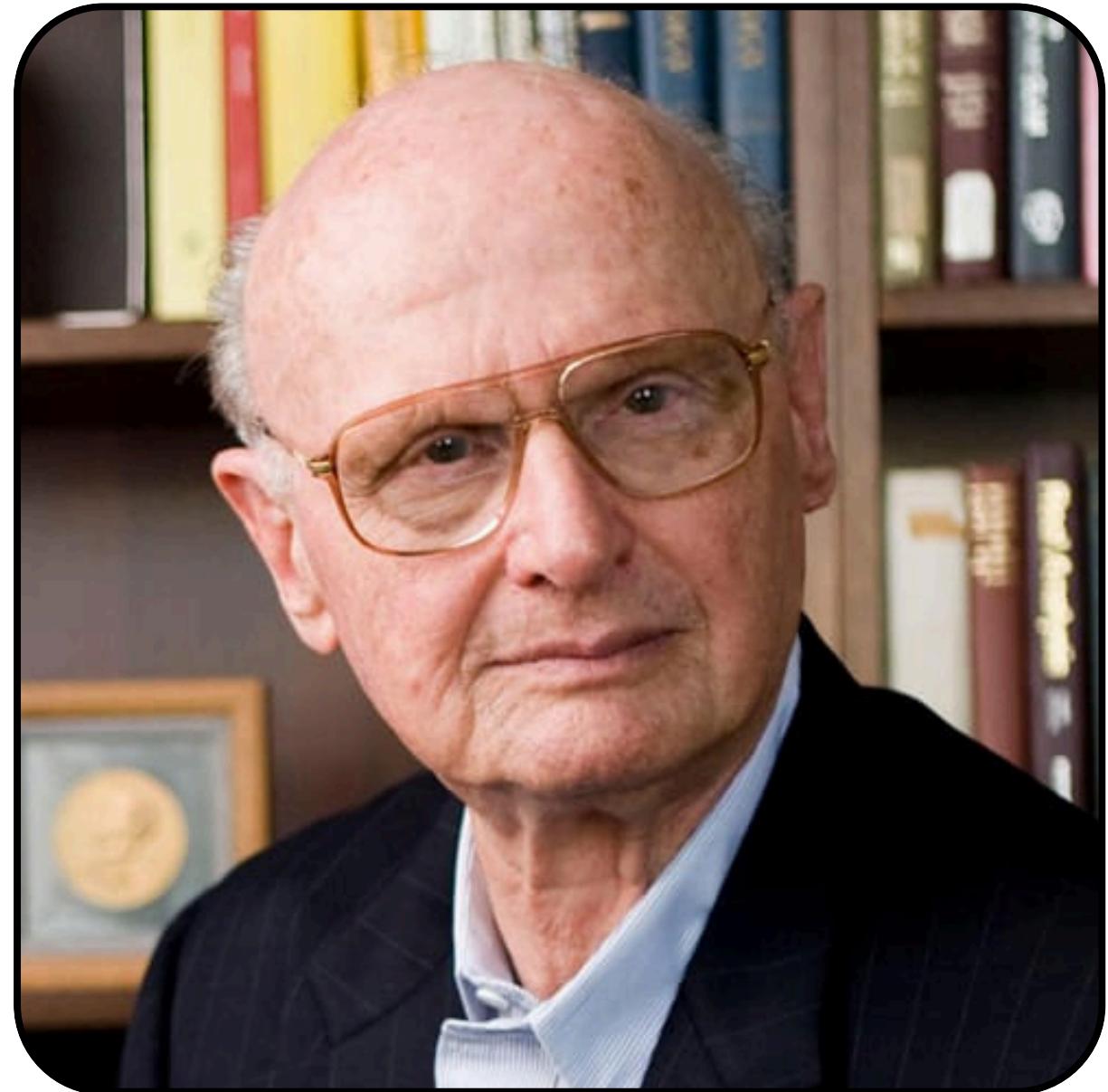
Backtest et expériences

WebApp

Critiques

'Le rendement est la récompense du risque'

- Harry Markowitz, père de la théorie moderne du portefeuille
et prix Nobel 1990



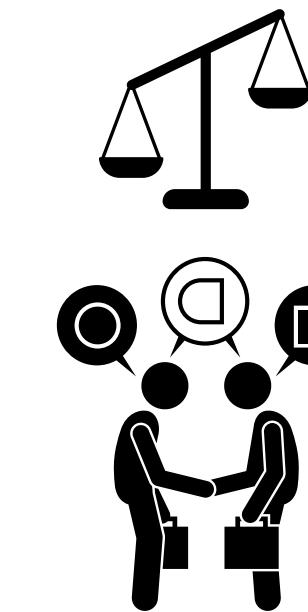
THÉORIE MODERNE DU PORTEFEUILLE

Formalisation des notions suivantes :

Rendement

- Mesure des gains attendus
- Critère de comparaison des portefeuilles
- Basée sur la définition probabiliste de l'espérance

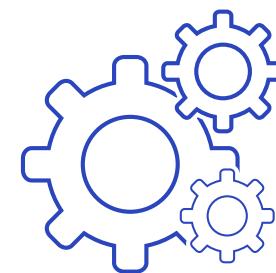
→ Critère à maximiser



Risque

- Volatilité des actifs
- Variance du retour du portefeuille
- Mesure du danger sur l'investissement

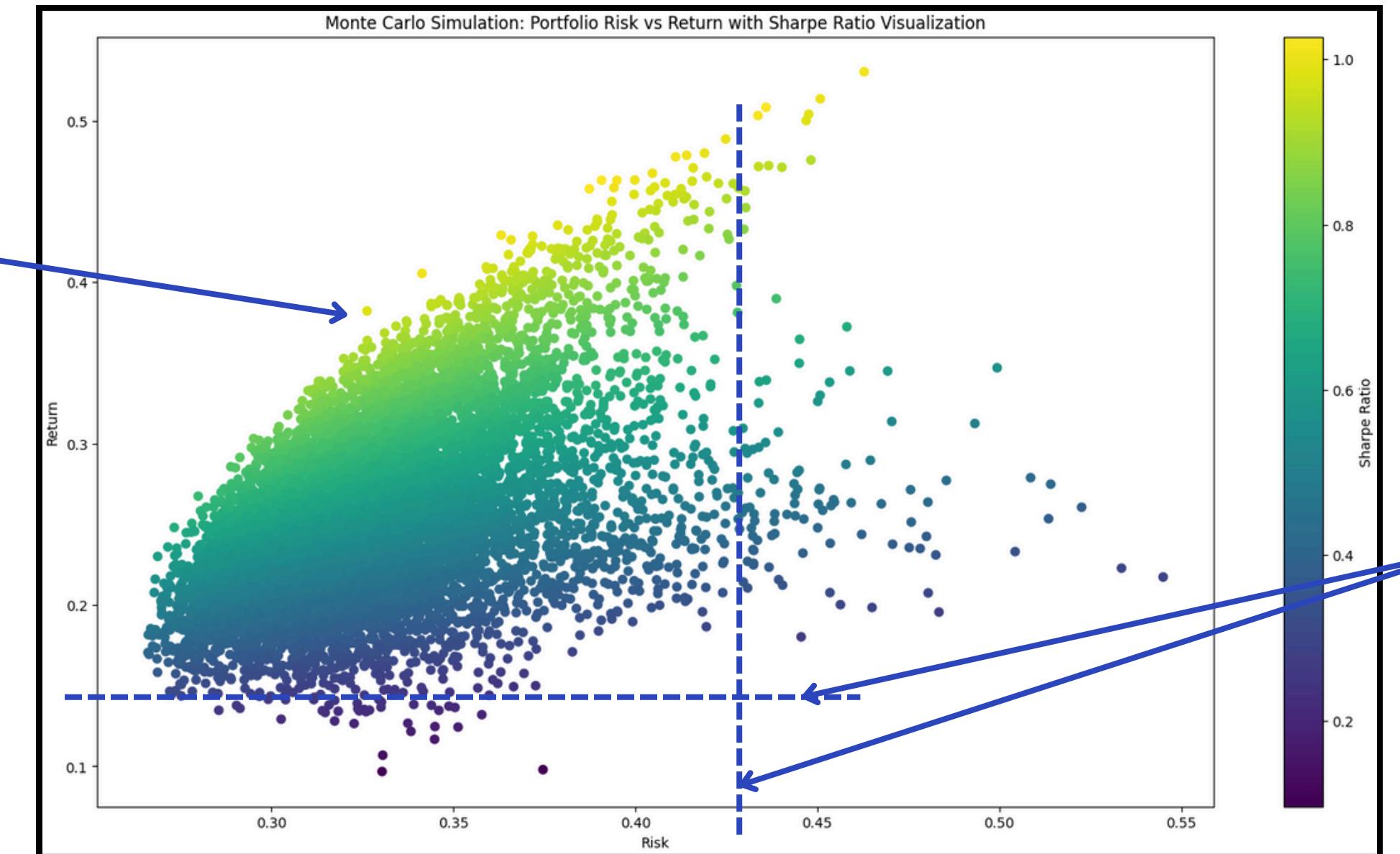
→ Critère à minimiser



Objectif : Trouver la répartition optimale du portefeuille de n actifs adaptée au profil de l'investisseur.

SIMULATION DE MONTE CARLO

Frontière
efficiente



Représentation graphique de 10 000 portefeuilles aléatoires de n actifs en fonction de leur risque et rendement.

Notations mathématiques :

Concept	Formule
Poids du portefeuille	$\mathbf{w}^\top = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n], \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$
Covariance du portefeuille	Σ
Rendement espéré (Parfois on le note par R)	$\mu_p = \mathbf{w}^\top \boldsymbol{\mu} = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i$
Variance ou volatilité du portefeuille	$\sigma_p^2 = \mathbf{w}^\top \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}$

NB : Les indices i sont associés à chaque actif i

4 STRATÉGIES ADAPTÉES AUX BESOINS DES CLIENTS - 1/2

Stratégie	Problème d'optimisation ou d'allocation	Signification
$\frac{1}{n}$	$w_i = \frac{1}{n}, \quad i = 1, \dots, n$	Répartition égale des poids entre les actifs, sans tenir compte du rendement ou du risque spécifique.
Minimisation du risque	$\min_w w^\top \Sigma w$ s.c $\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad 0 \leq w_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, n$	Trouver le portefeuille avec le risque le plus faible, sans contrainte sur le rendement.
Minimisation du risque pour un rendement cible donné	$\min_w w^\top \Sigma w$ s.c $w^\top \mu = R_{target}, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad 0 \leq w_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, n$	Trouver le portefeuille avec le risque minimal tout en maintenant un rendement cible fixe si possible.

NB : Il est possible de créer un solveur basé sur les conditions de Kuhn-Karush-Tucker pour un problème convexe.

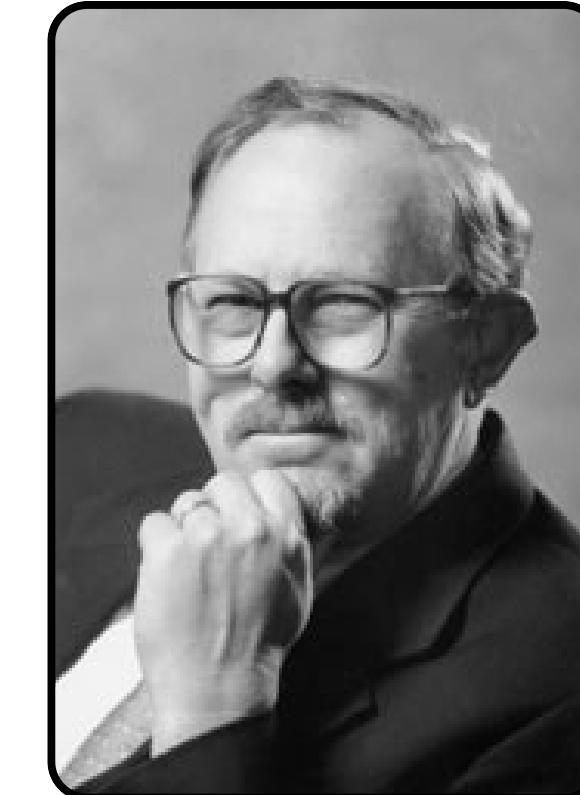
RATIO DE SHARPE - 2/2

Le ratio de Sharpe évalue le rendement d'un investissement par rapport à son risque. Plus il est élevé, mieux l'investissement récompense le risque pris.

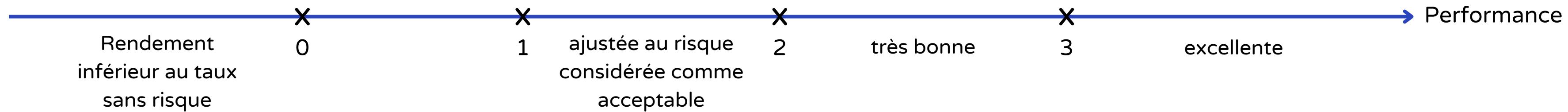
Rendement du portefeuille
à maximiser → $S = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$

Taux sans risque
Hyperparamètre ???

Volatilité



William F. Sharpe



RISK FREE RATE

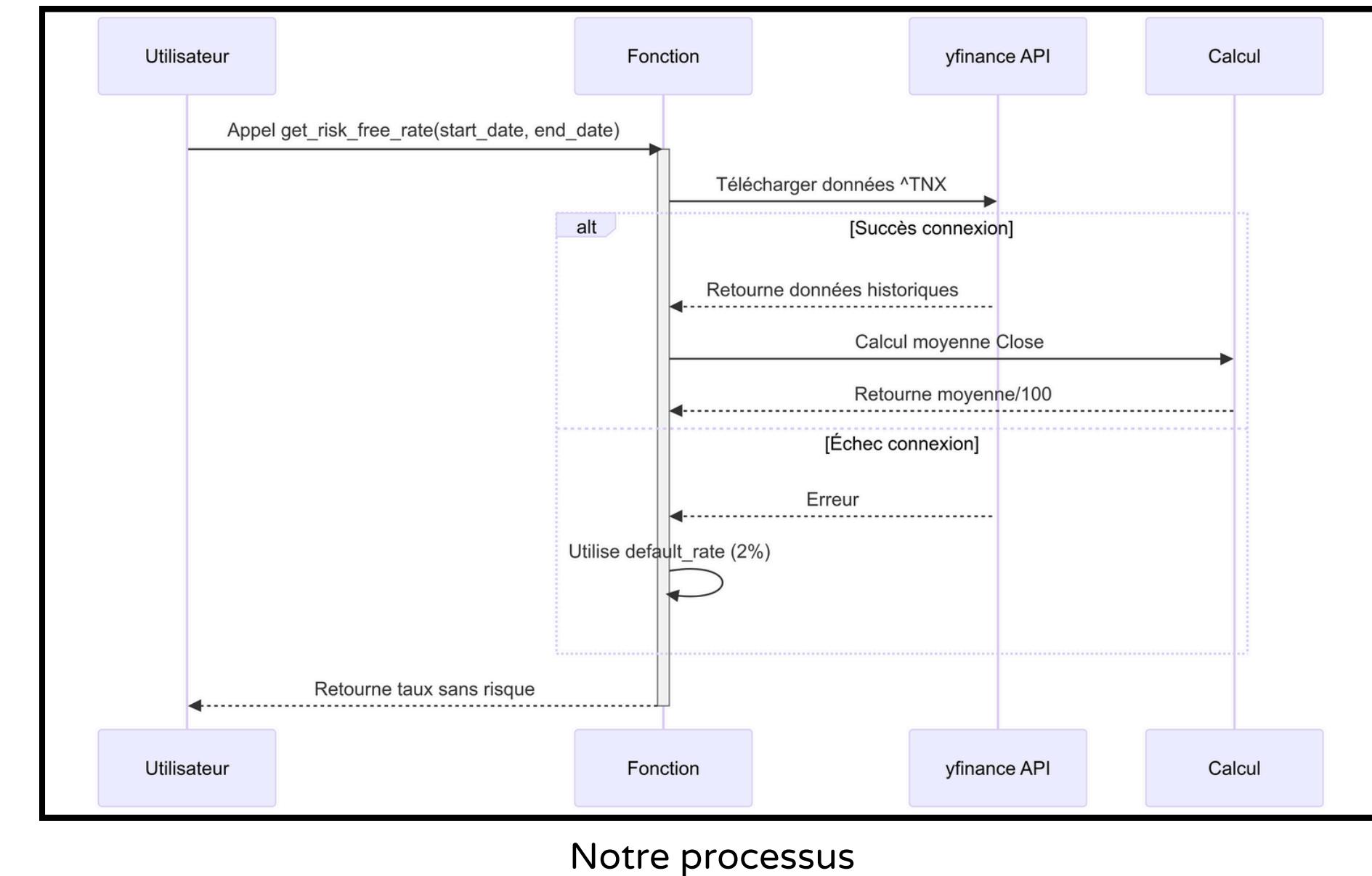
Le taux sans risque est le rendement d'un investissement sans risque, souvent basé sur les obligations d'État. Beaucoup de travaux financiers le considèrent comme constant ou hyperparamètre pour simplifier les calculs.

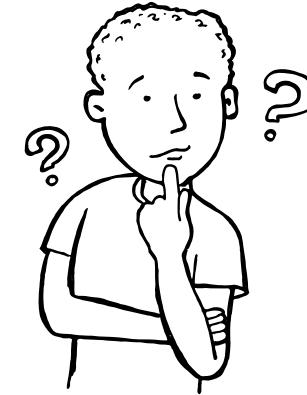
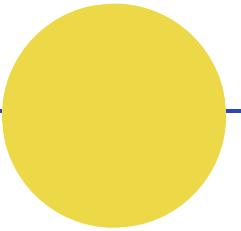
TNX (Treasury Note 10 Years)

- Rendement des obligations du Trésor américain à 10 ans
- Considéré comme l'investissement le plus sûr au monde

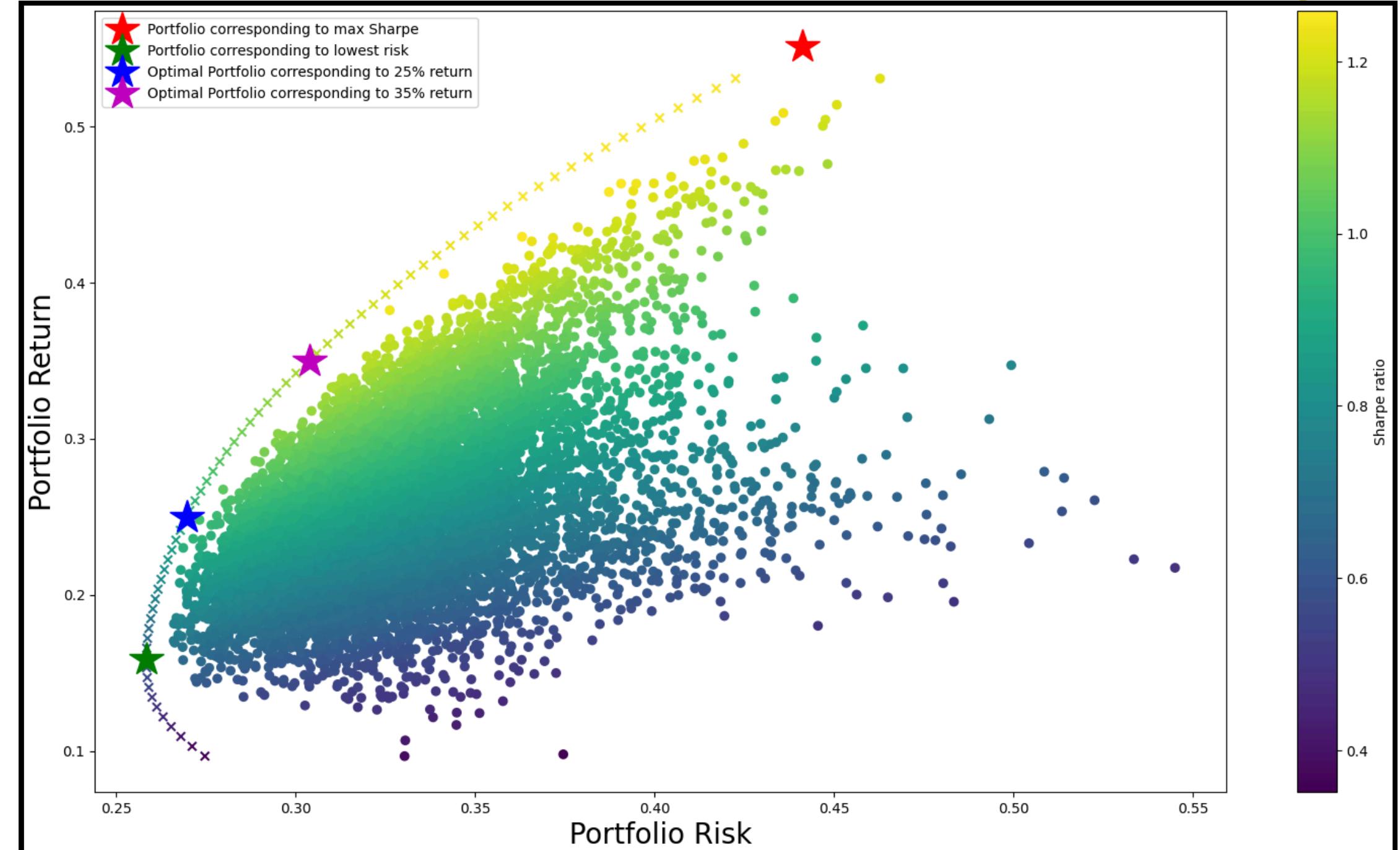
Test sur deux périodes différentes

- Période normale (2015-2019) :
 - Le taux sans risque est de 2,30%.
 - Stable et bas, reflétant des conditions économiques équilibrées.
- Période de crise (2007-2009) :
 - Le taux sans risque est de 4,14%.
 - Forte demande pour des actifs sûrs pendant la crise financière.





- Quelles données avons-nous utilisées ?
- Quelle est la durée de l'entraînement ?
- Quelle stratégie de réallocation avons-nous adoptée ?
- Comment tester les stratégies ?
- Comment avons-nous choisi ces actifs ?



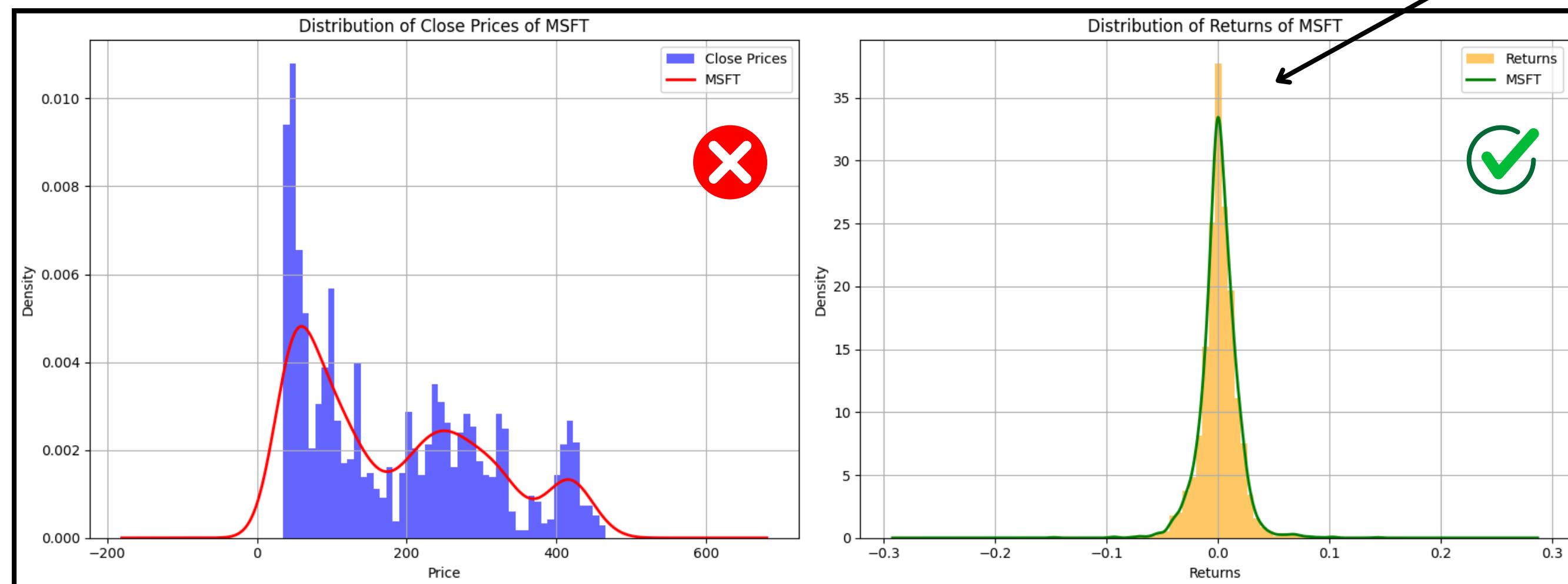
Application de nos stratégies sur un portefeuille d'actifs.

DONNÉES : PRIX OU RETURNS

Distribution

$$\text{Return}_t = \frac{\text{Price}_t}{\text{Price}_{t-1}} - 1$$

t : jour



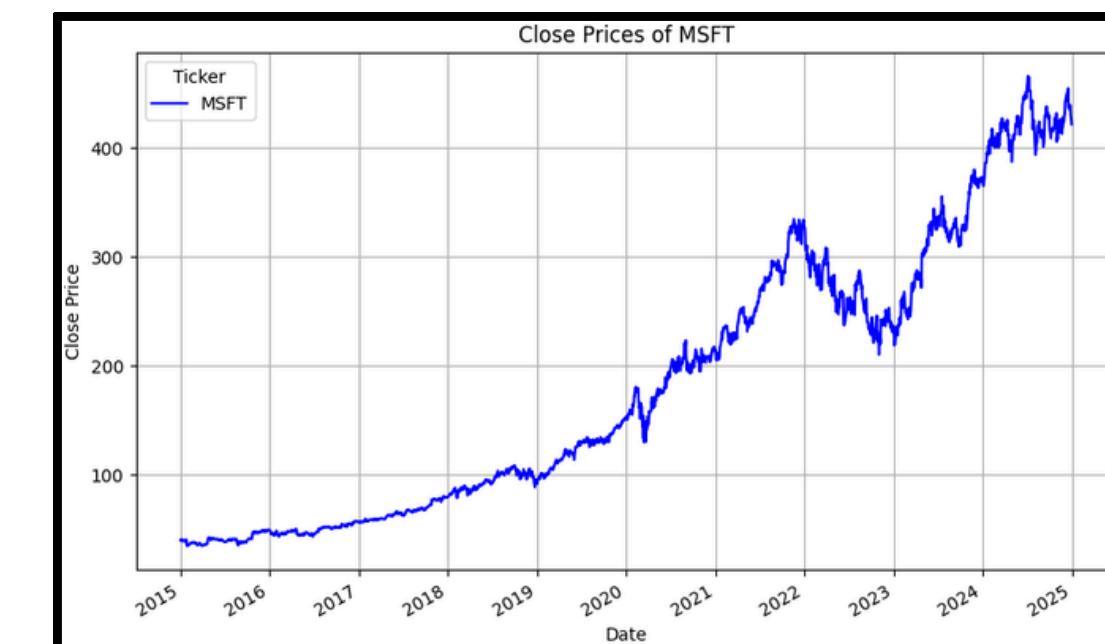
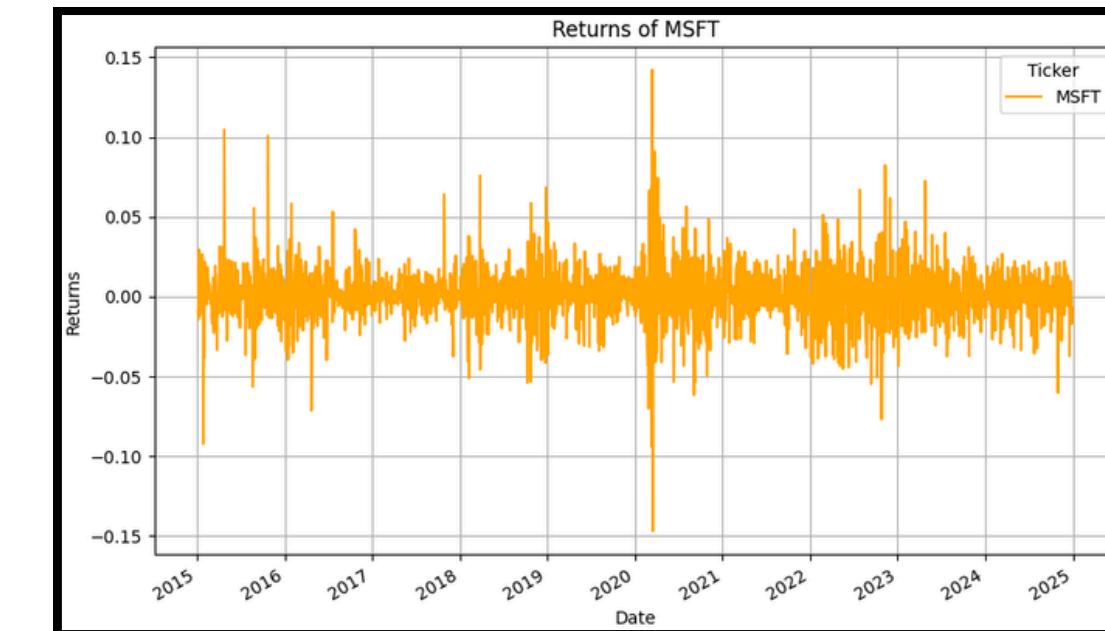
Distribution des données de Microsoft (MSFT) du 1er janvier 2015 au 1er janvier 2025.

DONNÉES : PRIX OU RETURNS

Stationnarité

Test	Close Prices (p-value)	Returns (p-value)	Résultat Close Prices	Résultat Returns
ADF Test	0.9900	0.0000	Non-stationnaire	Stationnaire
KPSS Test	0.0100	0.1000	Non-stationnaire	Stationnaire

- NB: Même sur des périodes plus courtes, comme quelques mois, les résultats restent généralement les mêmes.



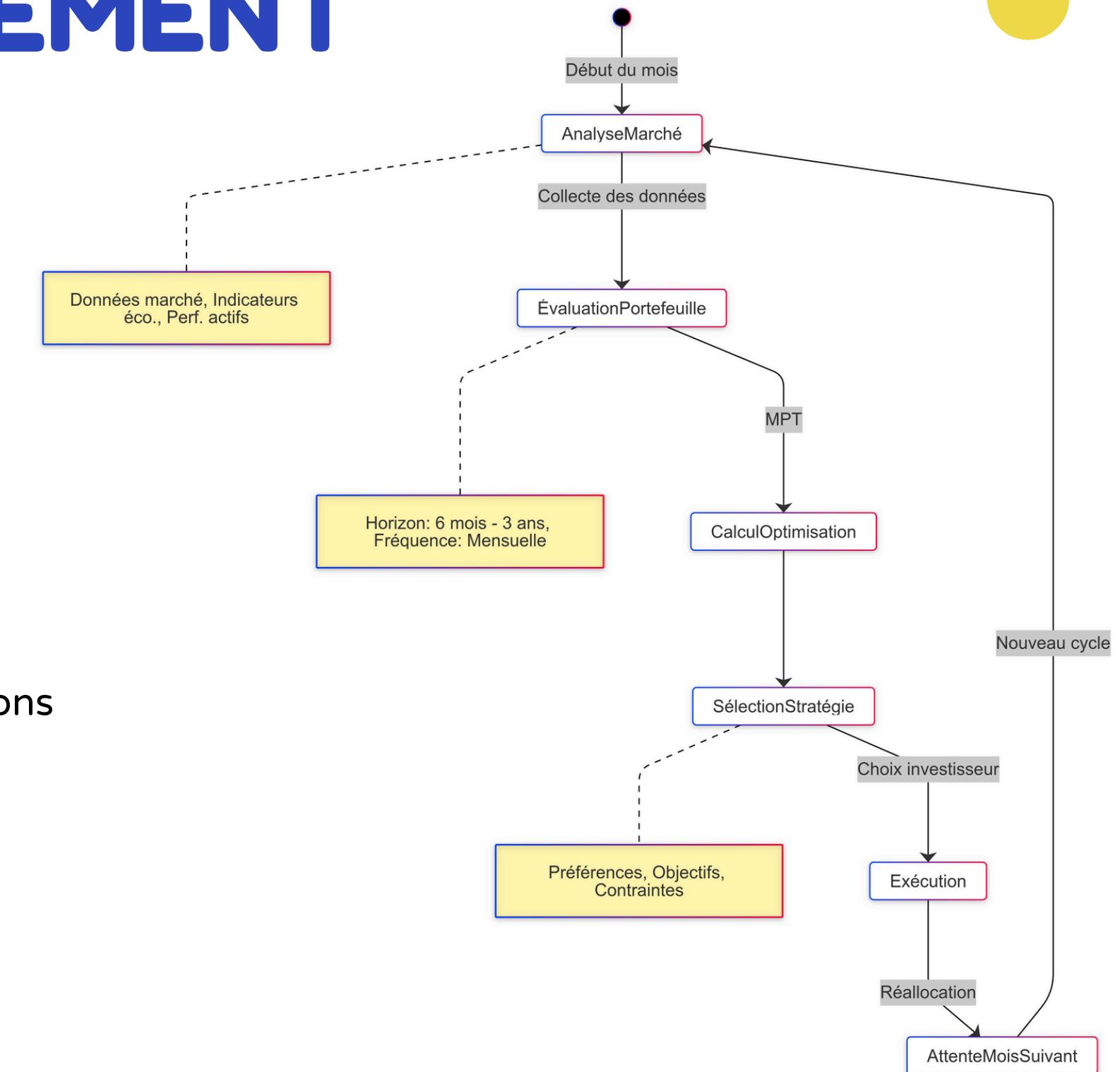
STRATÉGIE D'INVESTISSEMENT

Période choisie :

- Horizon de 6 mois à 3 ans :
 - Pour une stratégie à moyen terme.
- Fréquence mensuelle :
 - Les ajustements se font chaque mois en fonction des nouvelles données.

Autres propositions :

- Horizon de 1 à 5 ans :
 - Plus long terme pour plus de stabilité et moins de réactions aux fluctuations.
- Fréquence trimestrielle :
 - Ajustements moins fréquents, mais plus significatifs à chaque période.



BACKTEST

Tester une stratégie d'investissement avec des données historiques pour évaluer sa performance passée.



QUANTCONNECT



Backtrader



Zipline



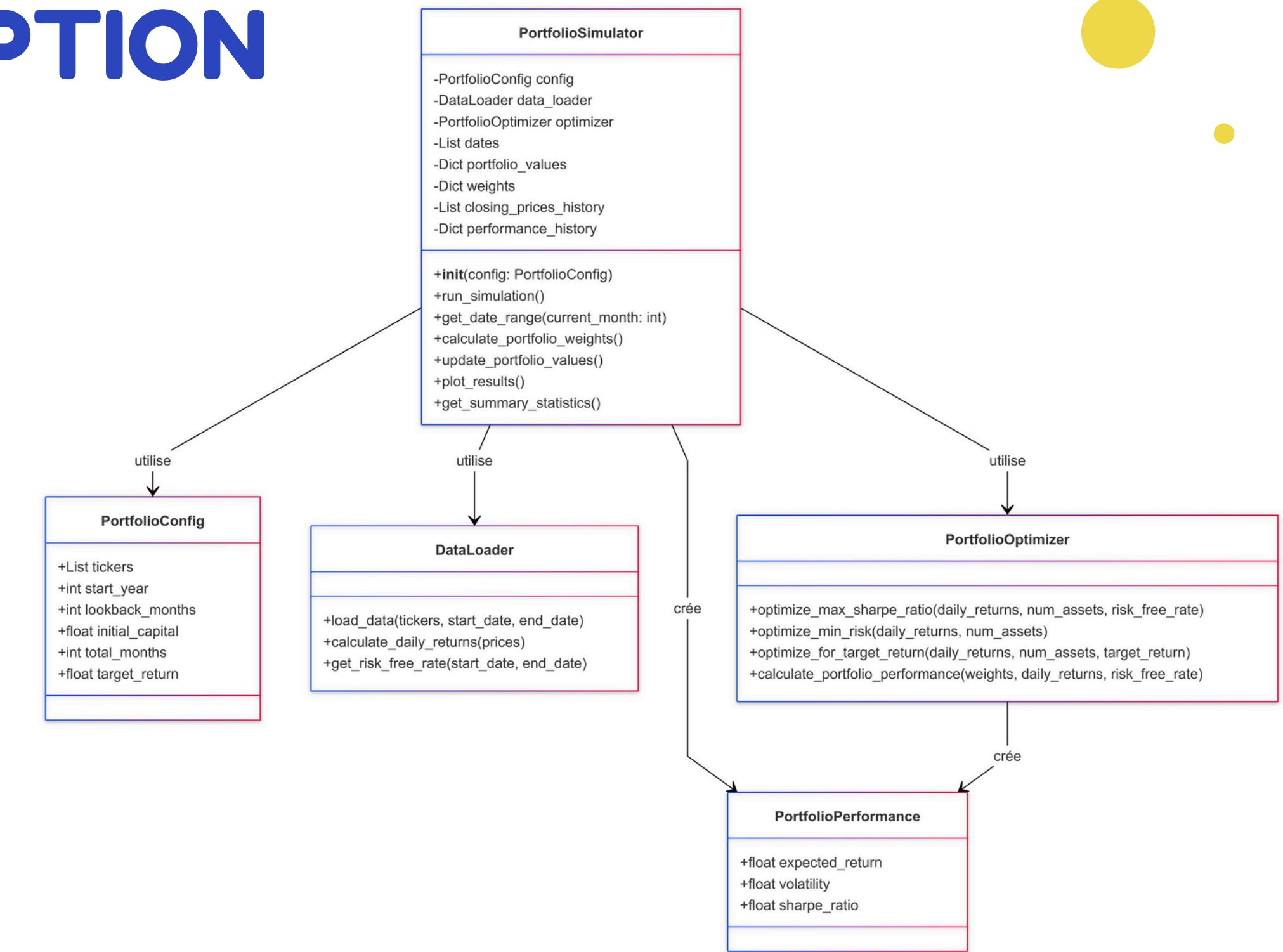
Pourquoi se contenter d'un outil **standard** (payant parfois) quand on peut créer **le nôtre**, parfaitement adapté à nos besoins ?

BACKTEST - CONCEPTION

Résultats du Backtest

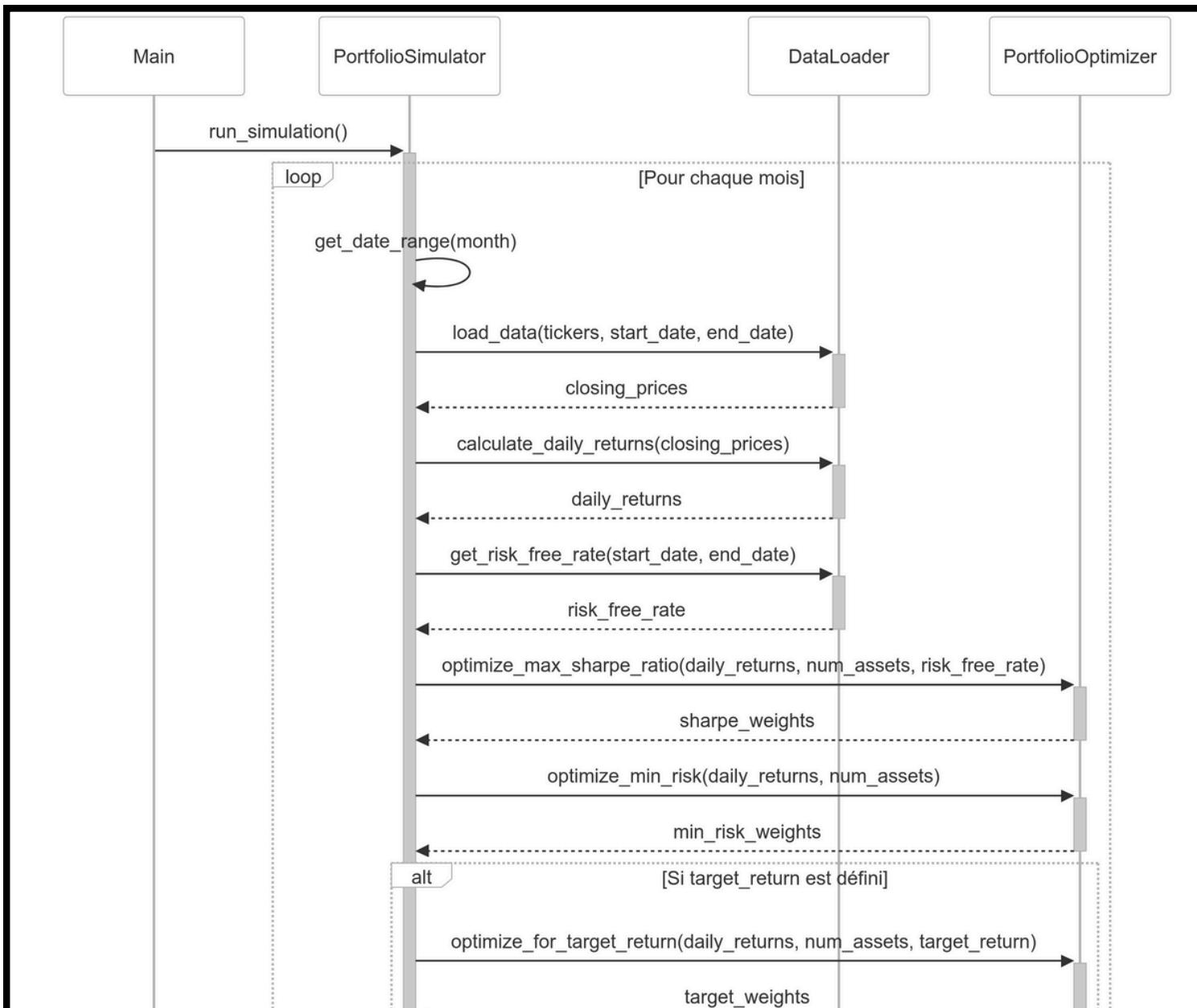
- Valeur Finale
- Rendement Total
- Rendement Annualisé
- Volatilité Annualisée
- Drawdown Maximal
- Ratio de Sharpe
- Ratio de Calmar (plus de détails en rapport)

$$\text{Ratio de Calmar} = \frac{\text{Rendement Annualisé}}{\text{Drawdown Maximal}}$$

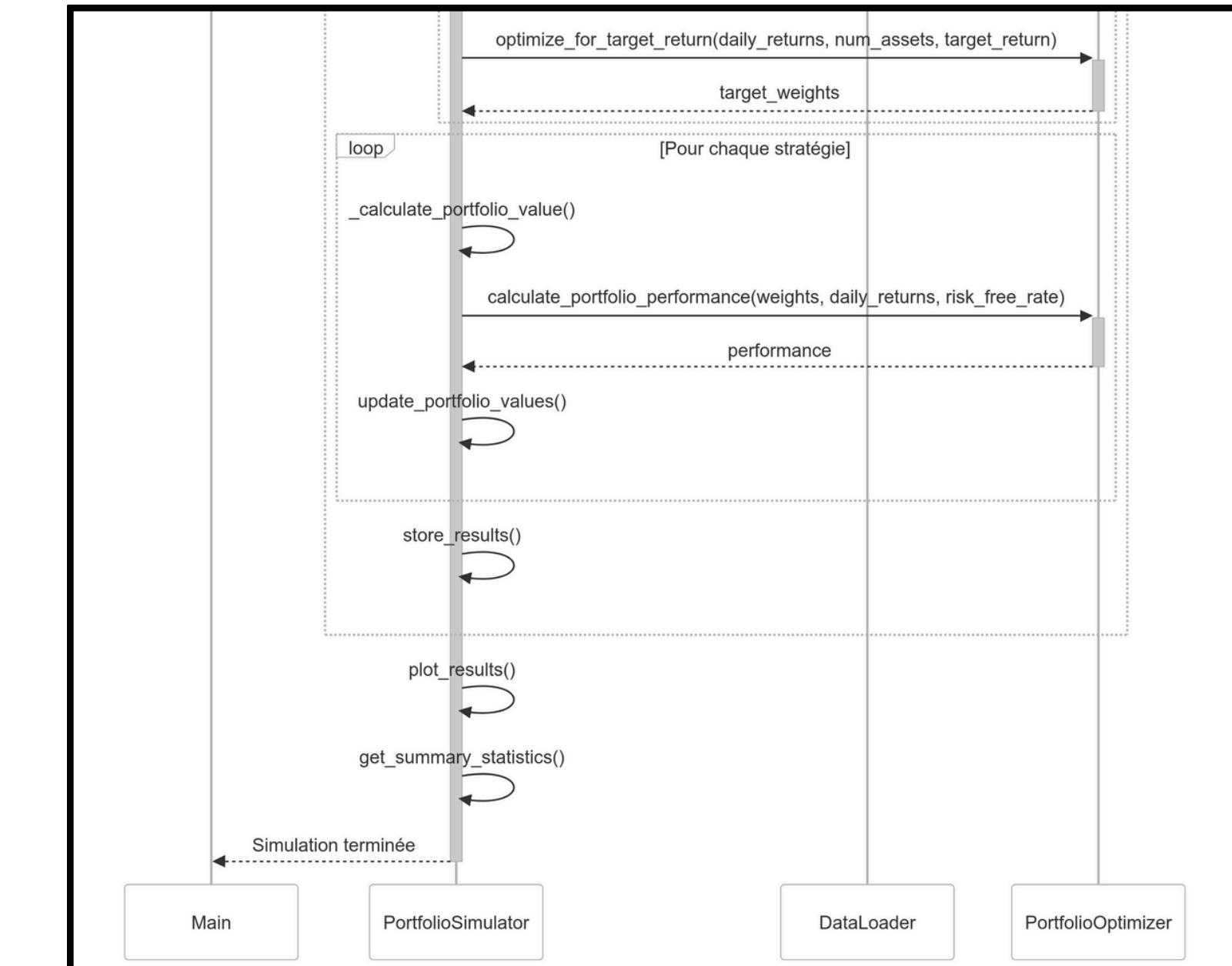


Architecture du système de backtesting

BACKTEST - FONCTIONNEMENT

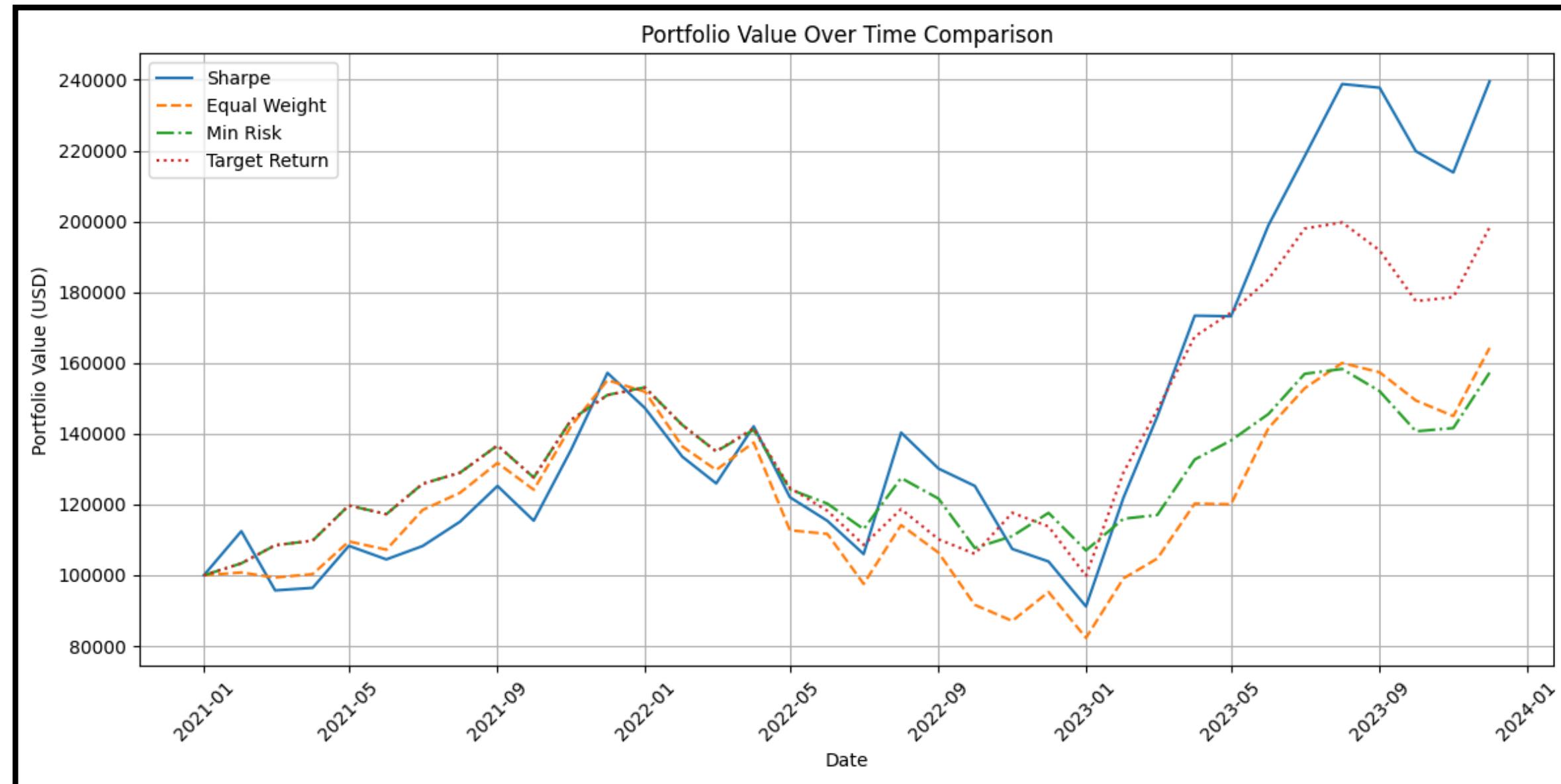


1/2



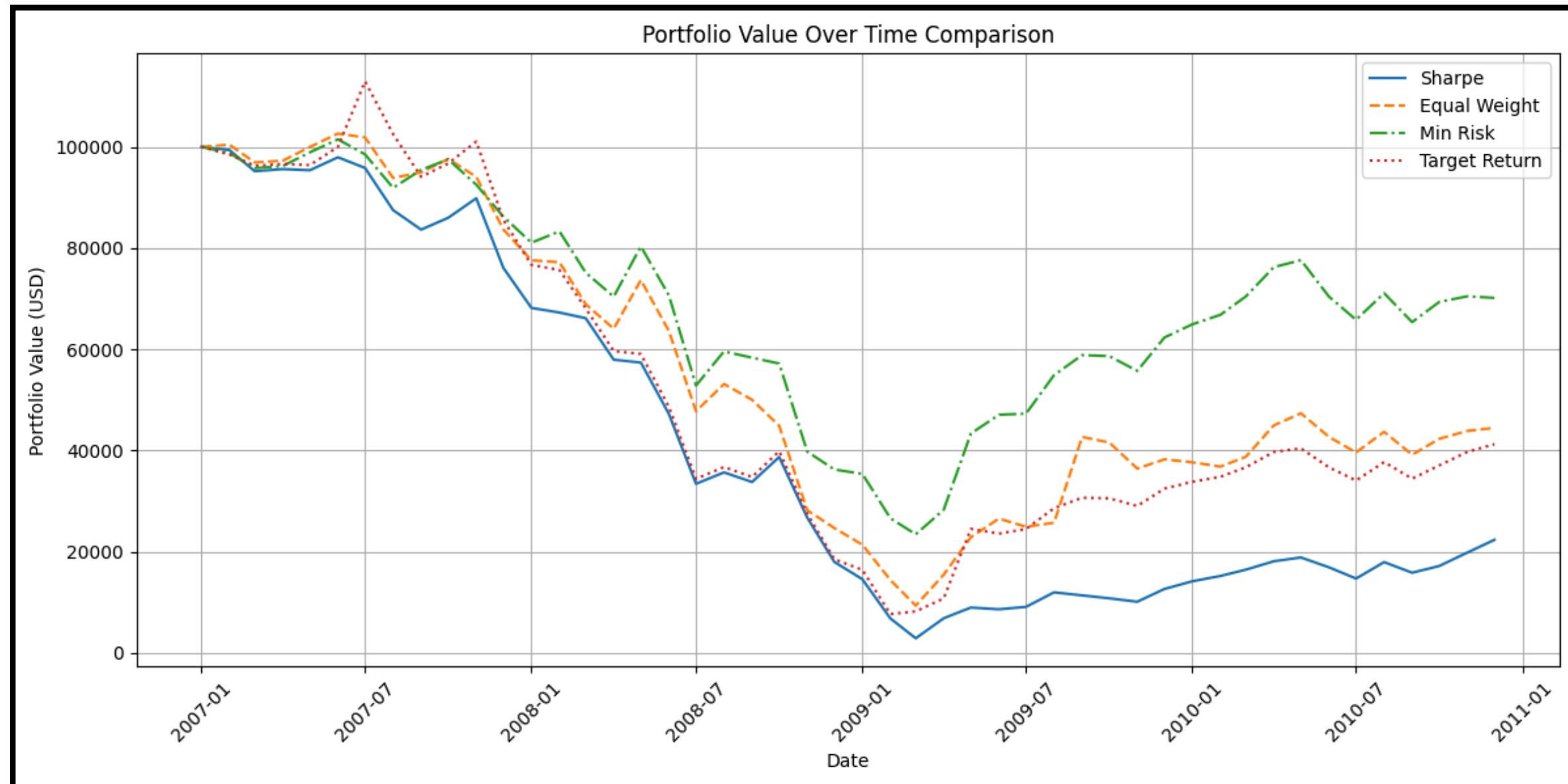
2/2

BACKTEST - UTILISATION



Capital initial de **100 000 \$**, période de rétrospective de **6 mois**, sur une durée totale de **3 ans (36 mois)**. L'investissement couvre les actions de grandes entreprises comme **AAPL, MSFT, GOOGL, AMZN, NVDA, META, TSLA et AMD**, avec un rendement cible fixé pour **MinRiskReturn de 15 %**.

BACKTEST - UTILITÉ DE MIN RISK X CRISE



Capital initial de 100 000 \$, période de rétrospective de 12 mois, sur une durée totale de 4 ans (48 mois). L'investissement couvre des actions de sociétés comme Ford (F), Citigroup (C), Bank of America (BAC), AIG et XLF, avec un rendement cible pour MinRiskReturn de 40 %.

CHOIX D'ACTIFS

Basé sur la performance collective

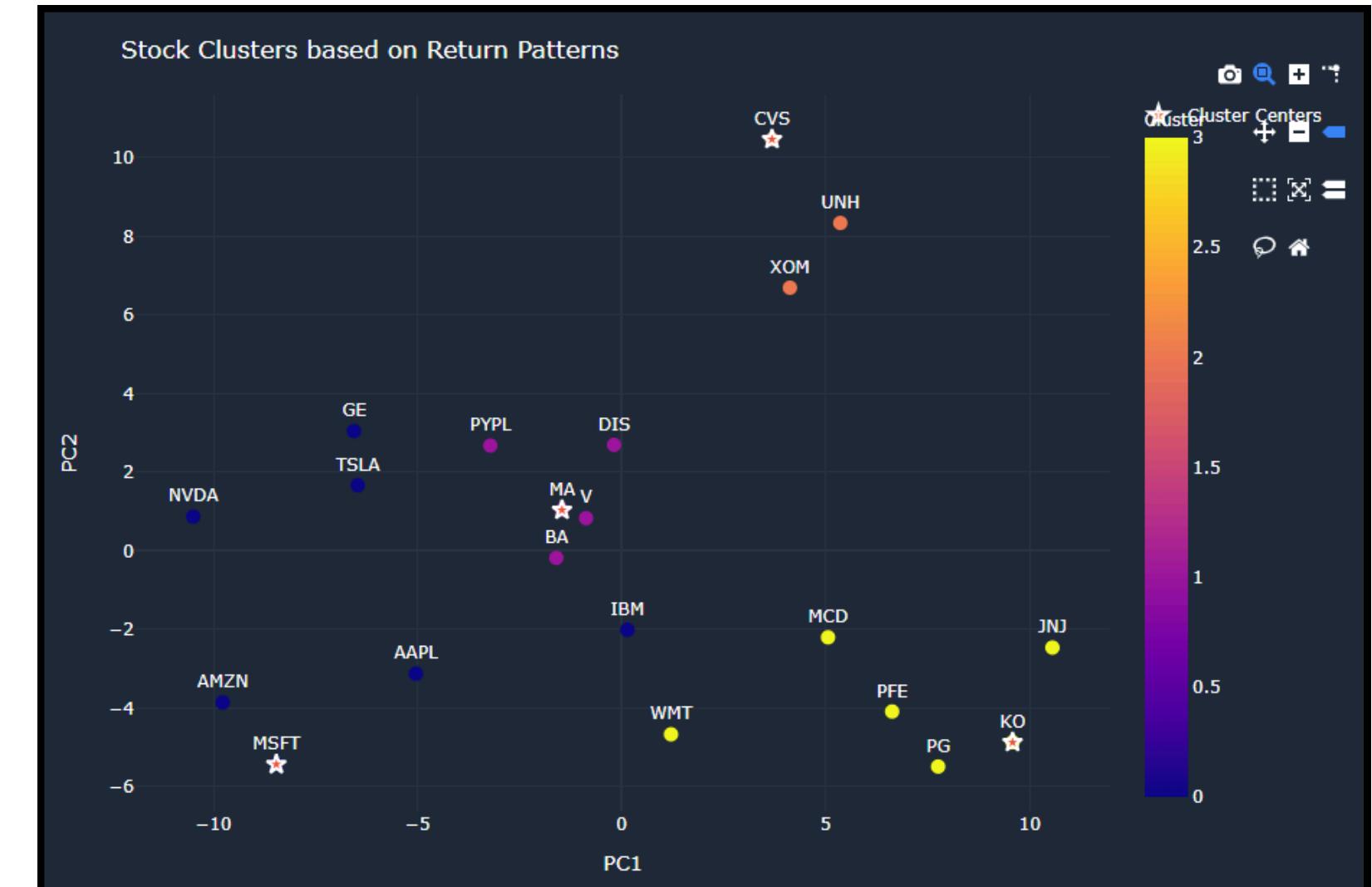
Conseils :

- Ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier.
- Solidité financière des entreprises.
- Maintenir un portefeuille équilibré en fonction de la tolérance au risque.

Travail S6 :

- Clustering des actifs (Affinity propagation) :
 - Utiliser les matrices de corrélation pour regrouper les actifs similaires et améliorer la diversification du portefeuille.
- PCA (Principal Component Analysis) :
 - Réduire la dimensionnalité à 2D pour visualiser les relations entre les actifs et identifier les clusters.

NB : étoile = représentant du cluster



Application de la PCA x Affinity propagation sur un ensemble d'actifs

CHOIX D'ACTIFS

Basé sur la performance individuelle

Sector

Catégorie d'activité économique.

Market Cap

la valeur totale d'une entreprise

ROE, ROA

Rentabilité des fonds propres.

Rentabilité des actifs.

P/E Ratio

Rapport prix/bénéfice de l'action.

Indicateurs financiers

NB : Plus de détails se trouvent dans le rapport.

Dividend Yield

Rendement du dividende annuel.

Beta

Volatilité relative du marché.

Debt/Equity

Ratio dette/capitaux propres.

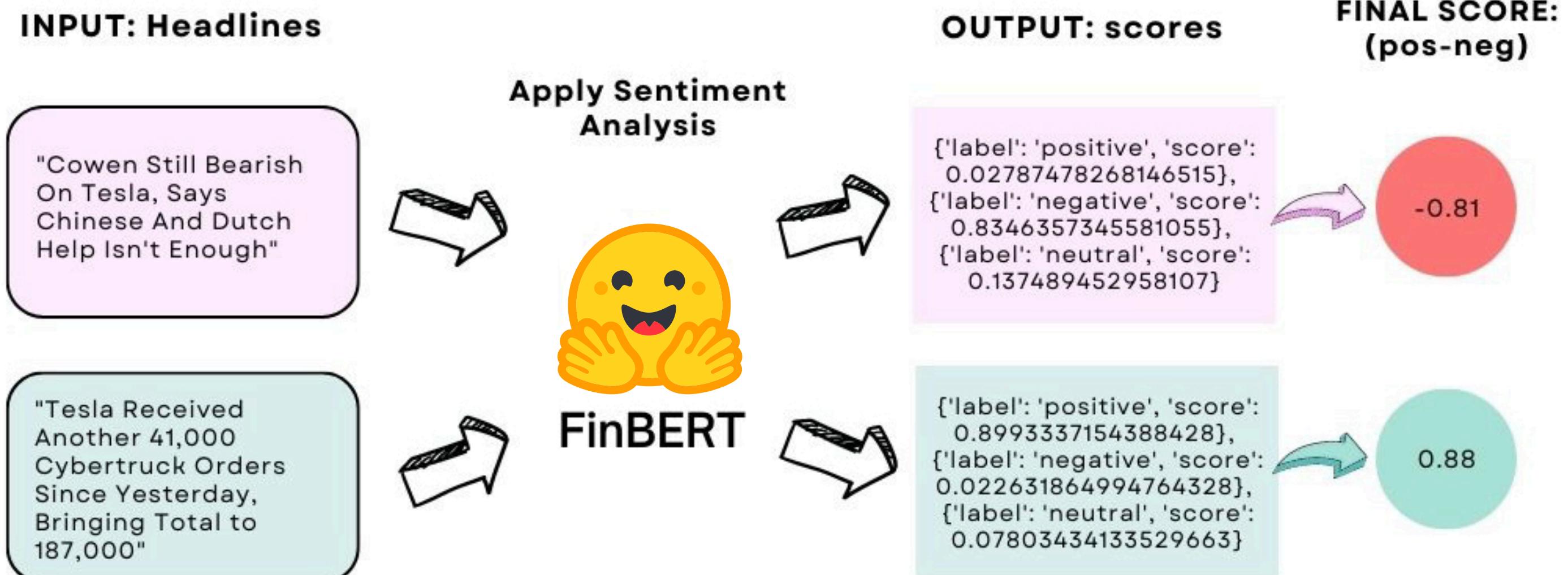


News et Actualité ...



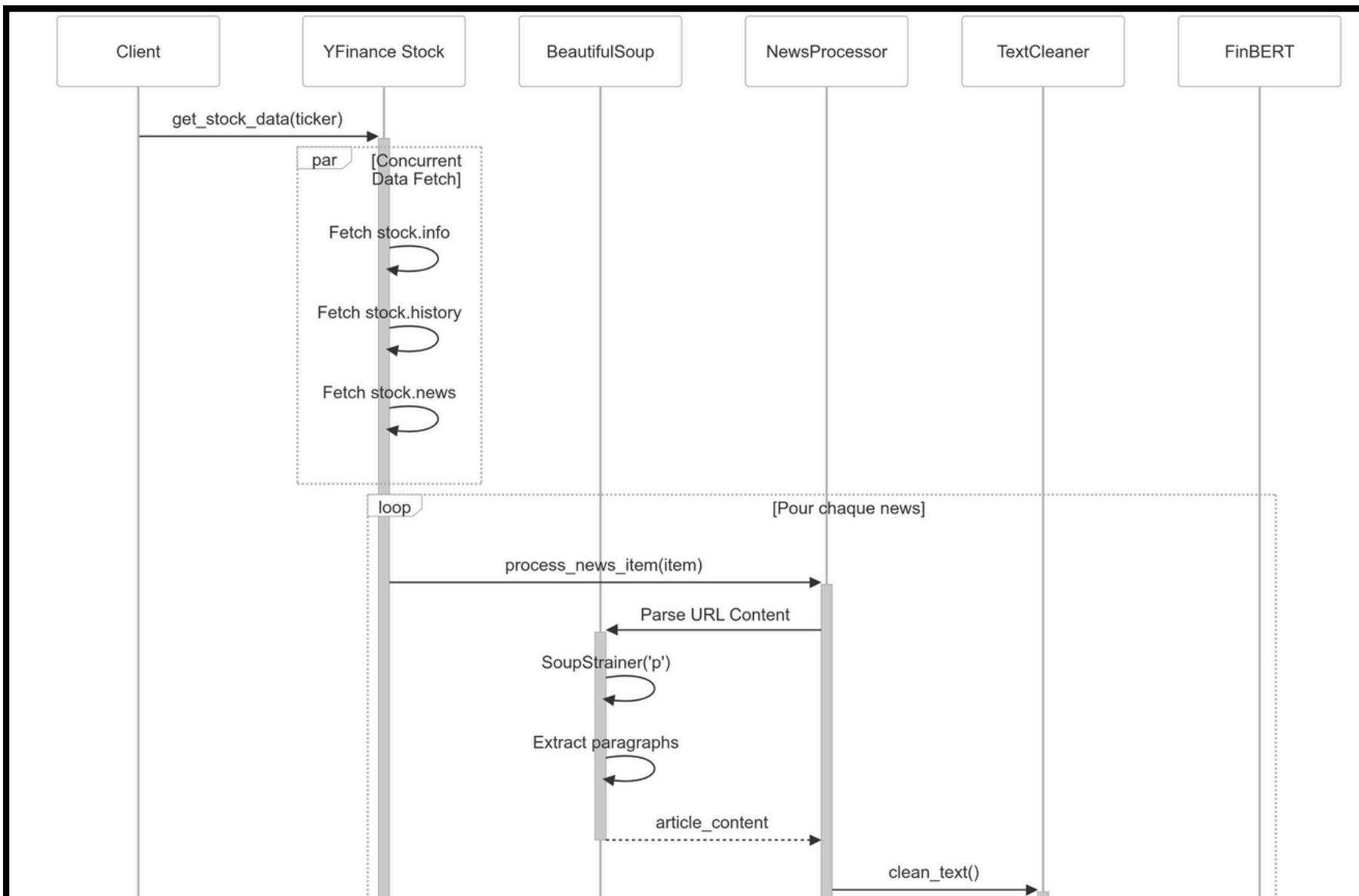
FINBERT - ANALYSE DE SENTIMENTS

un modèle NLP basé sur BERT, spécifiquement conçu pour analyser et comprendre le langage financier, notamment pour la classification de sentiments et l'extraction d'informations financières.

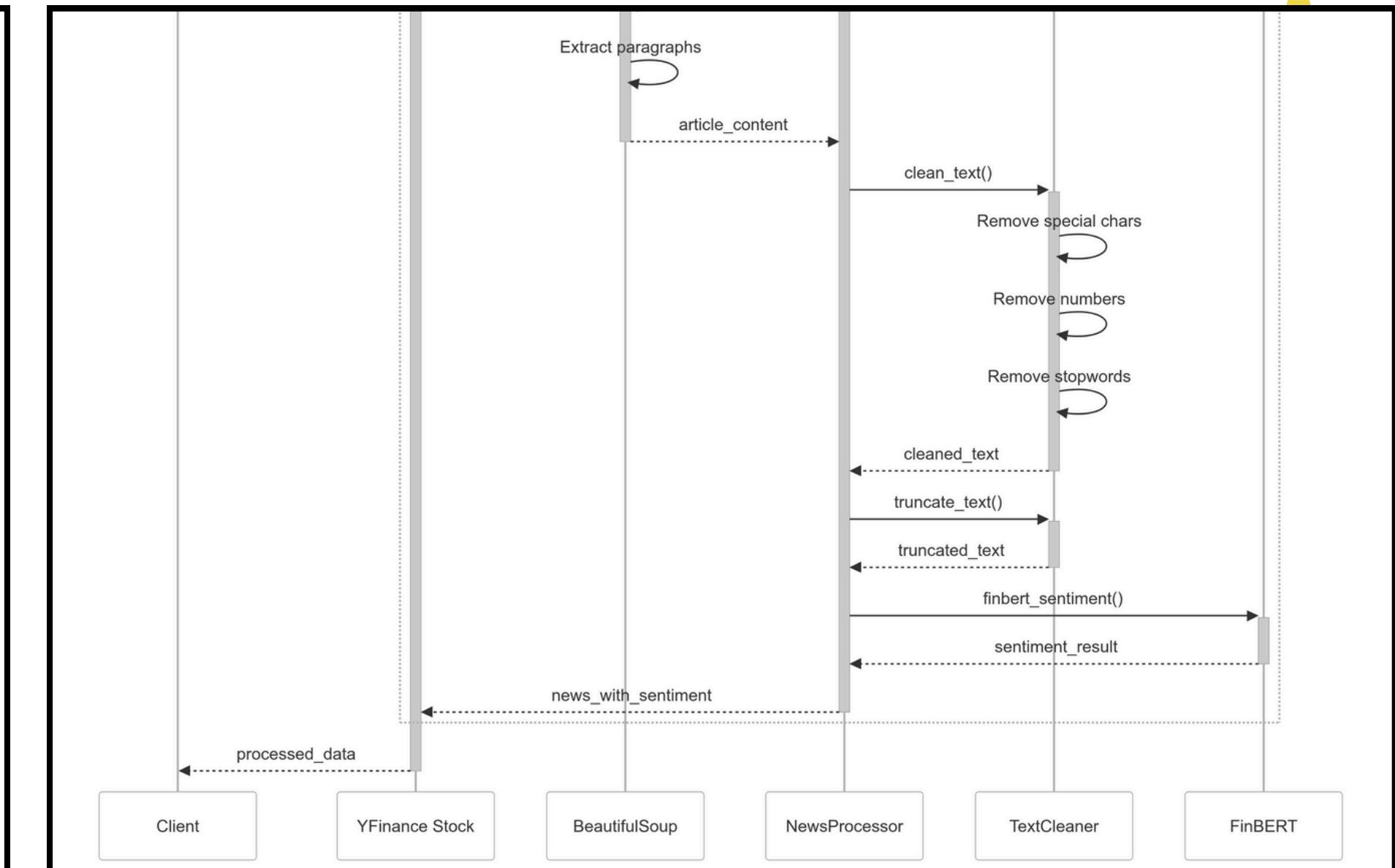


NB: Plus de détails sur la théorie en rapport

ANALYSE DE SENTIMENTS - PIPELINE



1/2



2/2

PRODUIT FINAL - WEBAPP

Tech stack

Front-End

- HTML : Structure de la page web.
- Tailwind CSS : Framework CSS pour la mise en page réactive et la personnalisation rapide de l'interface utilisateur.
- JavaScript : Interactivité et manipulation dynamique des éléments de la page.



tailwindcss

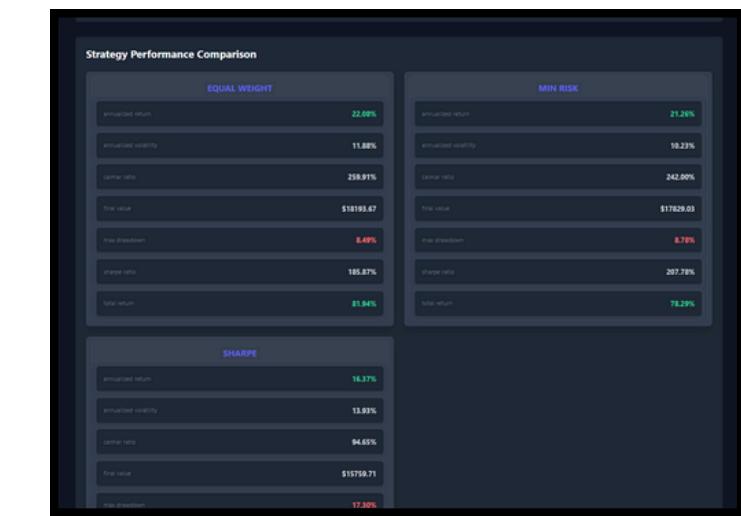
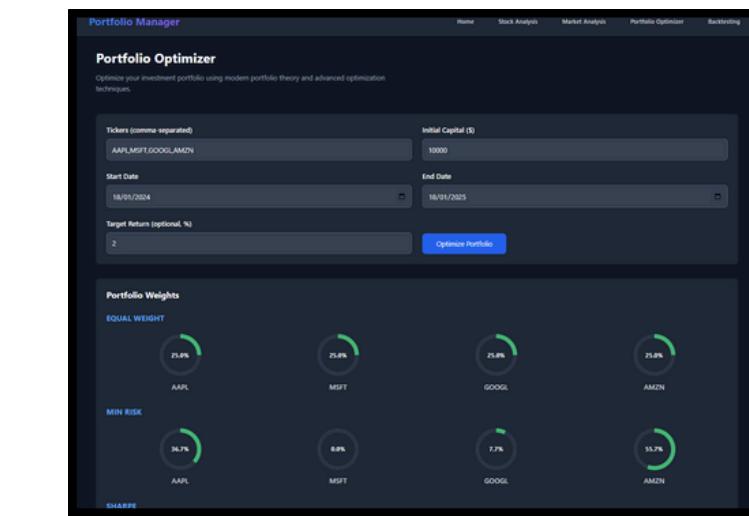
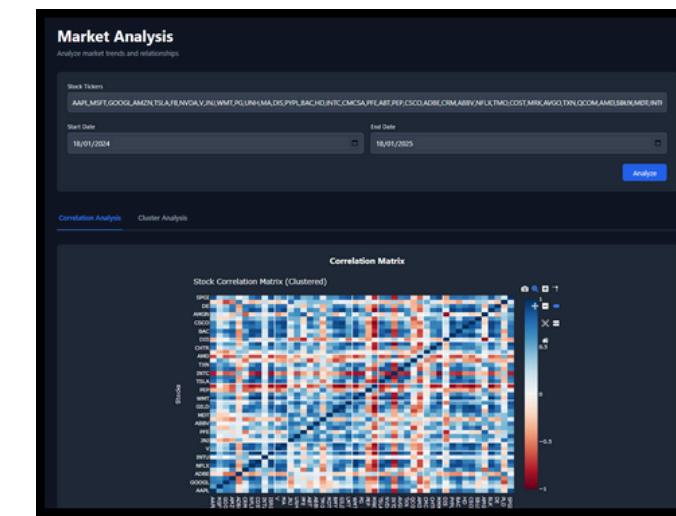
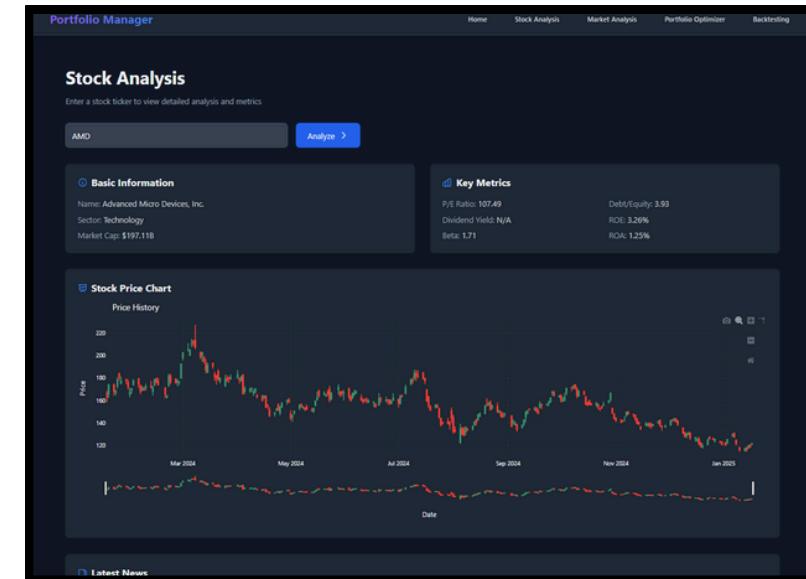
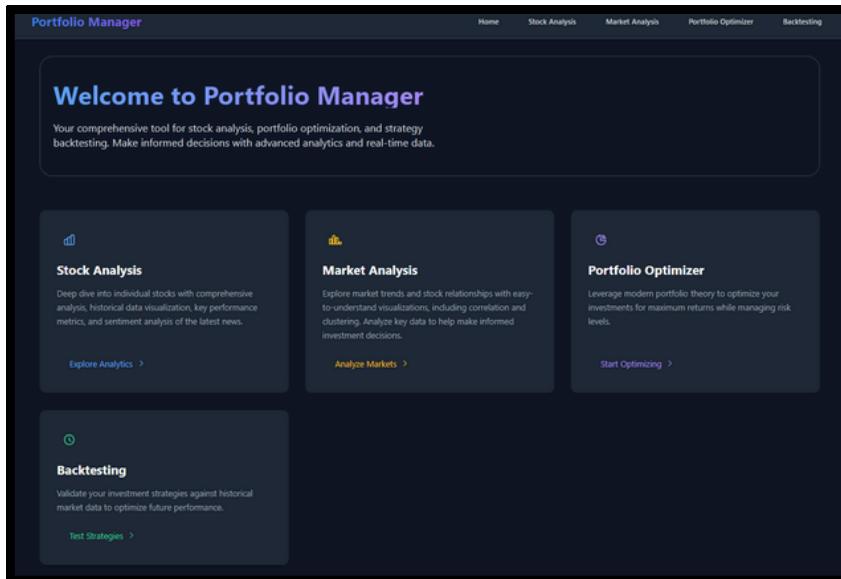


Back-End

- Flask : Framework Python pour le backend, qui gère les routes HTTP et le rendu des templates.
- Jinja2 : Moteur de templates utilisé par Flask pour générer dynamiquement les pages HTML.

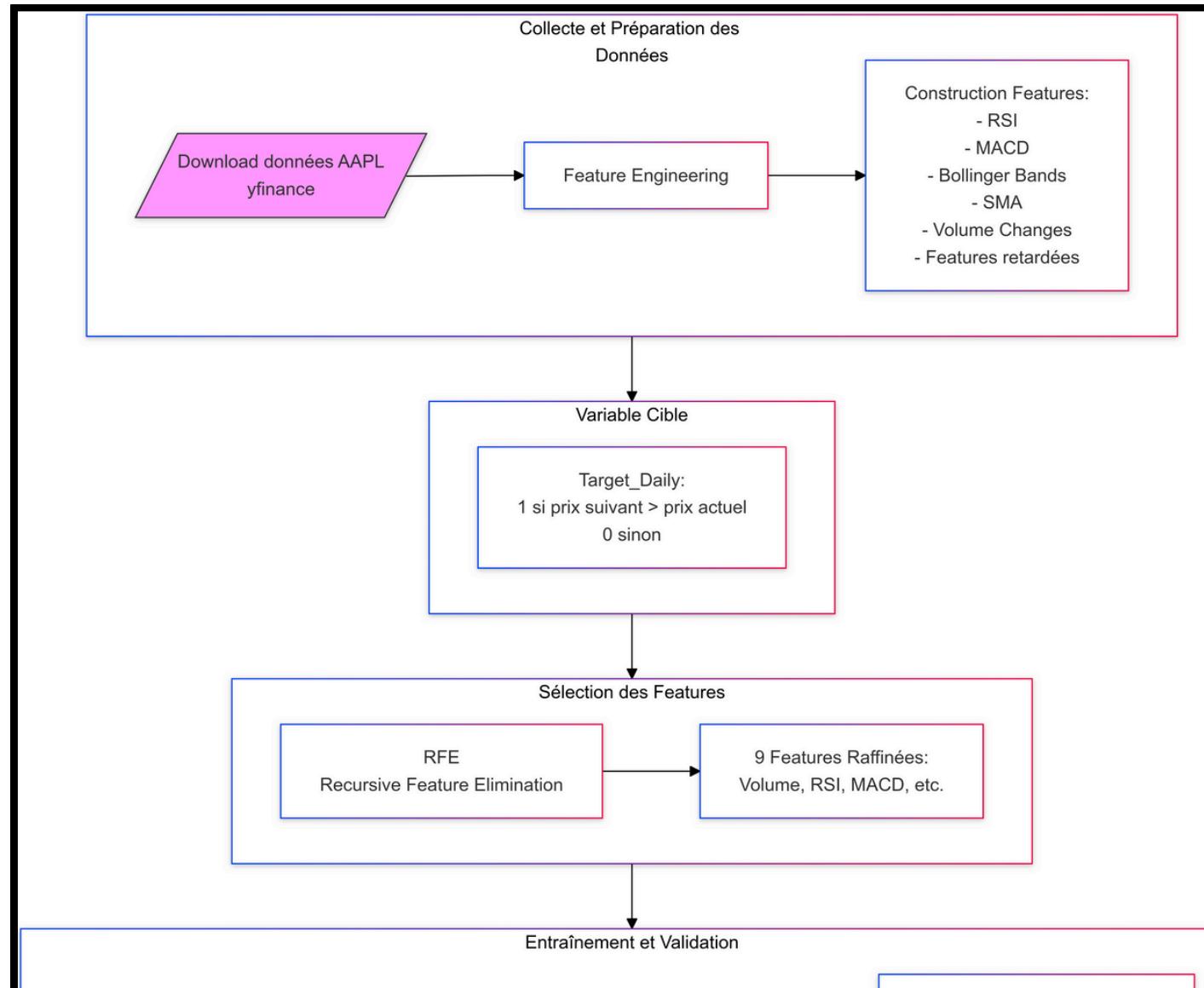


PRODUIT FINAL - WEBAPP

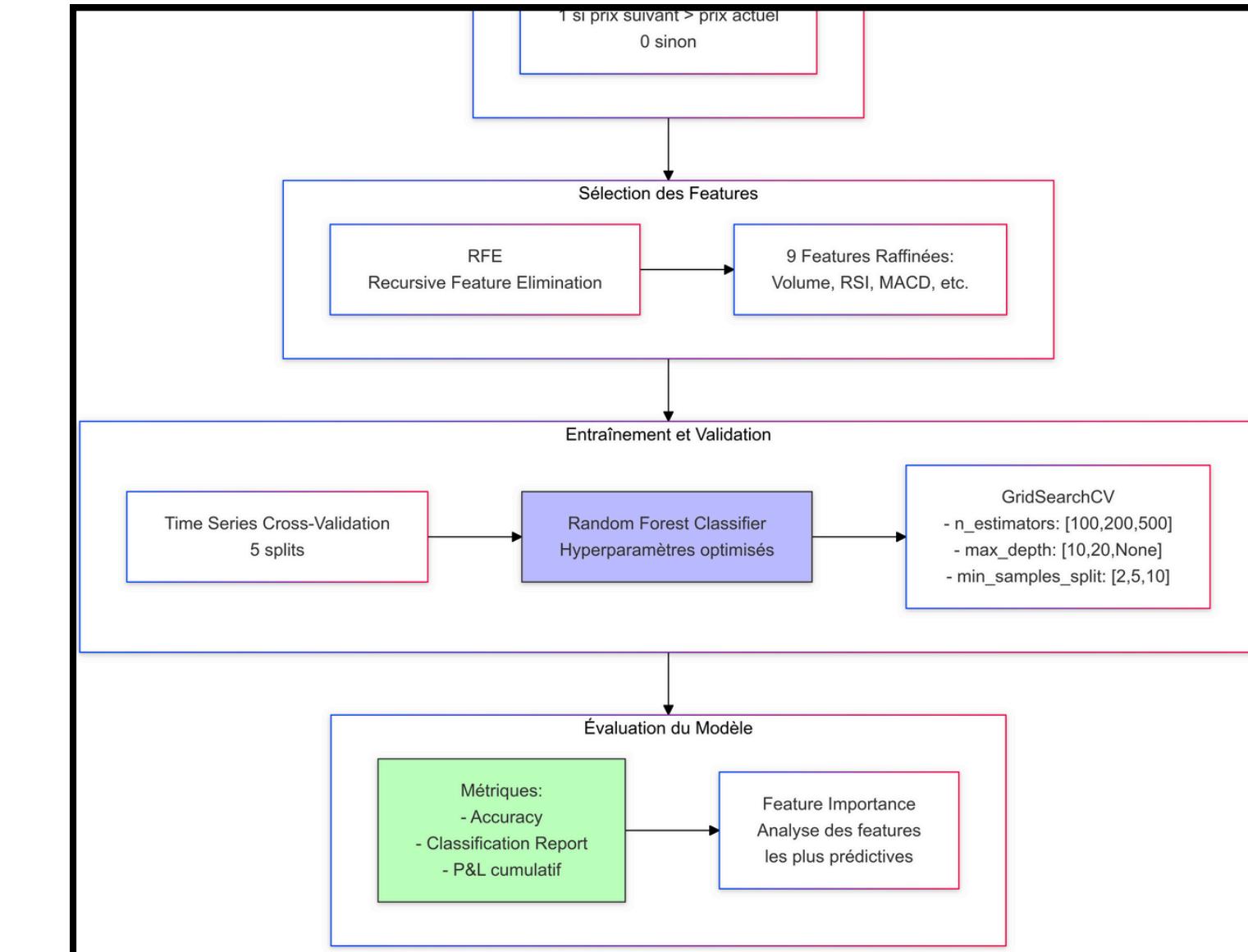


NB: Plus de détails après présentation ou en répertoire GitHub

AUTRE APPROCHE : RANDOM FOREST



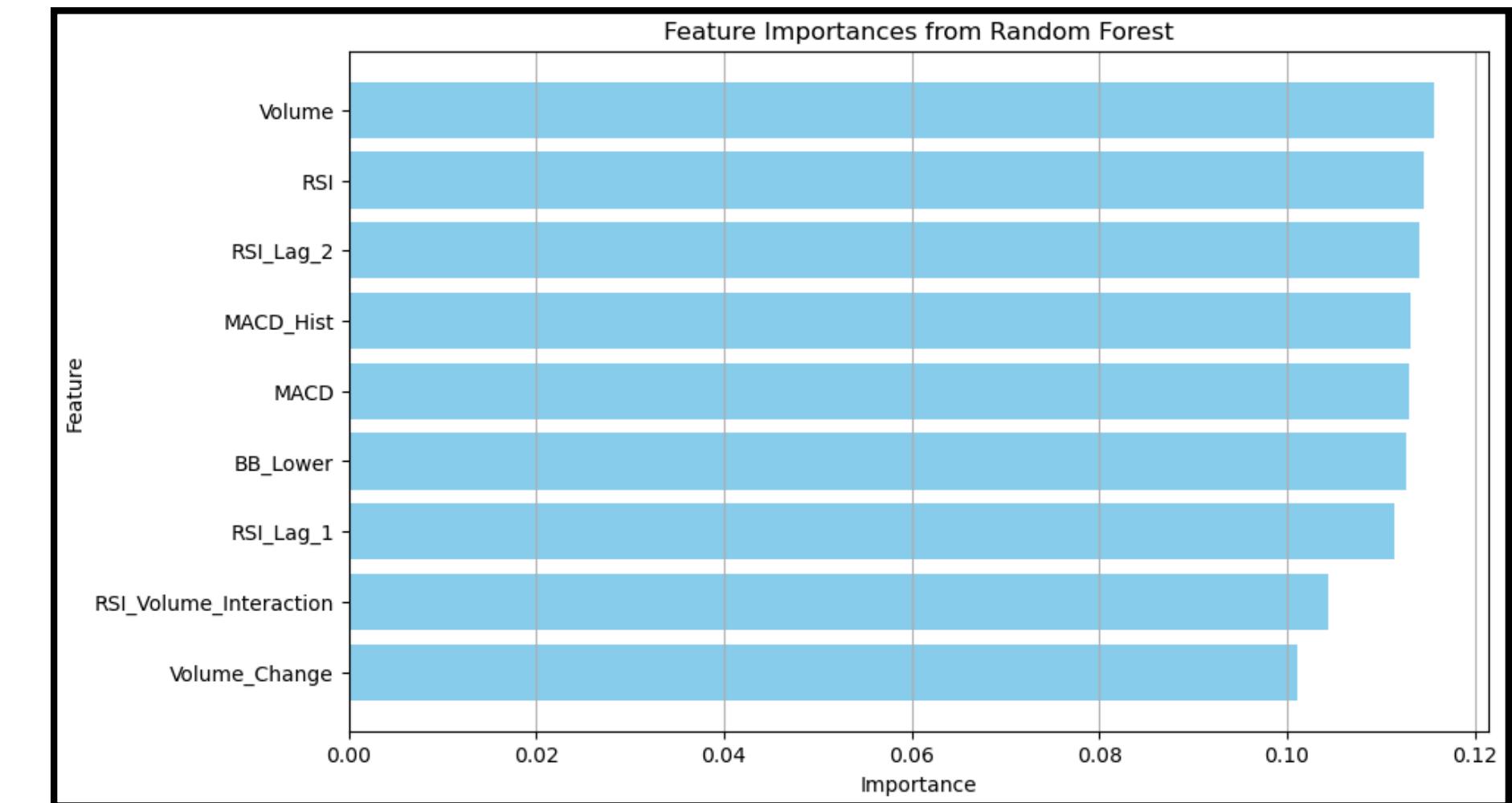
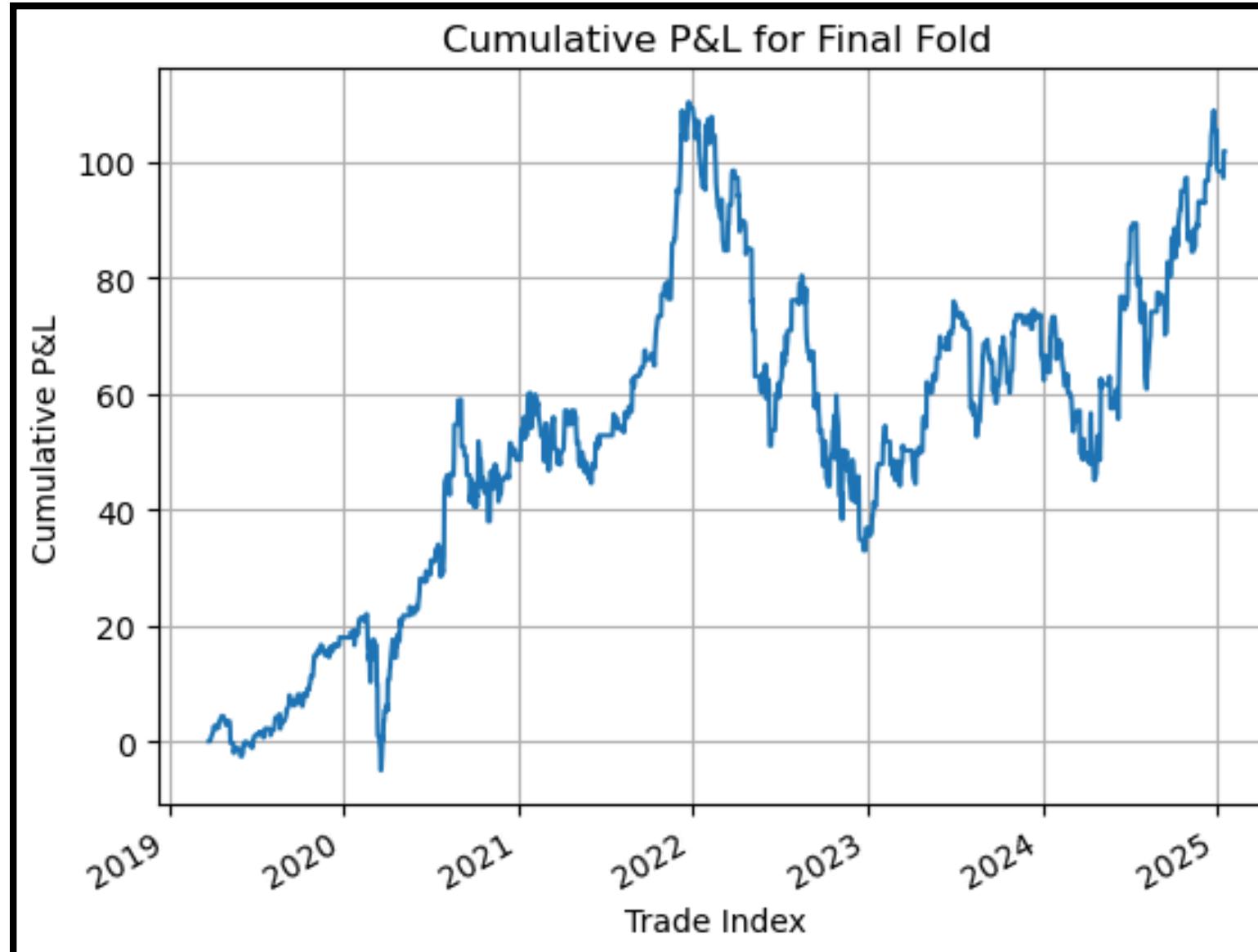
1/2



2/2

NB: Plus de détails sur la théorie en rapport

AUTRE APPROCHE : RANDOM FOREST



NB: Plus de détails sur les résultats en rapport

CONCLUSION

Récapitatif :

- Théorie Moderne de Portefeuille, Optimisation convexe, Backtest, Clustering, Random Forest, Web App, Analyse de sentiments, Indicateurs financiers ...

Autres pistes ou sujets d'amélioration :

- Création d'agent RL (Q-learning) pour automatiser le choix des stratégies de trading.
- Arbitrage statistique : Exploitation des inefficacités du marché via des modèles quantitatifs.
- Black-Litterman ou autres techniques avancées d'allocation de portefeuille.
- Amélioration du Webapp pour enregistrer et suivre les portefeuilles créés.



Merci pour votre attention !!