

Macro Sensitive Analysis of Quantitative Investment Strategies

Alexandre Remiat - Jules Mourgues Haroche - Walid Boudounit

1. Introduction et Contexte

Description du projet :

Ce projet vise à développer un outil de backtesting capable d'évaluer et comparer deux stratégies quantitatives – **Value** et **Momentum** – en mesurant leurs indicateurs de performance (ratio de Sharpe, volatilité, rendement annualisé) sur différentes phases des cycles économiques aux États-Unis. L'analyse se fonde sur un univers d'actions américaines (disponible depuis 1985) et se concentre sur la sensibilité des stratégies aux variations macroéconomiques (récession/expansion et phases d'inflation).

Objectif principal :

- **Évaluation comparative** : Comparer les stratégies Value et Momentum durant des périodes de récession et d'expansion, ainsi qu'en phases « Inflation-Up » et « Inflation-Down ».
- **Analyse macroéconomique** : Étudier l'impact des cycles économiques définis par le NBER et des périodes d'inflation sur la performance des stratégies.

Contexte et utilisateurs :

- **Contexte** : Analyse quantitative appliquée aux marchés financiers dans un cadre académique et de recherche en finance.
- **Utilisateurs finaux** : Nous.

Périmètre :

- **Données et univers** : Utilisation d'un CSV regroupant des données de prix historiques d'actions américaines, récupéré de yahoo finance avec un code python, notre univers se compose de 341 actifs avec un historique de prix datant de 1985.
- **Cycles économiques** :
 - *Récessions* (selon NBER) : Juillet–Octobre 1990 ; Avril–Novembre 2001 ; Décembre 2007–Juin 2009 ; Février–Avril 2020.
 - *Expansions* : Octobre 1990–Avril 2001 ; Novembre 2001–Décembre 2007 ; Juin 2009–Février 2020 ; Avril 2020–Décembre 2023.
- **Phases d'inflation** :
 - Inflation-Up (période estimée graphiquement) : Avril 1998 – Mars 2000 ; Mai 2002 – Mars 2003 ; Février 2004 – Septembre 2005 ; Novembre 2006 – Août 2008 ; Juillet 2009 – Décembre 2009 ; Novembre 2010 – Septembre 2011 ; Avril 2015 – Juillet 2018 ; Avril 2020 – Juin 2020.
 - Inflation-Down : Novembre 1990 – Avril 1998 ; Mars 2000 – Mai 2002 ; Mars 2003 – Février 2004 ; Septembre 2005 – Novembre 2006 ; Août 2008 – Juillet 2009 ; Décembre 2009 – Novembre 2010 ; Septembre 2011 – Avril 2015 ; Juillet 2018 – Avril 2020.

Références théoriques :

- « Value and Momentum Everywhere » – Asness, Moskowitz, Pedersen (2013).
 - « Time Series Momentum » – Moskowitz, Ooi, Pedersen (2012).
-

2. Expression fonctionnelle du besoin

Dans cette partie, chaque fonction de l'outil est définie avec son objectif précis, ses critères de réussite et ses contraintes :

Fonctionnalité 1 : Chargement et Stockage des Données Historiques

- **Nom** : Importation et gestion des données financières
- **Objectif** :
 - Charger les données de prix historiques depuis un fichier CSV (format « yyyy-MM-dd HH:mm:ssK » pour la date et colonnes pour chaque actif).
 - Stocker ces données dans une structure de type dictionnaire (Date → [ticker → prix]) pour une manipulation aisée.
- **Critères de réussite** :
 - Lecture correcte du fichier sans erreur de format.
 - Filtrage et segmentation possibles en fonction d'un intervalle de dates.
- **Contraintes/Flexibilité** :
 - Supporter un univers de données couvrant 1985 à 2024.
 - Gérer les cas d'erreurs (lignes vides ou mal formatées) et afficher des messages d'alerte.

Fonctionnalité 2 : Calcul des Séries de Rendements

- **Nom** : Calcul des log-returns des actifs
- **Objectif** :
 - Générer, pour chaque date, les rendements logarithmiques en comparant les prix d'un jour à ceux du jour précédent.
- **Critères de réussite** :
 - Calcul réalisé uniquement pour les dates avec données consécutives valides.
 - Exclusion des valeurs non numériques ou des cas où les prix sont invalides (inférieurs ou égaux à zéro).
- **Contraintes/Flexibilité** :
 - Utiliser la méthode CalculateLogReturns() pour produire un dictionnaire (Date → [ticker → log-return]).
 - S'assurer que le calcul ne se fait que lorsque la donnée précédente est disponible.

Fonctionnalité 3 : Définition et Application des Stratégies d'Investissement

Stratégie Momentum

- **Nom** : Application de la stratégie Momentum
- **Objectif** :
 - Sélectionner et pondérer les actifs en fonction de leurs rendements récents (calculé sur 12 mois moins le dernier mois).
 - Acheter les 10 actifs les mieux performants et vendre à découvert les 10 moins performants.
- **Critères de réussite** :
 - Calcul du rendement en pourcentage des 12 derniers mois sans prendre le dernier mois pour chaque actif.
 - Attribution des pondérations (positives pour les meilleurs, négatives pour les pires) et normalisation pour que la somme des valeurs absolues soit égale à 1.

$$\text{Momentum}_{12-1} = \frac{P_{t-1} - P_{t-12}}{P_{t-12}}$$

- avec P_{t-1} représente le prix à la fin du mois précédent, P_{t-12} représente le prix à la fin du douzième mois précédent.
- **Contraintes/Flexibilité :**
 - Gestion des cas où les données de 1 ans antérieures sont manquantes ou insuffisantes.
 - Possibilité d'ajuster le seuil de sélection et la période de calcul des rendements.

Stratégie Value

- **Nom :** Application de la stratégie Value
- **Objectif :**
 - Identifier les actions sous-évaluées en comparant le prix actuel à celui d'il y a 5 ans.
 - Acheter les 10 actifs ayant le coefficient le plus faible et vendre à découvert les 10 ayant le coefficient le plus élevé.
- **Critères de réussite :**
 - Calcul du coefficient selon la formule : $\text{coeff} = P_t / P_{t-5\text{ans}}$.
 - Attribution des pondérations (positives pour les meilleurs, négatives pour les pires) et normalisation pour que la somme des valeurs absolues soit égale à 1.
- **Contraintes/Flexibilité :**
 - Gestion des cas où les données de 5 ans antérieures sont manquantes ou insuffisantes.
 - Possibilité d'ajuster le seuil de sélection et la période de calcul des rendements.

Fonctionnalité 4 : Simulation du Backtest et Rebalancement

- **Nom :** Exécution du backtest en Walk-Forward
- **Objectif :**
 - Orchestrer l'ensemble des traitements : filtrage des données, calcul des pondérations, mise à jour quotidienne du portefeuille et rebalancement périodique (mensuel).
- **Critères de réussite :**
 - Simulation fidèle de l'évolution du portefeuille en appliquant les log-returns et les pondérations calculées.
 - Rebalancement à des dates précises (le premier jour de chaque mois).
- **Contraintes/Flexibilité :**
 - Gestion d'erreurs en cas d'absence de données sur une période donnée.
 - Biais du survivant dans notre analyse

Fonctionnalité 5 : Calcul et Reporting des Performances

- **Nom :** Calcul des indicateurs de performance et reporting
- **Objectif :**
 - Calculer des métriques clés (ratio de Sharpe, volatilité annualisée, rendement annualisé, rendement total) à partir de l'évolution du portefeuille.
 - Générer des graphiques et exporter les résultats dans un fichier CSV.
- **Critères de réussite :**
 - Formules de calcul correctement appliquées et indicateurs affichés.
 - Graphiques (courbes de performance, histogrammes, scatter plots) et CSV sauvegardés dans les répertoires définis.
- **Contraintes/Flexibilité :**
 - Utilisation de la librairie ScottPlot pour la visualisation.
 - Possibilité de modifier les paramètres de calcul (taux sans risque).

3. Solutions Techniques et Enchaînement des Traitements

Architecture globale :

- **Module Data (Database) :**
 - Chargement, filtrage et segmentation des données historiques.
- **Module Stratégies (StrategyBase, MomentumStrategy, ValueStrategy) :**
 - Calcul des pondérations selon des critères spécifiques (rendements récents ou coefficients de valorisation).
- **Module Backtest :**
 - Simulation du portefeuille avec rebalancements périodiques, application des log-returns et calcul des indicateurs de performance.
- **Module Reporting (Results, Plotter) :**
 - Analyse statistique et génération de graphiques et fichiers CSV.

Flux de traitement :

1. **Importation des données** via *Database* (CSV depuis SEC/Yahoo Finance).
2. **Calcul des log-returns** pour chaque actif.
3. **Segmentation** des données en fonction des cycles économiques et phases d'inflation, définis précisément dans le projet.
4. **Application des stratégies** (Value et Momentum) pour générer des pondérations.
5. **Simulation du portefeuille** via la classe *Backtest* (rebalancements mensuels et calcul en daily).
6. **Calcul des métriques de performance** et génération de graphiques avec *Results* et *Plotter*.
7. **Comparaison des stratégies** entre elles dans chaque phase (récession, expansion, inflation-up, inflation-down).

4. Planification, Livrables et Répartition des Tâches

Répartition et Estimation (30h) :

- **Développement du module Data et préparation des données :** ~20%
- **Implémentation des stratégies et simulation de portefeuille :** ~40%
- **Calcul des indicateurs et reporting graphique/CSV :** ~20%
- **Documentation, tests unitaires et guide utilisateur :** ~20%

Délais :

- Livraison finale : 29 mars 2025

Livrables attendus :

- Cahier des charges détaillé (document actuel).
- Code source complet et commenté (incluant classes *Database*, *StrategyBase*, *Backtest*, *Results*, *Plotter*).
- Documentation technique (résultats des tests unitaires et de performance).
- Analyse synthétique sous forme de graphiques et tableaux comparatifs.