

Portfolio Optimization

Christian Abou Hamad, Dorian Delacour,
Theodore Gourgues-Nassans, Carl Handouka, Lucien Pena

June 2025

Summary

1 Introduction

2 Goals

3 Data calibration

4 Results

5 Conclusion

Introduction



How to allocate capital among multiple assets ?

Introduction

Ideal Portfolio :

- **Low Risk** (Low variance)
- **Good returns** (High expected returns)

Parameters to consider :

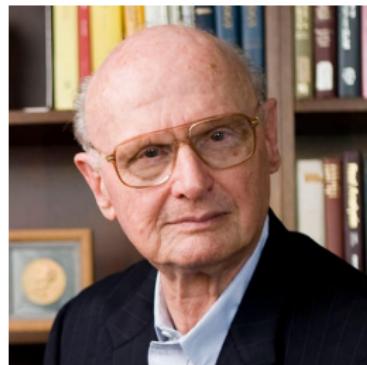
- Correlations between the crypto-assets (covariance matrix)
- Returns of the assets (expected returns)



Introduction

$$\min_w \quad \frac{1}{2} w^\top \Sigma w - \gamma w^\top \mu \quad \text{with constraints} \quad w^\top 1 = 1, \quad w_i \geq 0 \quad \forall i, \quad D(w) > 0.7$$

- w : weights of the portfolio
- Σ : covariance matrix of asset returns
- μ : expected returns vector
- γ : risk aversion coefficient
- $D(w)$: diversification score

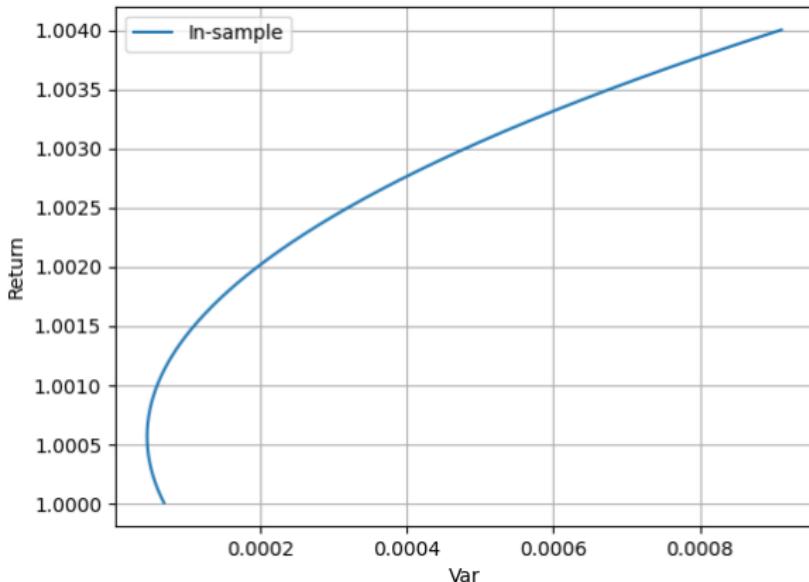


Harry Markowitz
Nobel 1990

Limits of the method :

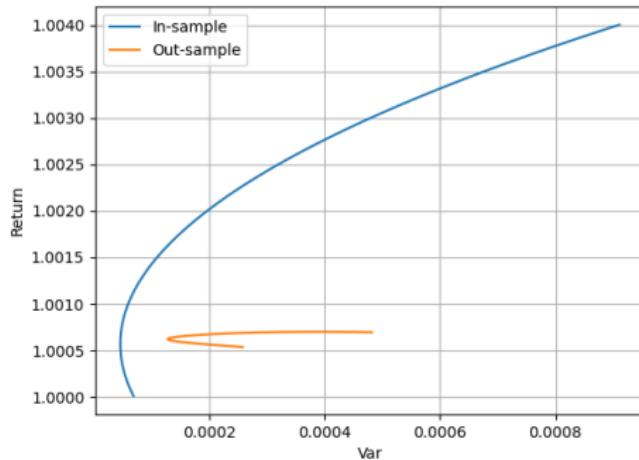
- Σ instable \rightarrow assumed constant over a short time frame
- Σ eventually singular $\rightarrow T \gg N$
- Estimation of $\Sigma \rightarrow$ **main subject**

Estimation of Σ via QIS



Estimation of Σ via QIS

Backtest of the efficient frontier



→ Estimation of Σ_{QIS} could be better

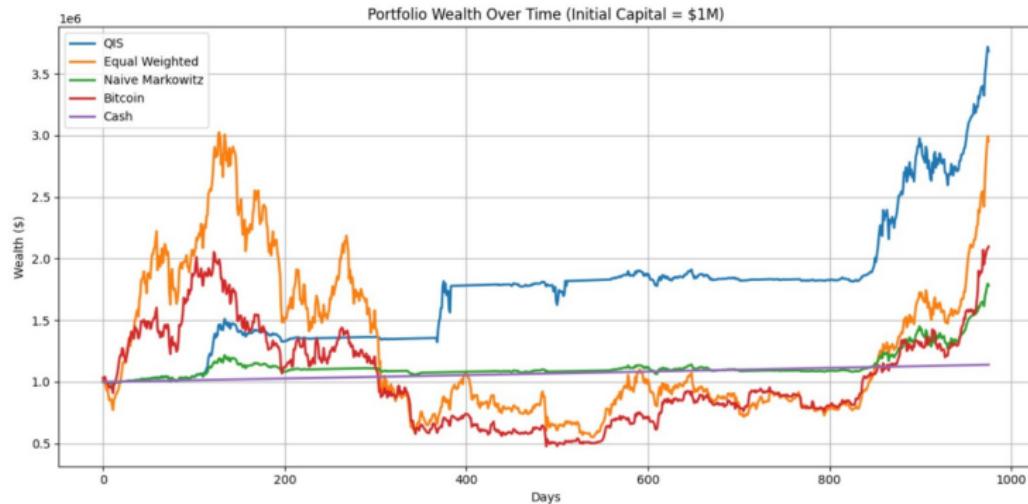
Goals

- Build the best MVP based on INSample data
- Set up an effective backtesting strategy
- Analyze the performances of the portfolios
- Compare the chosen investing strategy to classical strategies

Données utilisées

- 2010 – 2022 (**In-sample**), 2022 – 2025 (**Out-sample**)
- **Fenêtre glissante de 120 jours**
 - À chaque pas : uniquement les actions sans données manquantes
 - **Paquets aléatoires** de 20 actions (sans duplication)
- Injection de “before” (100 jours) et “after” (20 jours)
- $\sim 900k$ matrices In-sample, $\sim 200k$ Out-sample

Results



Comparison of wealth over time

Résultats



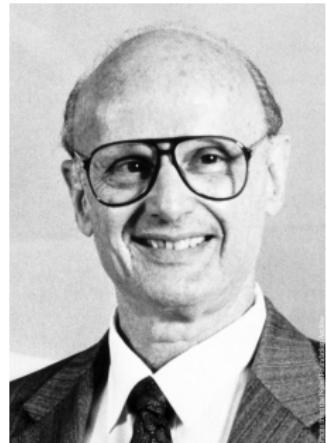
Performance du réseau de neurones comparé au SP500

Conclusion – Récap

Exploration de la *théorie de Markowitz* :

- **Limites structurelles**
- Nécessité d'estimer la matrice de covariance
- **Backtest** pour des méthodes analytiques

→ Résultats perfectibles

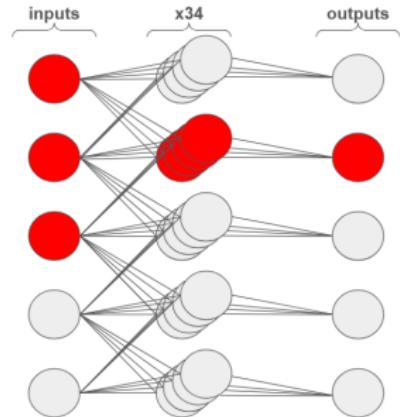


Harry Markowitz
Nobel 1990

Machine Learning :

- Modélisation spectrale
- Conception d'une architecture
- Implémentation
- Création de data
- Backtest

→ Résultats concluants



Conclusion – Discussion

- Prise en compte des frais de courtage
- Prédiction des vecteurs propres
- Paufiner l'architecture du réseau
- Adapter à différentes dynamiques de marché
- Prolonger à plus d'actifs (matières premières, immobilier...)

Conclusion – Valeur ajoutée

- Analyse de la théorie de Markowitz
 - **Mise en lumière des faiblesses afin les contourner**
- Élaboration d'une méthode pour optimiser un portefeuille
 - **Permet aux investisseurs d'optimiser leurs investissements**
- Mise en place d'algorithmes de backtest complet
 - **S'assurer de la performance d'une stratégie**
- Création d'un réseau de neurones reposant sur une théorie originale
 - **Méthode peu répandue donc performante**

Thank you for your attention