

# 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 :

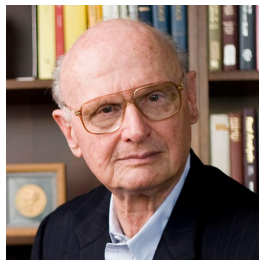
- Correlations between the crypto-assets (covariance matrix)
- Returns of the assets (expected returns)



# Introduction

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

- $w$  : weights of the portfolio
- $\Sigma$  : covariance matrix of asset returns
- $\mu$  : expected returns vector
- $\gamma$  : risk aversion coefficient
- $D(w)$  : diversification score

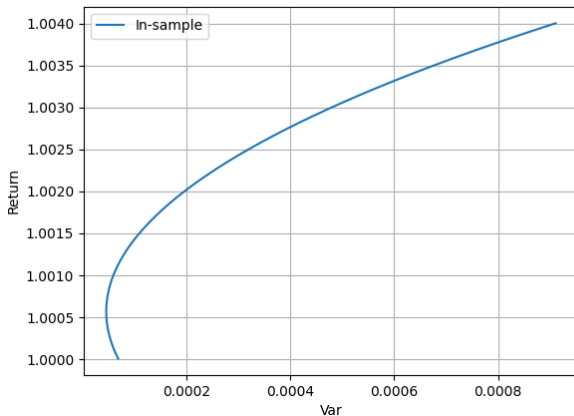


Harry Markowitz  
Nobel 1990

## Limits of the method :

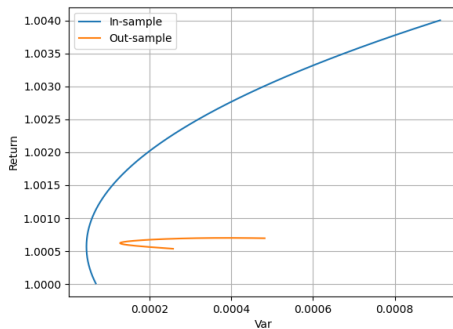
- $\Sigma$  instable  $\rightarrow$  assumed constant over a short time frame
- $\Sigma$  eventually singular  $\rightarrow T \gg N$
- Estimation of  $\Sigma \rightarrow$  **main subject**

# Estimation of $\Sigma$ via QIS



Estimation of  $\Sigma$  via QIS

## Backtest of the efficient frontier



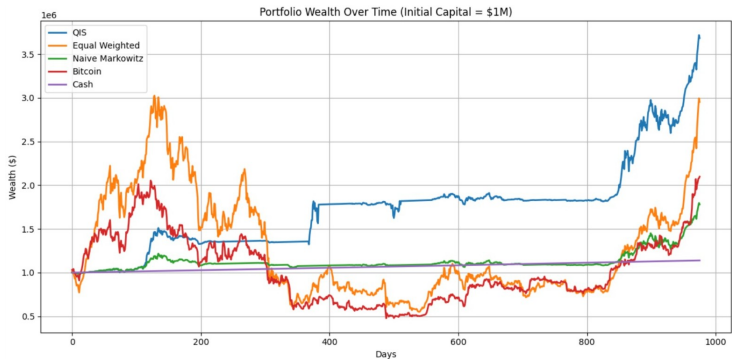
→ Estimation of  $\Sigma_{QIS}$  could be better

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

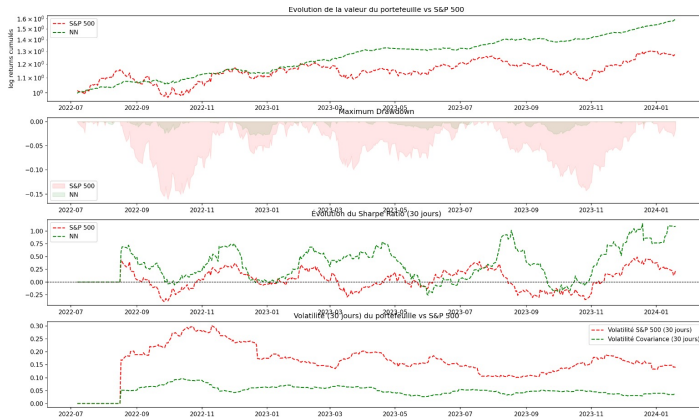


- 2010 – 2022 (**In-sample**), 2022 – 2025 (**Out-sample**)
- **Fenêtre glissante de 120 jours**
  - À chaque pas : uniquement les actions sans données manquantes
  - **Paquets aléatoires** de 20 actions (sans duplication)
- Injection de “before” (100 jours) et “after” (20 jours)
- **~900k matrices In-sample,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

# Results



Comparison of wealth over time



Performance du réseau de neurones comparé au SP500

## Exploration de la *théorie de Markowitz* :

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

→ Résultats perfectibles

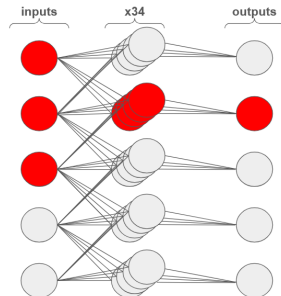


**Harry Markowitz**  
Nobel 1990

## Machine Learning :

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

→ Résultats concluants



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

- 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