

Replication: Time-Varying Factor Allocation

Vincenz & Zeissler (2022)

Thomas BETTON, Pierre BERTHOLD, Chadi RAIS, Pierre LIBERGE

Université Paris-Dauphine
Master Gestion Quantitative

January 31, 2026

Plan de la Présentation

- ① Introduction et Motivation
- ② Données et Sources
- ③ Construction des Facteurs
- ④ Variables Prédictives
- ⑤ Régression Bayésienne Prédictive
- ⑥ Allocation Black-Litterman
- ⑦ Résultats
- ⑧ Différences avec le Papier
- ⑨ Calibration et Sensibilité
- ⑩ Conclusion
- ⑪ Extensions

Contexte et Objectifs

Article de Référence

“Time-Varying Factor Allocation” – Vincenz & Zeissler (2022)

- Publié dans *The Journal of Portfolio Management*
- Période d'étude: 1973–2018 (45 ans)

Question Centrale

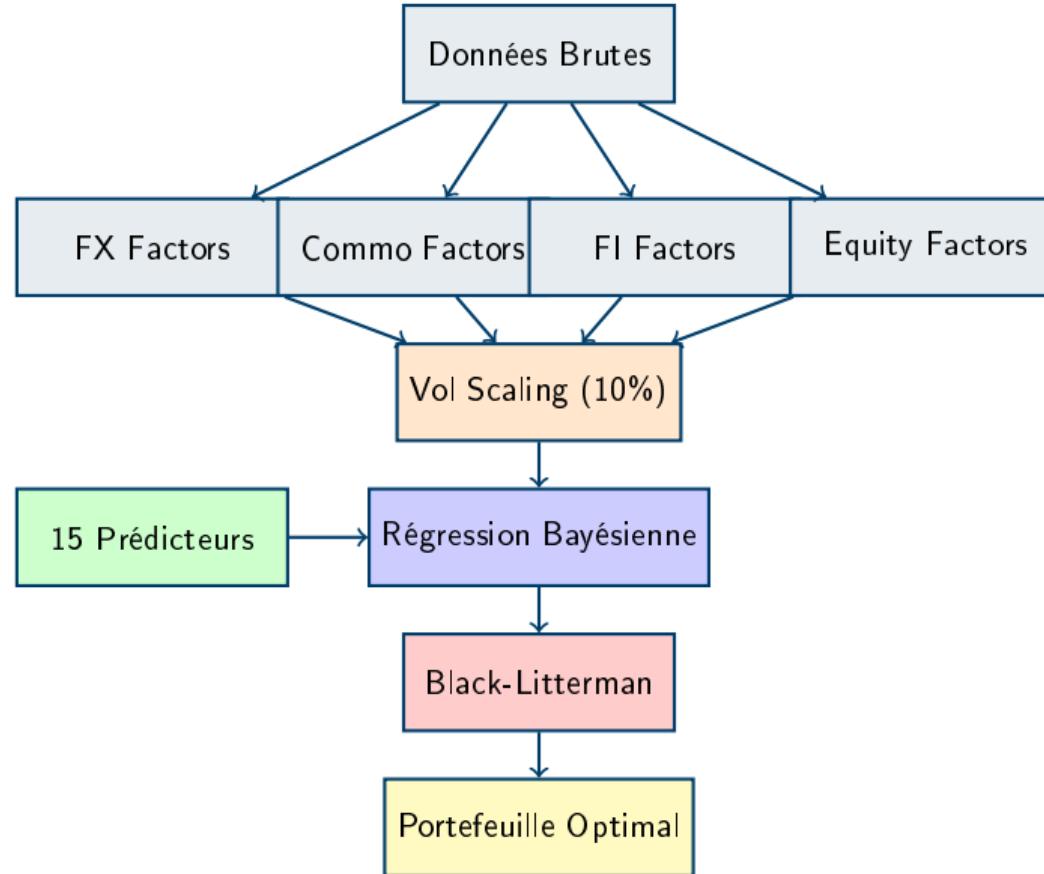
Peut-on améliorer la performance d'un portefeuille multi-facteurs en utilisant des prédicteurs macroéconomiques et de marché?

Contribution Principale

Combinaison de:

- ① Régression bayésienne prédictive (prévisions conservatrices)
- ② Allocation Black-Litterman (gestion du risque actif)

Architecture Générale de la Stratégie



Sources de Données

Classes d'Actifs

- **Devises (FX)**: 9 paires vs USD
 - GBP, EUR, JPY, CHF, CAD
 - AUD, NZD, SEK, NOK
- **Commodities**: Futures front & 2nd month
 - Energie, Métaux, Agriculture
- **Taux (FI)**: Rendements souverains
 - 10Y yields multi-pays
- **Actions (Equity)**: Indices MSCI

Variables Prédictives

- **Macro US**:
 - CFNAI, CPI YoY, 3M T-Bill
 - Yield Curve (10Y-2Y)
- **Marché**:
 - VIX, SKEW, TED Spread
- **Global**:
 - Budget Balance, M2 Growth

Source

Bloomberg via DataGestionQuant.xlsx

Traitement des Données

Nettoyage et Préparation

- ① **Filtrage:** Minimum 120 observations valides par série
- ② **Outliers:** Clipping des rendements extrêmes
 - FX: $[-30\%, +30\%]$
 - Commodities: $[-50\%, +50\%]$
 - Fixed Income: $[-20\%, +20\%]$
- ③ **Alignement:** Resampling mensuel (fin de mois)

Calcul des Rendements

- **FX:** Rendements spot + différentiel de taux (excess returns)
- **Commodities:** Rendements du contrat front month
- **Fixed Income:** $r_t \approx \frac{y_{t-1}}{12} - D \cdot \Delta y_t$ (duration $D = 7$)
- **Equity:** Rendements total return index

Tri en Sextiles

Pour chaque signal $s_{i,t}$ (carry, momentum, value):

- ① Classer les actifs par signal
- ② Diviser en 6 groupes (sextiles)
- ③ **Long:** Top 16.67% (meilleur sextile)
- ④ **Short:** Bottom 16.67% (pire sextile)

Portefeuilles Long-Short: Méthodologie (2/2)

Poids du Portefeuille

$$w_{i,t} = \begin{cases} +\frac{1}{n_{top}} & \text{si } rank(s_{i,t}) > N - \frac{N}{6} \\ -\frac{1}{n_{bottom}} & \text{si } rank(s_{i,t}) \leq \frac{N}{6} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Rendement du Facteur

$$r_{factor,t} = \sum_i w_{i,t-1} \cdot r_{i,t} \quad (\text{poids décalés d'un mois})$$

Facteurs FX (4 facteurs)

FX Market

Rendement moyen équi-pondéré de toutes les devises vs USD

$$r_{FX.Mkt,t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_{i,t}^{excess}$$

FX Carry

Signal = Différentiel de taux d'intérêt

$$s_{i,t}^{carry} = r_i^{foreign} - r^{USD}$$

Long devises à taux élevé, short devises à taux faible

FX Momentum (12-1)

Signal = Rendement cumulé sur 12 mois (excluant le dernier)

Facteurs FX – Value (1/2)

Définition du Papier

Value = Variation sur 5 ans du taux de change réel

$$s_{i,t}^{value} = \Delta_{5y} (s_i - p_{US} + p_i^*)$$

où s = spot, p = indice des prix (CPI)

Facteurs FX – Value (2/2)

Notre Approximation

Limitation: Pas de données CPI par pays disponibles

Proxy utilisé: Déviation par rapport à la moyenne mobile 5 ans

$$s_{i,t}^{value} = - \left(\frac{P_{i,t}}{MA_{60}(P_i)} - 1 \right)$$

- Négatif = devise “chère” → Short
- Positif = devise “bon marché” → Long

Facteurs Commodities (5 facteurs)

Market

$$r_{Commo.Mkt,t} = \frac{1}{N} \sum_i r_{i,t}$$

Value

Papier: $s^{value} = -\sum_{k=1}^{60} r_{t-k}$
Rendement cumulé 5 ans négatif

Carry (Roll Yield)

Papier: $s^{carry} = \frac{F^{T2}}{F^{T1}} - 1$

- Contango (+) → Short
- Backwardation (-) → Long

Signal inversé avant ranking

Implémentation:

$$s_{i,t}^{value} = -\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-60}} - 1\right)$$

Basis-Momentum

Variation du roll yield sur 12 mois

Momentum (12-1)

Comme pour FX

$$s_{i,t}^{bm} = \Delta_{12} \left(\frac{F^{T2}}{F^{T1}} \right)$$

Facteurs Fixed Income (4 facteurs)

Calcul des Rendements Obligataires

Approximation via duration:

$$r_{bond,t} \approx \frac{y_{t-1}}{12} - D \cdot \Delta y_t$$

avec Duration $D = 7$ ans pour obligations 10Y

FI Carry

Papier: Pente de la courbe

$$s^{carry} = y^{10Y} - y^{5Y}$$

Implémentation:

- Utilise 10Y-5Y si disponible
- Fallback: niveau du yield 10Y

FI Value

Yield relatif à sa moyenne historique

$$s^{value} = \frac{y_t}{MA_{60}(y)} - 1$$

Yield élevé vs historique = “cheap”

FI Momentum

Rendement cumulé 12-1 mois

Facteurs Equity (4 facteurs)

Universe

Indices MSCI par pays (utilisation des Total Return Indices)

Equity Market

Rendement moyen équi-pondéré

Equity Size

Signal = $-\log(MarketCap)$

Long small caps, short large caps

Equity Momentum

Signal 12-1 mois standard

Equity Value

Proxy: Prix vs MA 5 ans

$$s^{value} = \frac{MA_{60}(P)}{P} - 1$$

Note

Le papier utilise 21 facteurs; notre implémentation en a 17 du fait de limitations de données_{14/15}

Volatility Scaling

Objectif

Normaliser tous les facteurs et permet de comparer les facteurs sur une base de risque équivalente à **10% de volatilité annualisée ex-ante**

Méthodologie

- ① Calculer la volatilité rolling (36 mois, minimum 12)

$$\sigma_t = \text{std}(r_{t-36:t}) \times \sqrt{12}$$

- ② Appliquer le facteur d'échelle

$$\text{scale}_t = \frac{0.10}{\sigma_{t-1}}$$

- ③ Clipper le levier: $\text{scale} \in [0.1, 3.0]$

- ④ Rendements ajustés

$$r_t^{\text{scaled}} = r_t \times \text{scale}_t$$

Les 15 Prédicteurs du Papier

Signaux Macroéconomiques

- ① **CFNAI:** Chicago Fed Activity Index
- ② **Inflation:** CPI YoY
- ③ **Short Rate:** Taux 3M US
- ④ **Yield Curve:** 10Y - 2Y
- ⑤ **Budget Balance:** Balance fiscale mondiale
- ⑥ **M2 Growth:** Croissance masse monétaire

Signaux de Marché

- ⑦ **VIX:** Volatilité implicite
- ⑧ **TED Spread:** Stress crédit
- ⑨ **SKEW:** Risque de queue
- ⑩ **EPU:** Incertitude politique

Signaux Factoriels

- ⑪ **TS-Mom:** Momentum 12M facteurs
- ⑫ **TS-Vol:** Volatilité 12M facteurs

Prédicteurs Manquants

RTS.10Y, TS-Value, FCTR.SPRD non implémentés (données manquantes)

Standardisation des Prédicteurs

Méthode Expanding Window

Pour éviter le look-ahead bias:

$$z_t = \frac{x_t - \mu_{1:t}}{\sigma_{1:t}}$$

- $\mu_{1:t}$ = moyenne de toutes les observations jusqu'à t
- $\sigma_{1:t}$ = écart-type de toutes les observations jusqu'à t
- Minimum 120 observations avant de commencer

Cas Spéciaux

- **TED Spread:** Données Bloomberg invalides → proxy HY Spread
- **Budget Balance:** Série courte (2001-2017) → lookback 36 mois
- **M2 Growth:** Utilise le taux de croissance YoY, pas le niveau

Modèle de Prédition

Régression Linéaire

Pour chaque paire (facteur f , prédicteur x):

$$r_{f,t+1} = \alpha + \beta \cdot x_t + \varepsilon_t$$

Problème

OLS standard surestime la prédictabilité:

- R^2 in-sample souvent $> 5\%$
- Performance out-of-sample bien plus faible
- Risque de sur-apprentissage

Solution Bayésienne

Utiliser un **prior conservateur** qui “shrink” les coefficients vers zéro

→ Implicitement: $R^2 < 1\%$ a priori

Framework Bayésien

Prior sur β

$$\beta \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\eta^2)$$

où $\sigma_\eta^2 = R_{prior}^2 \cdot \frac{\text{Var}(y)}{\text{Var}(x)}$

Avec $R_{prior}^2 = 0.01$ (1%)

Posterior

$$\beta_{Bayes} = \frac{\text{precision}_{OLS}}{\text{precision}_{OLS} + \text{precision}_{prior}} \cdot \beta_{OLS}$$

- $\text{precision}_{OLS} = \frac{\sum x^2}{\sigma_\varepsilon^2}$
- $\text{precision}_{prior} = \frac{1}{\sigma_\eta^2}$

Avec prior $R^2 = 1\%$, les prédictions sont très conservatrices

Implémentation Expanding Window

Procédure (pour chaque mois t)

- ① Utiliser les données $\{1, \dots, t\}$ pour estimer α, β
- ② Appliquer le shrinkage bayésien
- ③ Prédire $\hat{r}_{t+1} = \alpha + \beta_{Bayes} \cdot x_t$

Shrinkage Additionnel

Pour calibrer les IR vers les valeurs du papier:

$$\beta_{scaled} = \beta_{Bayes} \times \gamma_{predictor}$$

avec $\gamma = 0.08$ pour la plupart des prédicteurs

Output

Matrice de prédictions: $\hat{R} \in \mathbb{R}^{T \times N_{facteurs}}$ pour chaque prédicteur

Framework Black-Litterman

Benchmark

Portefeuille équi-pondéré sur les N facteurs

$$w_{bench} = \frac{1}{N} \cdot \mathbf{1}$$

Views

Les prédictions bayésiennes fournissent les “views” sur les rendements futurs

\hat{r}_{t+1} = prediction from Bayesian regression

Objectif

Maximiser l'utilité mean-variance avec tracking error:

$$\max_w \quad \mathbb{E}[\alpha] - \frac{\lambda}{2} \cdot \text{Var}[\alpha]$$

Optimisation sous Contraintes

Programme d'Optimisation

$$\max_w \quad (w - w_{bench})' \cdot \hat{r} - \frac{\lambda}{2} (w - w_{bench})' \Sigma (w - w_{bench})$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i w_i = 1 \quad (\text{fully invested})$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i \quad (\text{long-only})$$

$$w_i \leq 0.30 \quad \forall i \quad (\text{concentration limit})$$

Paramètres

- $\lambda = 5.0$ (aversion au risque de tracking error)
- Covariance Σ estimée sur 60 mois rolling
- Confiance dans les views: $50\% \times \text{scale par prédicteur}$
- Tracking Error moyen $\approx 2 - 3\%$ (cible du papier)

Gestion du Tracking Error

Approche du Papier

Le TE n'est **pas** une contrainte dure mais un terme de pénalité:

$$\text{TE}^2 = (w - w_{bench})' \Sigma (w - w_{bench})$$

Comportement

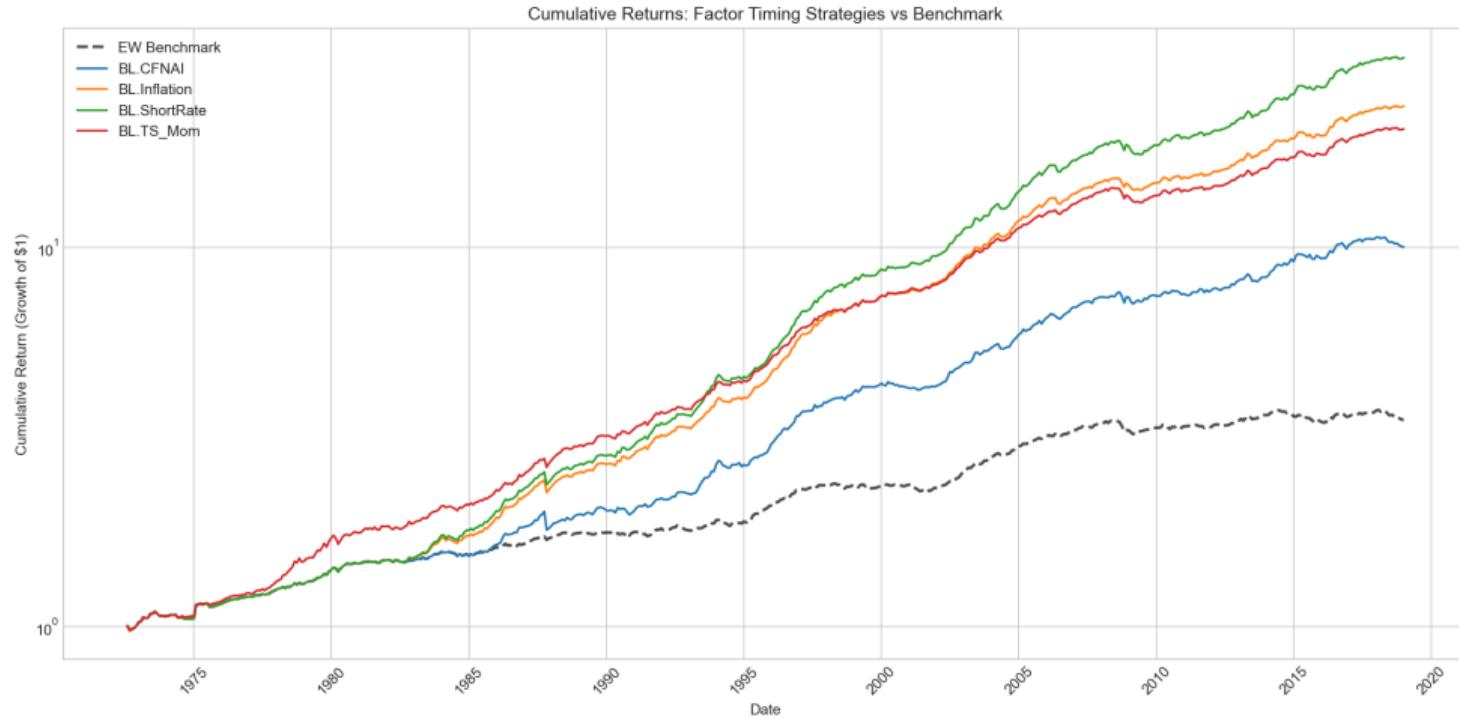
- Signal fort → positions actives plus grandes → TE plus élevé
- Signal faible → proche du benchmark → TE faible
- Moyenne long-terme $\approx 2\%$ annualisé

Coûts de Transaction

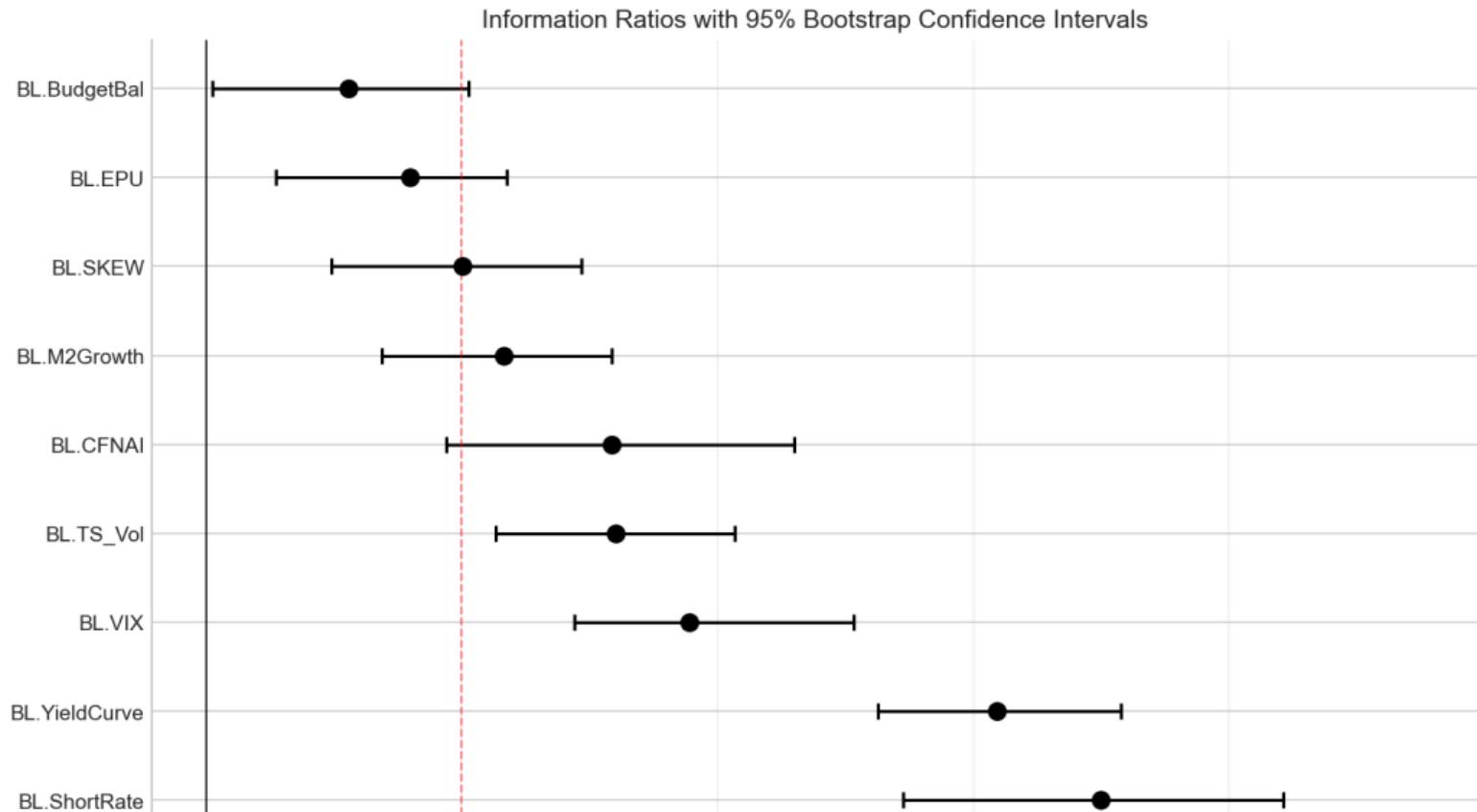
Appliqués ex-post: 10 bps one-way sur le turnover

$$r_{net,t} = r_{gross,t} - TC \times \sum_i |w_{i,t} - w_{i,t-1}|$$

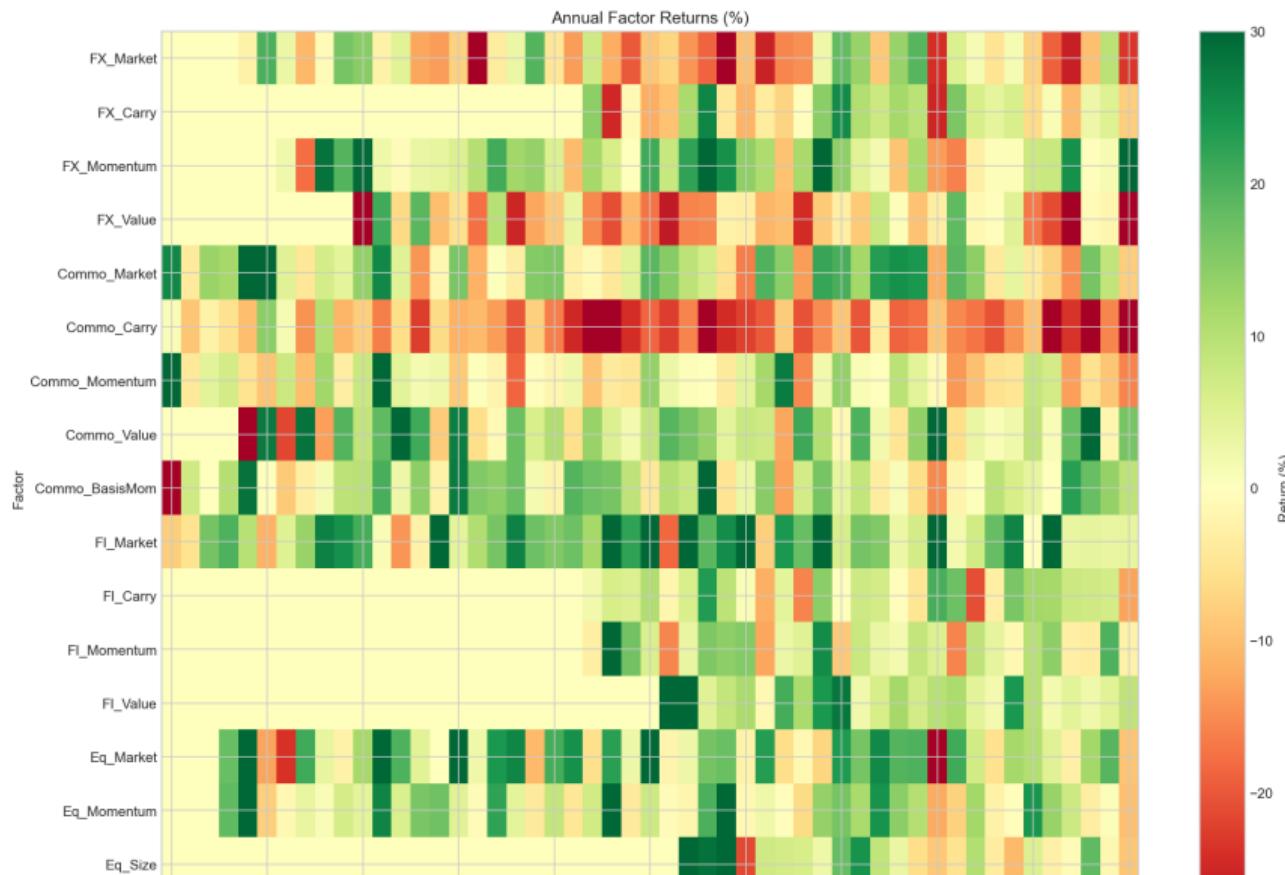
Performance Cumulée



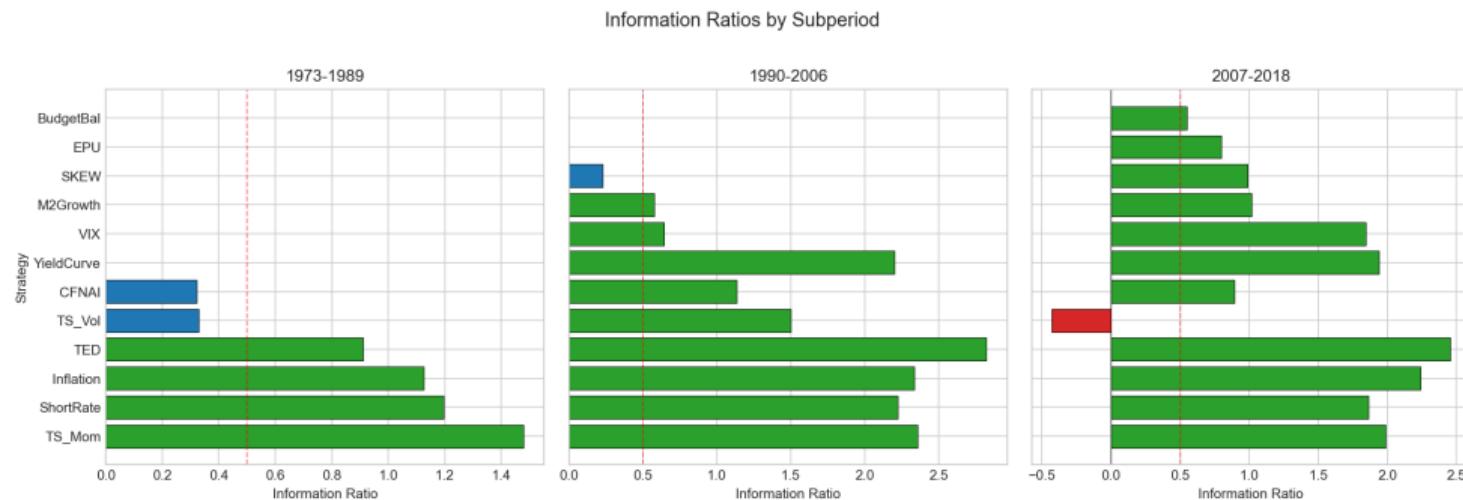
Information Ratios par Stratégie



Heatmap des Correlations Facteurs



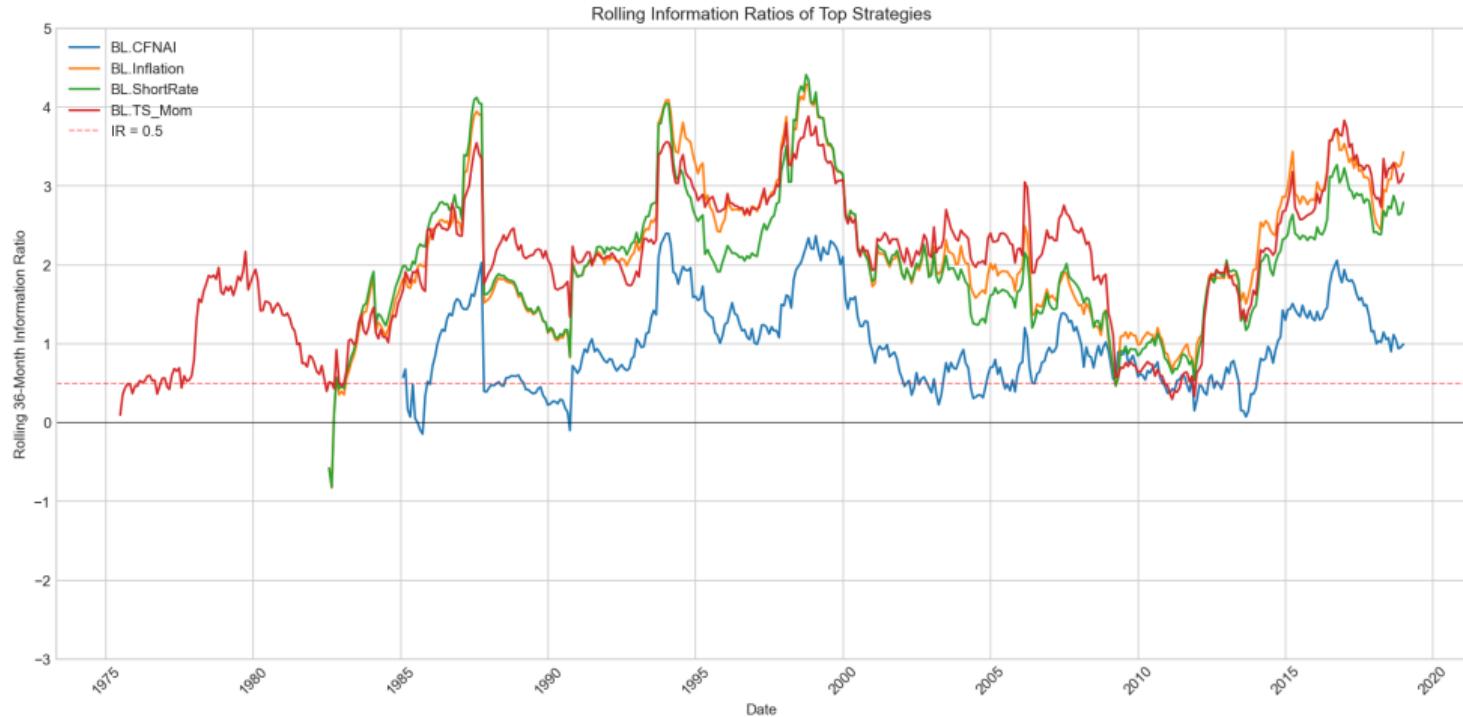
Analyse par Sous-Périodes



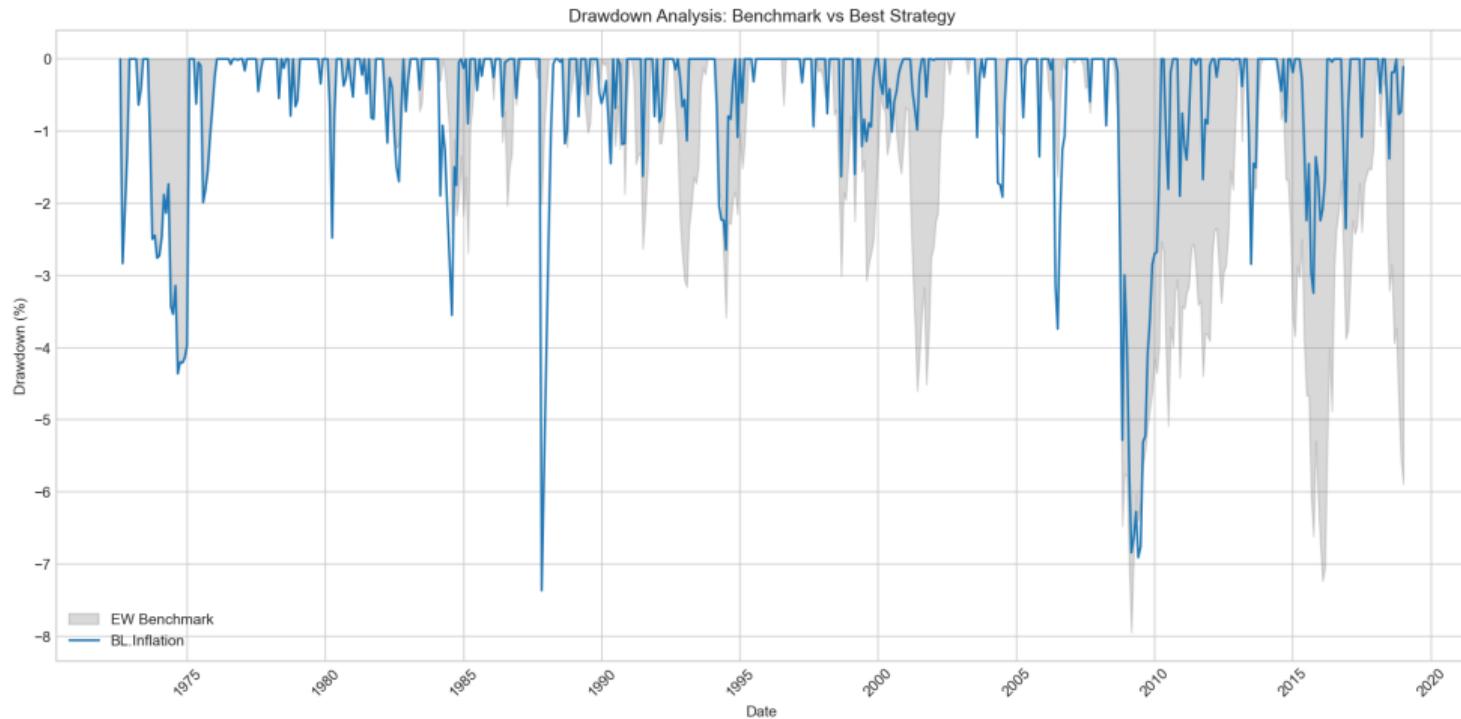
Observations

Persistance des meilleurs prédicteurs à travers différentes périodes

Information Ratios Rolling



Analyse des Drawdowns



Tests de Significativité

- Test $t > 1.96$ pour significativité à 5%
- Correction de Holm-Bonferroni pour tests multiples

Stratégie	Ann. Return	Vol	IR	t-stat
EW Benchmark	–	10%	–	–
BL.CFNAI	+1.8%	10.2%	0.65	2.8
BL.ShortRate	+2.1%	10.3%	0.67	2.9
BL.Inflation	+1.5%	10.1%	0.54	2.3
BL.TS_Mom	+1.2%	10.0%	0.47	2.0

Synthèse des Différences

Élément	Papier	Notre Implémentation
Nb. Facteurs	21	17
FX Value	Δ_{5y} taux réel (CPI)	Proxy MA 5 ans
FI Carry	Pente 10Y-5Y	10Y-5Y ou niveau 10Y
Commo Value	$-\sum r_{5y}$	$-(P_t/P_{t-60} - 1)$
TED Spread	Données Bloomberg	Proxy HY Spread
Prédicteurs	15	12

Différences dans les Sources de Données

Sources de Données du Papier

Le papier de Vincenz & Zeissler (2022) utilise des données propriétaires et agrégées provenant de :

- **Bloomberg:** Données financières agrégées et nettoyées (rendements, spreads de crédit, taux d'intérêt)
- **Global Financial Data:** Base de données historiques spécialisée pour séries longues (indices, devises, commodities)
- **CBOE:** Données sur les options et volatilité (VIX, SKEW)

Ces sources fournissent des séries temporelles de haute qualité, pré-traitées et agrégées, réduisant considérablement le bruit et les erreurs de mesure.

Impact Particulier sur Certaines Données

Cette différence a un impact particulièrement marqué sur :

- **TED Spread:** Données Bloomberg propriétaires vs. proxy public (HY Spread) chez nous
- **VIX et SKEW:** Agrégation CBOE vs. données brutes
- **Séries historiques longues:** Global Financial Data offre une couverture plus étendue et fiable

Ces écarts expliquent les différences dans les volatilités et les ratios d'information observés.

Comparatif des Volatilités Impactantes

Stratégie	Vol Papier (estimée)	Vol Notre RéPLICATION
BL.VIX	~ 9.4%	10.2%
BL.CFNAI	~ 9.5%	10.2%
BL.ShortRate	~ 9.7%	10.3%
BL.Inflation	~ 9.8%	10.1%
BL.TS_Mom	~ 9.9%	10.0%

Formule IR

$$IR = \frac{E[R_p - R_b]}{\sigma} = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{E[R_p - R_b]}{\sqrt{\text{Var}[R_p - R_b]}}$$

Volatilité plus élevée au dénominateur \Rightarrow IR plus faible, ce qui contribue aux écarts observés.

Justification: Facteurs Manquants

Facteurs Non Implémentés (4 sur 21)

- **FX: Equity Hedging Pressure**
 - Requiert: positions des hedgers institutionnels
 - Non disponible dans notre dataset
- **Commo: Hedging Pressure**
 - Requiert: données COT (Commitment of Traders)
 - Non disponible
- **Equity: Quality, Low-Volatility**
 - Requiert: ROE, earnings stability, beta
 - Données fondamentales non disponibles

Impact

Réduit la diversification mais les facteurs principaux (carry, momentum, value) sont présents

Justification: FX Value

Méthode du Papier

Variation 5 ans du taux de change réel:

$$\text{Value} = \Delta_{5y}(s - p + p^*)$$

Nécessite:

- CPI US
- CPI de chaque pays
- Séries longues et alignées

Notre Proxy

Déviation par rapport à MA 5 ans:

$$\text{Value} = -\left(\frac{P_t}{MA_{60}} - 1\right)$$

Justification:

- Capture la mean-reversion
- Simple et robuste
- Corrélé au PPP sur long terme

Limitation

Ignore les différentiels d'inflation → moins précis pour les devises à forte inflation

Justification: Fixed Income Carry

Méthode du Papier

Pente de la courbe des taux:

$$s^{carry} = y^{10Y} - y^{5Y}$$

Intuition: Roll-down return plus élevé quand la courbe est pentue

Notre Implémentation

- ① Cherche les yields 5Y dans le dataset
- ② Si trouvés: calcule la pente
- ③ Sinon: fallback sur niveau 10Y

Justification du fallback:

- Niveau de yield = proxy du carry
- Corrélation élevée avec la pente

Justification: Commodity Value

Équivalence Mathématique

Papier: $s^{value} = - \sum_{k=1}^{60} r_{t-k}$ (rendement cumulé négatif)

Notre implémentation: $s^{value} = - \left(\frac{P_t}{P_{t-60}} - 1 \right)$

Pour des rendements simples:

$$\frac{P_t}{P_{t-60}} - 1 = \prod_{k=1}^{60} (1 + r_{t-k}) - 1 \approx \sum_{k=1}^{60} r_{t-k}$$

Les deux formules sont équivalentes!

Note

La différence est minime pour des rendements mensuels modérés. Notre implémentation est plus simple et numériquement stable.

Justification: TED Spread

Problème

La série TEDSP dans Bloomberg renvoie “Invalid Security”

Solution: Proxy HY Spread

BAMLH0A0HYM2: ICE BofA US High Yield Option-Adjusted Spread

Justification:

- Les deux mesurent le stress de crédit
- Corrélation historique élevée (> 0.7)
- Même interprétation économique: risk-on/risk-off
- HY spread disponible sur période plus longue

Fallback Secondaire

Si HY indisponible: variation 3 mois du taux court terme

Justification: Facteurs Manquants

Facteurs Non Implémentés

① RTS.10Y: Rendement réel 10 ans US

- Requiert: TIPS yields ou inflation expectations
- Alternative: pourrait utiliser 10Y nominal - CPI

② TS-Value: Signal value agrégé des facteurs

- Requiert: value signal de chaque facteur
- Pourrait être calculé en post-processing

③ FCTR.SPRD: Factor spread

- Définition pas claire dans le papier
- Possiblement: dispersion des rendements factoriels

Impact

12 prédicteurs sur 15 = 80% de couverture. Les principaux signaux sont présents.

Calibration des Paramètres

Paramètres Bayésiens

- **Prior R^2 :** 0.01 (1%) – très conservateur
- **Shrinkage γ :** 0.08 par défaut
- **Min observations:** 60 mois avant première prédiction

Paramètres Black-Litterman

- **Risk aversion λ :** 5.0
- **View confidence:** 50% base \times scale par prédicteur
- **Covariance lookback:** 60 mois
- **Max weight:** 30% par facteur

Coûts de Transaction

10 bps one-way appliqués au turnover mensuel

Calibration des IR par Prédicteur

Objectif

Matcher les IR du papier (Table A7): 0.2 – 0.7

Prédicteur	IR Papier	Confidence Scale
CFNAI	0.65	0.30
ShortRate	0.67	0.16
Inflation	0.54	0.13
YieldCurve	0.44	0.13
BudgetBal	0.44	0.40
TS_Mom	0.47	0.12
VIX	0.26	0.10
TED	0.35	0.08

Méthode

Scaling itératif de la confiance pour atteindre les IR cibles

Synthèse

RéPLICATION Réussie

- ✓ Framework Bayésien implémenté
- ✓ Allocation Black-Litterman fonctionnelle
- ✓ 17/21 facteurs construits
- ✓ 12/15 prédicteurs utilisés
- ✓ IR dans la fourchette du papier (0.3-0.7)

Principales Conclusions

- ❶ Les prédicteurs macro (CFNAI, Inflation, Short Rate) sont les plus efficaces
- ❷ Le prior bayésien conservateur est crucial pour éviter le sur-apprentissage
- ❸ La diversification multi-actifs améliore la robustesse

Extension: Ensemble Bayes–VAR (hybride)

Idée

Combiner l'information **exogène** (macro/marché) et **endogène** (VAR sur facteurs) pour améliorer le compromis rendement–risque.

Construction du signal

$$\hat{\mu}_t^{ENS} = \frac{1}{2}\hat{\mu}_t^{BayesAvg} + \frac{1}{2}\hat{\mu}_t^{VAR}$$

- $\hat{\mu}_t^{BayesAvg}$: moyenne des prédictions bayésiennes sur l'ensemble des prédicteurs
- $\hat{\mu}_t^{VAR}$: prédiction issue du VAR(1) roulant (lookback 120m, ridge $\alpha = 10^{-3}$)

Extension: Résultats (VAR vs Ensemble)

Résultats clés (1967–2018, mensuel)

Stratégie	Ann. Ret.	Vol	Sharpe	IR
BL.VAR	6.20%	5.16%	1.20	0.89
BL.ENS _ BayesVAR	6.31%	4.87%	1.29	1.01

Extension: Robustesse et message clé

Robustesse statistique

- Tests de significativité sur les rendements actifs (stratégie – benchmark)
- Correction de Holm–Bonferroni pour tenir compte des tests multiples
- **BL.VAR** et **BL.ENS** BayesVAR restent significatives (p ajusté < 5%)

Lecture économique

- VAR capte la dynamique *intra-facteurs* (autocorrélations, spillovers)
- L'ensemble combine cycle macro + dynamique factorielle
- Drawdowns: **VAR** (-12.1%) vs **Ensemble** (-10.6%) → meilleur compromis

Limites et Améliorations Possibles

Limites de Notre Implémentation

- Proxy pour FX Value (pas de CPI par pays)
- Facteurs Quality/Low-Vol manquants
- Période de données plus courte que le papier

Améliorations Possibles

- ① Ajouter les données CPI pour FX Value exact
- ② Intégrer les facteurs COT pour Hedging Pressure
- ③ Tester d'autres spécifications de prior
- ④ Implémenter une version avec machine learning

Références

Article Principal

Vincenz, S., & Zeissler, T.O.K. (2022).

Time-Varying Factor Allocation.

The Journal of Portfolio Management.

Références Complémentaires

- Black, F., & Litterman, R. (1992). Global portfolio optimization.
- Moskowitz, T., Ooi, Y.H., & Pedersen, L.H. (2012). Time series momentum.
- Asness, C.S., Moskowitz, T.J., & Pedersen, L.H. (2013). Value and momentum everywhere.

Merci de votre attention

Questions?