



Réalisé par:

ABABII Anisoara, KOFFI Eunice et DIAKITE Gaoussou

STRATÉGIE DE TRADING DE PAIRES BASÉE SUR DES MODÈLES D'ESPACE D'ÉTATS LINÉAIRES ET FILTRE DE KALMAN

Master 2 MoSEF Paris 1 Panthéon Sorbonne

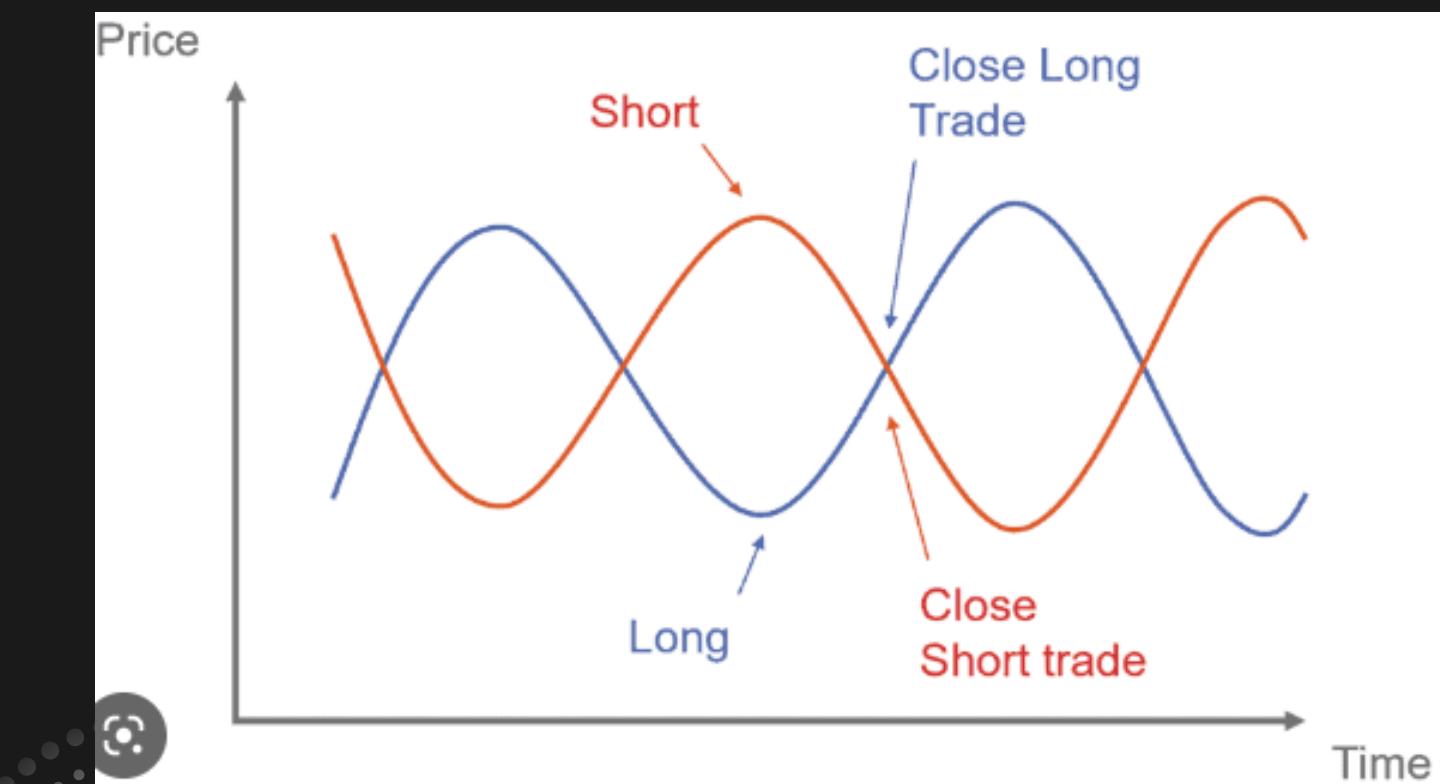
suivi par : MERHY Chafic

CONTENT

1. Introduction : Définition du terme de trading de paire
2. Contexte de l'application de la stratégie
3. Stratégies proposées et résultats obtenus par les auteurs
4. Application de la stratégie simple sur les mêmes données train/test
5. Utilisation de la stratégie aux données d'aujourd'hui et résultats obtenus
6. Conclusion

PAIRS TRADING

Une stratégie de trading de paires vise à identifier et exploiter les inefficacités de marché observées avec deux actifs liés à long terme, en utilisant des méthodes d'arbitrage statistiques.



Markets that trade with high correlations like the broad market indices or stocks in the airline industry or finance industry are great candidates for pairs trades.



CADRE D'ÉTUDE ET RISQUES

Les principaux risques impliqués dans le trading:

- le risque de divergence: la relation d'équilibre de long terme entre les actifs peut changer voire disparaître ;
- le risque horizon: le spread ne converge pas dans un horizon de temps donné, obligeant ainsi les traders à clôturer la position avant la convergence, en raison d'une aggravation de la mauvaise tarification ou des appels de marge

STRATÉGIE DE L'ARTICLE

1. Séries chronologiques financières de Bloomberg

- cours boursiers quotidiens de deux titres, Exxon Mobil Corporation (XOM) et Southwest Airlines Co (LUV)
- 22 septembre 2011 au 26 mars 2013: du 22 septembre 2011 au 20 septembre 2012 (train) et du 21 septembre 2012 au 26 mars 2013 (test)

2. Indices utilisés dans l'évaluation des résultats de la stratégie

- London Interbank Offered Rate: Libor
- Standard and Poor's 500 Index (S&P 500)
- Certificat de dépôt interbancaire (CDI)
- Indice Bovespa (Ibovespa)

3. Etapes

- Régression d'une série temporelle sur l'autre
- test de cointégration d'Engel Granger en deux étapes
- Modèles d'espace d'état: AR (1), AR(2), ARMA(1, 1)
- Paramètres obtenus avec MaxVraisemblance et choix de modèle (AIC, BIC, MSE, tests de Ljung-Box pour les résidus normalisés qui suivent une loi Normale)
- comportement des résidus iid
- pour la performance: choix des paramètres: une position d'achat de spread est ouverte si et seulement si le spread est inférieur à $-\delta = 0,5\%$; C = 0; k=25

4. Résultats

- Stratégie simple:
ouvrir une position si le spread s'écarte de plus de deux écarts-types historiques (échantillon) et à dénouer la position lorsqu'il revient à sa moyenne historique. Ratio de Sharpe <0
 - La meilleure performance est celle correspondant au modèle AR(1), tendance à la hausse; volatilité faible; et le meilleur ratio de Sharpe = 0,256

IMPLEMENTATION DE LA STRATEGIE SUR LES PAIRES DE TITRES DE L'ARTICLE

1. Test de cointégration en deux Etapes

- Régression d'une série temporelle sur l'autre
- Test de la Stationnarité des résidus estimés
- Récupération des coefficients estimés

2. Calcule du Spread

$$S_t = \log(P_{t,1}) - (\alpha + \beta * \log(P_{t,2}))$$

$$S_t = \log(P_{t,1}) - \alpha - \beta * \log(P_{t,2})$$

3. Estimation des modèles d'espaces d'états

	Log-Likelihood	MSE	AIC	BIC	Mean	Variance	Jarque-Bera	Jarque-Bera p-value
AR(1)	761.031164	0.000137	-1516.062328	-1505.485969	spread -1.526997e-15 dtype: float64	spread 0.002183 dtype: float64	1.979566	0.371657
AR(2)	760.020576	0.000134	-1512.041152	-1497.955308	spread -1.526997e-15 dtype: float64	spread 0.002183 dtype: float64	2.225808	0.328603
IA(1,1,0)	755.820482	0.000233	-1507.640964	-1500.590058	spread -1.526997e-15 dtype: float64	spread 0.002183 dtype: float64	15102.949119	0.000000

4. Estimer la moyenne de l'écart de prix entre ces deux actifs Par le filtre de kalkman

- On récupère la moyenne et l'écart-type pour calculer notre z-score

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

- Nous avons généré ensuite des signaux de trading en fonction de la valeur du z-score

Si le z-score est inférieur à -1, la stratégie va acheter l'action XOM et vendre à découvert l'action LUV. Si le z-score est supérieur à 1, la stratégie va vendre à découvert l'action XOM et acheter l'action LUV. Si le z-score est compris entre -1 et 1, il n'y a pas de signal de trading, la position sera liquidée

APPLICATION DE LA STRATÉGIE SIMPLE SUR L'ECHANTILLON MEME DONNES (TRAIN / TEST)

Table 1: Performance de la stratégie de trading sur le jeu de données train et les indices de référence

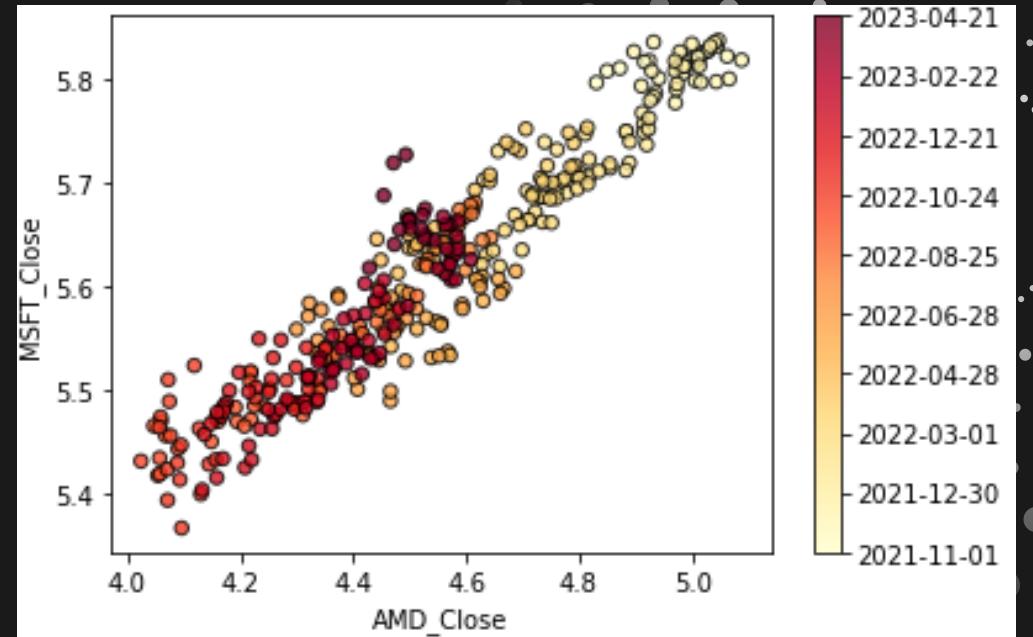
	Ratio de Sharpe	Volatilité	Rendements totaux
Stratégie de trading	1.728	0.0017	0.046
BVSP	0.381	0.0014	0.008
GSPC	1.446	0.0016	0.035

Performance de la stratégie sur les données de test et les indices de référence (période : 21 septembre 2012 - 26 mars 2013)

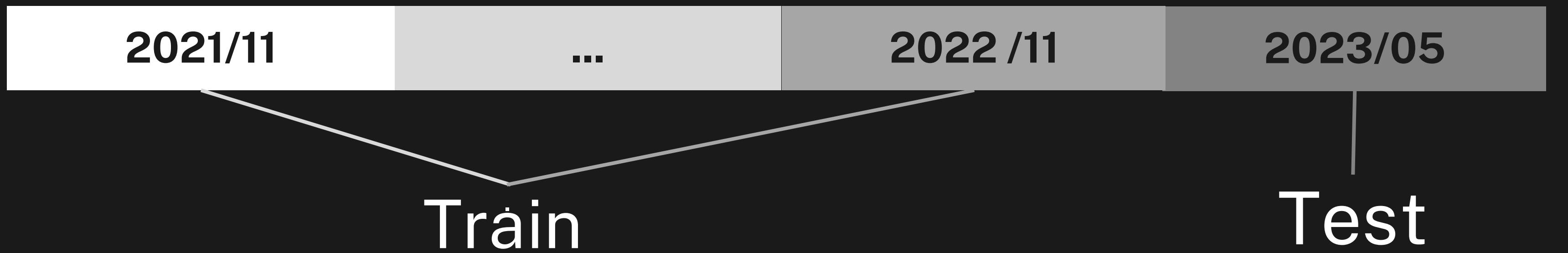
Table 2: Performance de la stratégie de trading sur le jeu de données test et les indices de référence

	Ratio de Sharpe	Volatilité	Rendements totaux
Stratégie de trading	1.052	0.0013	0.011
BVSP	-1.134	0.0010	-0.008
GSPC	0.782	0.0010	0.006

CHOIX DE NOUVELLES DONNÉES



- Les données ont été récoltées sur YahooFinance : AMD - MSFT



	train_data	train_BVSP	train_GSPC
Ratio de Sharpe	0.863904	0.897659	-0.625632
Volatilité	0.002226	0.001090	0.001746
Total returns	0.030528	0.014919	-0.016859

	test_data	test_BVSP	test_GSPC
Ratio de Sharpe	3.160702	-0.287163	1.006035
Volatilité	0.002865	0.001148	0.001444
Total returns	0.069597	-0.002408	0.010797

CONCLUSION

Le filtrage de Kalman:

- technique de filtrage adaptatif
- permet d'inférer la composante inobservée
- calculer la vraisemblance
- basée sur la minimisation de l'erreur (quadratique) entre la prédiction et les observations.

Ensuite, les applications empiriquement détaillées prouvent déjà que cette stratégie peut être mise en œuvre efficacement et le changement de direction dans le trading de paires pourrait bien fonctionner.

Nous avons démontré que la stratégie est capable de battre les indices de référence.

*** Comme d'autres exercices pratiques, nous savons que les preuves empiriques partagées dans ce travail sont limitées pour confirmer des perspectives économiques plus complexes, mais qui servent à être quand même une bonne base.



RÉFÉRENCES

- Brockwell, P.J. and Davis, R.A., *Introduction to Time Series and Forecasting*, 2nd ed., 2003 (Springer: New York).
- A pairs trading strategy based on linear state space models and the Kalman filter CARLOS EDUARDO DE MOURA † , ADRIAN PIZZINGA* ‡ and JORGE ZUBELLI † ‡ Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), Rio de Janeiro, Brazil ‡ Institute of Mathematics and Statistics - Fluminense Federal University (UFF), Niterói, Brazil



ANNEXES

Projets :

- script.py;
- main.py,
- requirements.txt,
- Data,
- Article
- Rapport
- README.md
- PPT



MERCI
POUR VOTRE
ATTENTION