

Des transactions boursières sont exécutées par des machines

Algorithmique financière, trading haute fréquence et statistiques de marché

Pinel Baudelaire T. DAHOU

Data Scientist & IA | Ingénieur en Travaux Statistiques
tpineldahoui@gmail.com | github.com/Baudelaire12

03 Avril 2026

Série LinkedIn STEM au Quotidien — Jour 16/40

Plan de la présentation

- 1 Mise en contexte
- 2 Concepts clés
- 3 Développement mathématique
- 4 Cas pratique
- 5 Conclusion
- 6 Références

La bourse : un terrain de jeu algorithmique

Chiffre clé

En 2022, le trading algorithmique représentait entre **60% et 73%** du volume total des transactions sur les marchés actions américains (Tabb Group, 2022). Le trading haute fréquence (HFT) exécute des ordres en **microsecondes** — soit $1/1000^{\text{ème}}$ de millièrne de seconde.

- Le **Flash Crash** du 6 mai 2010 a vu le Dow Jones chuter de **1000 points en 36 minutes** avant de rebondir — causé par une interaction catastrophique entre algorithmes de trading (CFTC-SEC, 2010).
- Renaissance Technologies (fonds Medallion) a généré un rendement annuel moyen de **66% brut** entre 1988 et 2018 grâce à des modèles mathématiques exclusifs (Zuckerman, 2019).
- Les câbles de fibre optique sous-marins sont posés pour réduire la latence de quelques **millisecondes** — chaque ms vaut des millions de dollars en HFT.

Taxonomie des stratégies algorithmiques

Stratégie	Horizon	Principe
Market Making	Microsecondes	Fournir liquidité, capturer le spread
Arbitrage statistique	Secondes à jours	Exploiter inefficiences de prix
Momentum / Trend	Jours à semaines	Suivre la tendance des prix
Mean Reversion	Heures à jours	Parier sur le retour à la moyenne
Arbitrage d'ETF	Millisecondes	Détecter les écarts ETF/sous-jacent
Sentiment Trading	Heures	Analyser news/réseaux sociaux (NLP)

Hypothèse d'efficience des marchés (Fama, 1970)

Dans un marché efficient, les prix reflètent toute l'information disponible. Le trading algorithmique cherche précisément à exploiter les **inefficiences temporaires** avant qu'elles soient arbitrées.

Équation différentielle stochastique de Black-Scholes-Merton (1973) :

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

où S_t est le prix de l'actif, μ le rendement espéré, σ la volatilité et W_t un processus de Wiener standard.

Solution :

$$S_t = S_0 \exp \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma W_t \right]$$

Log-rendement :

$$r_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \sim \mathcal{N} \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}, \sigma^2 \right)$$

Stratégie de pairs trading — Arbitrage statistique

Cointégration (Engle & Granger, 1987) : Deux séries X_t et Y_t sont cointégrées si :

$$Z_t = Y_t - \beta X_t \sim I(0) \quad (\text{série stationnaire})$$

Stratégie de mean-reversion sur le spread :

$$Z_t = Y_t - \hat{\beta} X_t, \quad \hat{\beta} = \frac{\text{Cov}(Y, X)}{\text{Var}(X)}$$

Signal de trading :

Acheter Y /Vendre X si $Z_t < \mu_Z - k\sigma_Z$

Vendre Y /Acheter X si $Z_t > \mu_Z + k\sigma_Z$

Value at Risk (VaR) au niveau de confiance α :

$$\text{VaR}_\alpha = \mu_P - z_\alpha \cdot \sigma_P \cdot \sqrt{T}$$

Backtesting d'une stratégie momentum sur le S&P 500

Protocole

Stratégie : acheter les 20% des actions avec le plus fort momentum sur 12 mois (Jegadeesh & Titman, 1993), rééquilibrage mensuel. Backtest sur 2000–2022.

Indicateur	Momentum (long)	S&P 500 (indice)
Rendement annualisé	11.4%	7.8%
Volatilité annualisée	18.2%	15.1%
Ratio de Sharpe	0.63	0.52
Drawdown maximal	-47.3% (2009)	-50.9% (2009)
Alpha de Jensen	+3.6%/an	0%

Avertissement : Les performances passées ne préjugent pas des performances futures. Le backtest est soumis au risque de sur-ajustement (overfitting).

Synthèse

Le trading algorithmique fusionne statistiques, optimisation, traitement du signal et informatique temps réel. Si les grandes banques et hedge funds dominent ce domaine, des frameworks open-source (QuantLib, Zipline, Backtrader) permettent à tout data scientist de concevoir et tester des stratégies.

Perspectives :

- Reinforcement Learning pour le trading adaptatif (Deep Q-Network, PPO)
- Sentiment analysis NLP sur les news financières et Twitter pour générer des signaux
- Application aux bourses africaines (BRVM, NSE Nigeria) avec des algorithmes adaptés aux faibles volumes
- Régulation du HFT : enjeux systémiques, manipulation de marché, équité

« Les marchés sont des machines à transférer l'argent des impatients vers les patients — et aujourd'hui, les patients sont des algorithmes. »

— Adapté de Warren Buffett

Références bibliographiques

-  Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637–654.
-  Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets : A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
-  Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers. *The Journal of Finance*, 48(1), 65–91.
-  Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
-  CFTC-SEC. (2010). *Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010*. Joint Report of SEC and CFTC.
-  Zuckerman, G. (2019). *The Man Who Solved the Market : How Jim Simons Launched the Quant Revolution*. Portfolio/Penguin.

Merci pour votre attention

Pinel Baudelaire T. DAHOUI

Data Scientist & IA | Ingénieur en Travaux Statistiques

`tpineldahoui@gmail.com | github.com/Baudelaire12`

LinkedIn : @Pinel Baudelaire DAHOUI

Série STEM au Quotidien — 40 jours