

# Algorithmic Trading

Nathanaël CHAUVIN  
Maxime BOSSANT



# Qu'est-ce que l'Algorithmic Trading ?

- **Définition** : Méthode d'exécution d'ordres d'achat et de vente sur les marchés financiers par des programmes informatiques préprogrammés.
- **Automatisation** : Repose sur des « robots de trading » ou des systèmes automatisés (pré-entraînés) qui opèrent sans intervention humaine directe après leur initialisation.
- **Logique** : Les décisions sont prises en se basant sur des règles strictes et des modèles mathématiques complexes, excluant l'émotion humaine.
- **Objectif** : Optimiser le prix d'exécution, gérer le risque, ou exploiter des inefficacités et des opportunités de très courte durée sur les bourses.

# Contexte Historique

- **Années 1970** : Début de la dématérialisation et des systèmes d'exécution électronique (création du NASDAQ )
- **Années 1980/1990** : Premiers algorithmes d'exécution
- **Années 2000** : Explosion du Trading à Haute Fréquence (HFT)
- **Années 2010 - aujourd'hui** : entre 70 et 90 % des ordres sur le marché boursier via des robots

# Principes des algorithmes

Processus en 3 étapes :

- **Choix de la stratégie** : à partir d'indicateurs techniques ou de modèles mathématiques
- **Backtesting** : Validation de la stratégie sur des données historiques pour évaluer sa rentabilité et sa résilience
- **Exécution et Monitoring** : Lancement de l'algorithme et surveillance en temps réel de sa performance et des conditions de marché

# **Différentes familles d'algorithmes**

# Algorithmes Stratégiques

Objectif : **déterminer QUOI acheter/vendre et QUAND** pour maximiser le profit

conçus pour **analyser le marché** en temps réel et **générer les signaux** d'achat ou de vente.

# Algorithmes Stratégiques

## Trading à Haute Fréquence (HFT)

**Objectif :** Profiter des **plus petites variations de prix** sur des horizons de temps de l'ordre de la milliseconde ou de la microseconde.

## Trend Following

**Objectif :** Identifier une **tendance de prix établie** et la suivre jusqu'à ce qu'elle montre des signes d'épuisement.

## Arbitrage Statistique

**Objectif :** Exploiter la **corrélation historique** entre deux ou plusieurs actifs (ex: deux actions du même secteur).

# Algorithmes d'Exécution

Algorithmes gèrent le « **Comment** » de l'exécution d'un ordre, et non le « **Quoi** ». Ils sont essentiels pour les institutions traitant de **gros volumes**.

Les Problèmes à Éviter:

**Impact sur le Prix** : Placer un gros ordre en une seule fois pousse rapidement le prix du titre à la hausse (pour un achat) ou à la baisse (pour une vente), car il épuise l'offre ou la demande disponible.

**Slippage** : C'est la différence négative entre le prix attendu lors de la décision et le prix réel d'exécution moyen de l'ordre.

**Objectif** : **Masquer la taille réelle de l'ordre** initial pour **minimiser l'Impact** et obtenir un **Prix Moyen Pondéré (PMP)** optimal pour le client.

# Algorithmes d'Exécution

## Solution : Le Fractionnement Discret

Exemple de stratégie :

### **TWAP** (*Time-Weighted Average Price*)

**Principe** : Distribuer l'ordre uniformément sur une période de temps spécifiée par le trader (ex: 4 heures).

**Fonctionnement** : L'ordre total est divisé en **quantités égales** exécutées à des **intervalles de temps réguliers**.

### **VWAP** (*Volume-Weighted Average Price*)

**Principe** : Exécuter l'ordre en proportion du **volume de trading attendu** pour le titre concerné.

**Fonctionnement** : L'algorithme **modélise le profil de volume historique** du titre (souvent plus de volume en début et fin de journée) et exécute de plus grandes tranches d'ordres lorsque le volume du marché est naturellement plus élevé.

# Évolution vers l'intelligence artificielle

L'intégration de l'Intelligence Artificielle (IA) marque le passage des algorithmes basés sur des **règles fixes (if-then-else)** à des systèmes de trading **auto-apprenants et adaptatifs**.

- **Règles Dynamiques** : Apprises et optimisées par le modèle.
- **Toutes les Données** : Prix, Actualités , Sentiment Social, Macroéconomie.
- **Découvrir et Optimiser** la meilleure stratégie en continu.
- **Apprend des erreurs** et s'ajuste aux nouvelles conditions de marché.

Ex : Deep Learning, *Reinforcement Learning*

# Avantages

**Exécution optimale :** Les ordres sont souvent exécutés aux meilleurs moment et au meilleur prix possibles.

**Faible latence :** Le placement des ordres est instantané et précis (forte probabilité d'exécution aux niveaux souhaités).

**Plus faible coût de transaction :** impact sur le marché plus faible

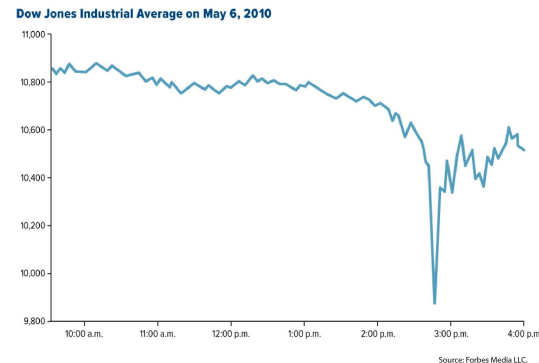
**Fiabilité :** Vérifications automatisées simultanées de plusieurs conditions de marché

**Absence d'erreur humaine :** risques d'erreurs manuelles lors du placement de l'ordre ou influence de facteurs émotionels

**Test :** possibilité de tester les algorithmes sur des données historiques en tant réel.

# Risques et Limites

- **Flash Crash** : chute soudaine et rapide des prix du marché, provoquée par des algorithmes réagissant de manière excessive et synchronisée à des conditions inattendues
- **Dépendance aux technologies** : des pannes ou des latences réseau peuvent causer des interruptions et des pertes potentielles (ex : panne du NASDAQ en 2013)
- **Manque de Jugement Humain** : les modèles ne perçoivent pas la dimension subjective du marché
- **Risques Éthiques** : De nouvelles formes de manipulation de marché, comme le Spoofing



Flash crash de 2010 : chute de -9 % en 3 minutes de l'indice boursier Dow Jones aux USA

# AlphaPy



Framework Python open-source pour démocratiser l'accès au Machine Learning financier

## Architecture :

**MarketFlow** : gère l'obtention des données via des API fiables et fait du Feature engineering (contexte des prix calculé)

**AutoML** : sélectionne et optimise automatiquement les meilleurs algorithmes de ML (XGBoost, Random Forest, ...)

**Intégration Pyfolio** : bibliothèque python spécialisée dans l'analyse de performance financière

# **Démonstration**

## **AlphaPy**

# Sources

- [https://en.wikipedia.org/wiki/August\\_2013\\_NASDAQ\\_flash\\_freeze](https://en.wikipedia.org/wiki/August_2013_NASDAQ_flash_freeze)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/2010\\_flash\\_crash](https://en.wikipedia.org/wiki/2010_flash_crash)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Algorithmic\\_trading#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Algorithmic_trading#History)
- <https://www.investopedia.com/articles/active-trading/101014/basics-algorithmic-trading-concepts-and-examples.asp#toc-advantages-and-disadvantages-of-algorithmic-trading>
- <https://github.com/ScottfreeLLC/AlphaPy>
- <https://alphapy.readthedocs.io/en/latest/>
- <https://rupeezy.in/blog/twap-vs-vwap>