

# Rapport - Partie Évaluation des modèles GARCH et LSTM

Auteur : En-Nasry Salma

---

## 1. Objectif de l'évaluation

Cette partie vise à évaluer et comparer les performances prédictives des modèles **GARCH** et **LSTM** pour la prévision de la volatilité financière. L'analyse repose sur les résultats obtenus dans le notebook d'évaluation et concerne deux actifs :

- l'indice **S&P 500 (GSPC)**,
- la cryptomonnaie **Bitcoin (BTC-USD)**.

L'objectif est d'identifier le modèle offrant les prévisions les plus précises et de vérifier si les différences observées sont statistiquement significatives.

---

## 2. Indicateurs d'évaluation utilisés

Les performances des modèles sont évaluées à l'aide des indicateurs suivants :

- **MSE (Mean Squared Error)** : mesure l'erreur quadratique moyenne entre la volatilité réalisée et la volatilité prédictive.
  - **RMSE (Root Mean Squared Error)** : racine carrée du MSE, exprimée dans la même unité que la volatilité, facilitant l'interprétation.
  - **Log-vraisemblance** : permet d'évaluer la qualité globale de l'ajustement du modèle sous l'hypothèse de normalité des erreurs.
  - **Test de Diebold-Mariano (DM)** : teste statistiquement l'égalité de performance entre deux modèles de prévision.
- 

## 3. Résultats de l'évaluation

### 3.1 S&P 500 (GSPC)

Les résultats montrent que les deux modèles parviennent à reproduire la dynamique générale de la volatilité du S&P 500. Le modèle **GARCH** fournit des prévisions relativement stables et lisses, tandis que le **LSTM** s'adapte légèrement mieux aux fluctuations locales.

Les valeurs de **MSE** et **RMSE** indiquent une différence modérée entre les deux modèles. La **log-vraisemblance** confirme que les ajustements sont globalement satisfaisants pour les deux approches. Le test de **Diebold-Mariano** suggère que la différence de performance entre GARCH et LSTM sur le S&P 500 n'est pas fortement marquée, ce qui confirme la robustesse du modèle GARCH pour un marché financier mature et relativement stable.

---

### 3.2 Bitcoin (BTC-USD)

Dans le cas du Bitcoin, caractérisé par une forte volatilité et des comportements non linéaires, les différences entre les modèles sont plus visibles. Le modèle **LSTM** présente généralement des erreurs (**MSE** et **RMSE**) plus faibles que celles du modèle GARCH.

La **log-vraisemblance** est également plus élevée pour le LSTM, indiquant un meilleur ajustement global. Le test de **Diebold-Mariano** met en évidence une différence de performance plus significative, suggérant que le LSTM est mieux adapté à la prévision de la volatilité sur les marchés très instables comme celui des cryptomonnaies.

---

## 4. Analyse comparative

L'analyse des indicateurs et des graphiques issus du notebook permet de conclure que :

- **GARCH** offre des prévisions stables et cohérentes, particulièrement adaptées aux marchés traditionnels,
  - **LSTM** capte plus efficacement les variations brusques et les régimes de volatilité complexes,
  - la supériorité d'un modèle dépend fortement de la nature de l'actif étudié.
- 

## 5. Conclusion de l'évaluation

Cette évaluation montre que le modèle **GARCH** reste une référence fiable pour la prévision de la volatilité sur des marchés classiques comme le S&P 500. En revanche, le modèle **LSTM** se révèle plus performant pour des actifs très volatils et non linéaires tels que le Bitcoin.

Ainsi, le choix du modèle doit être guidé par les caractéristiques du marché étudié. Une combinaison ou une hybridation des deux approches pourrait constituer une extension pertinente de ce travail.

---

**Fin de la partie Évaluation**