

La chute du Bitcoin était-elle prévisible ?

Une analyse multifractionnaire

Vincent Clerc

Lusenn

Janvier 2023



Un peu d'histoire

- La pertinence de l'analyse brownienne
- L'opportunité du passage à l'analyse multifractionnaire

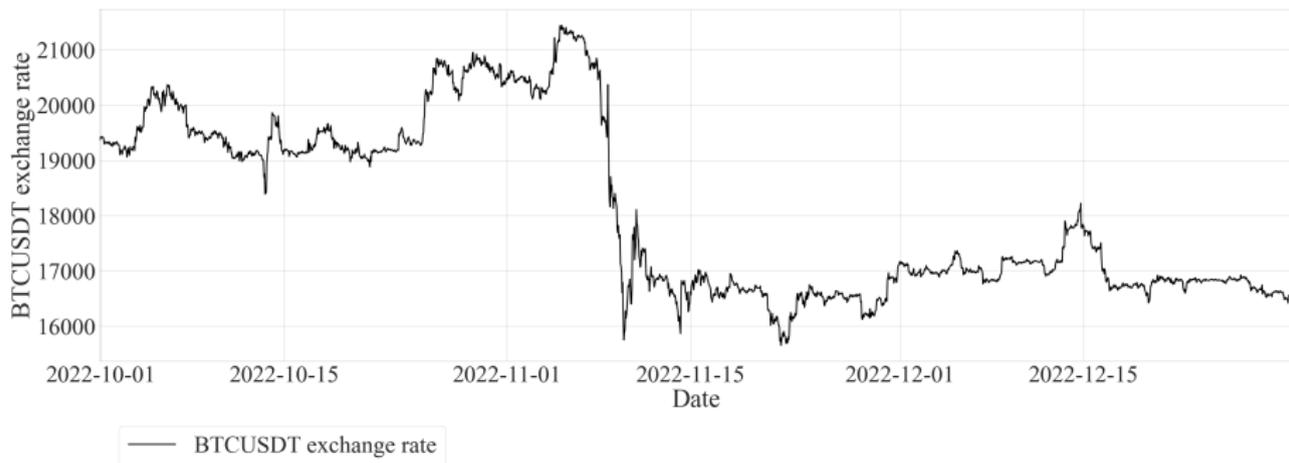
Quelques éléments d'analyse multifractionnaire

- Les mouvements browniens multifractionnaires
- L'exposant de Hurst, la persistance et la mémoire

En quoi l'analyse multifractionnaire permet-elle de prévoir des fluctuations ?

- Quelques événements marquants

Au début du mois de novembre 2022, la valeur du Bitcoin s'effondre.

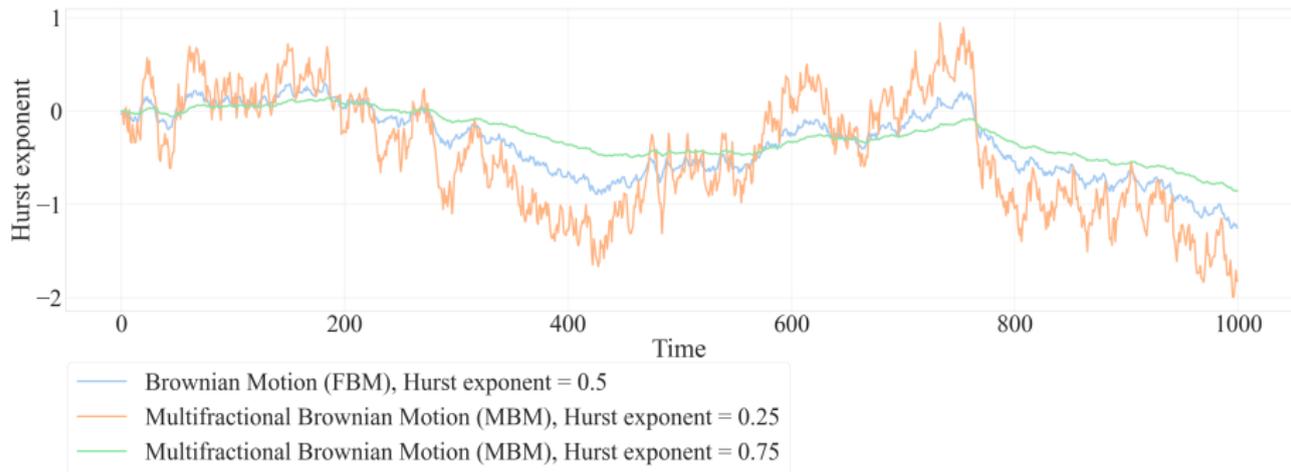


Parmi tous les modèles de séries temporelles de prix ou de change, ceux qui utilisent l'analyse multifractionnaire montrent leur adéquation, permettant de les quantifier et peut-être de les prédire.

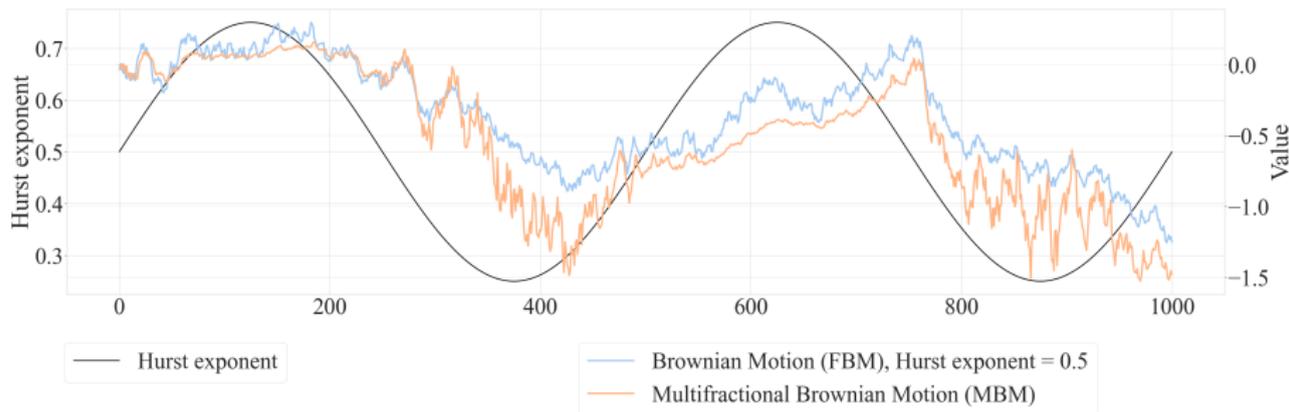
- Jules Regnault (1863) : cadre conceptuel de l'application du calcul des probabilités aux opérations de Bourse : "l'écart pris sur un grand nombre d'opérations est en raison directe de la racine carrée du temps".
- Louis Bachelier (1900) : première théorie mathématique du mouvement brownien, qui explique la répartition suivie par les acteurs du marché pour la variation des prix. Il existe une probabilité de tarification distincte de la probabilité statistique.
- Benoît Mandelbrot (1974) : fondation de l'analyse fractionnaire.

- Les fluctuations des prix sont imprévisibles et les rendements sont les réalisations d'un processus stochastique.
- La distribution des rendements est gaussienne.
- La volatilité d'une série temporelle est constante.
- Dans un modèle idéalisé de marché, la description des actifs financiers par une exponentielle du fBm entraîne l'existence d'opportunité d'arbitrage.

- Edwin Hurst (1951) : développement de la notion de persistance pour l'étude de données hydrologiques du Nil.
- Fischer Black et Myron Scholes (1973) : un modèle de prix d'action, fondé sur une hypothèse de volatilité constante.
- Benoît Mandelbrot (1975) : " Les objets fractals : forme, hasard et dimension" à propos des objets mathématiques présentant une autosimilarité, nouvel éclairage sur les notions de rugosité et d'irrégularité dans les marchés financiers.

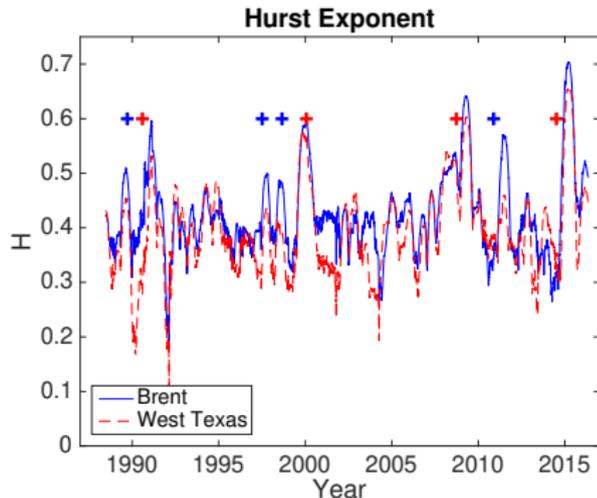
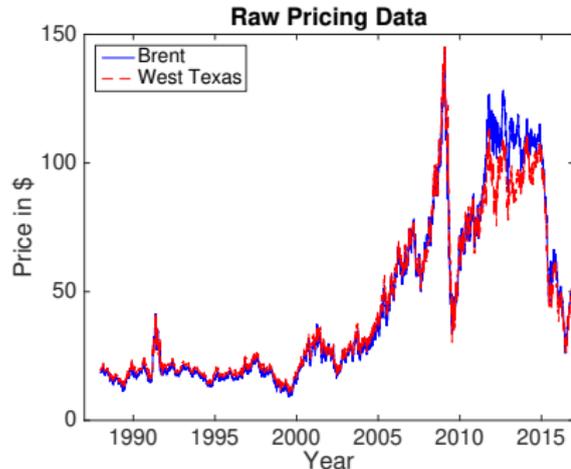


L'exposant de Hurst est relié à la dimension fractale d'une série temporelle. Il caractérise la structure de dépendance entre les accroissements ou rendements.



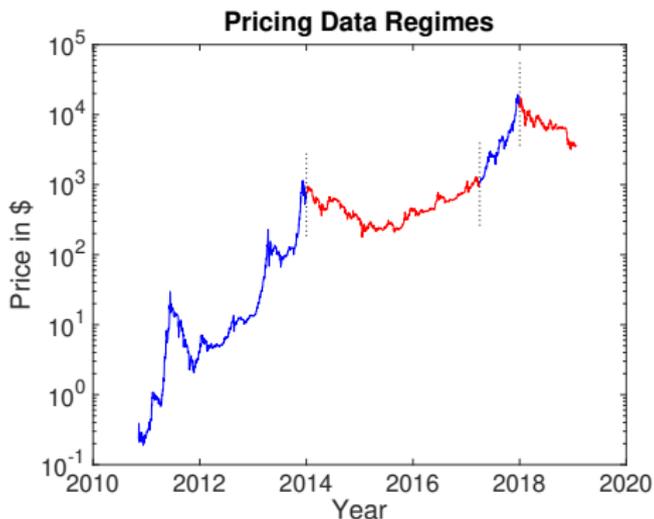
- La volatilité est une fonction du temps.
- Les dynamiques de prix sont qualifiées selon les tendances d'autocorrélation positive, persistantes, ou d'autocorrélation négative, anti-persistantes.

Une illustration pour les cours du pétrole



- Août 1990 : invasion du Koweït par l'Irak.
- Septembre 2008 : faillite de Lehman Brothers.
- Septembre 2010: crise de la dette en Europe.
- Juillet 2014 : liquidation de dérivés liés au pétrole par des gestionnaires de fonds.

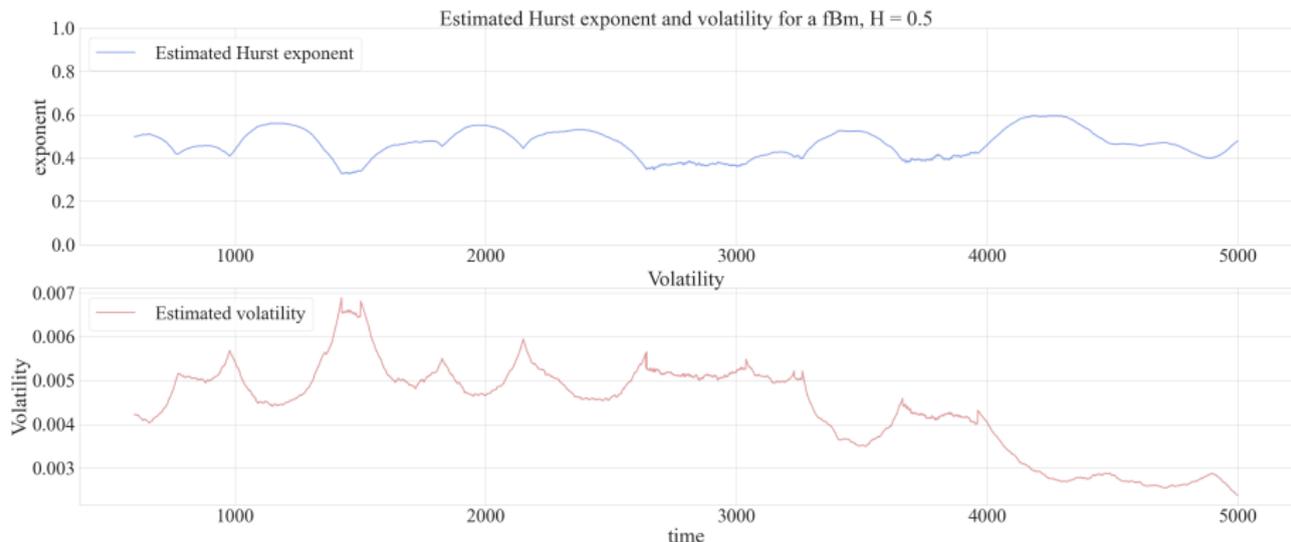
La distinction de régimes de prix : le cas du Bitcoin



Les changements de volatilité peuvent être détectés de manière efficace, confirmant l'adaptation de l'analyse multifractionnaire.

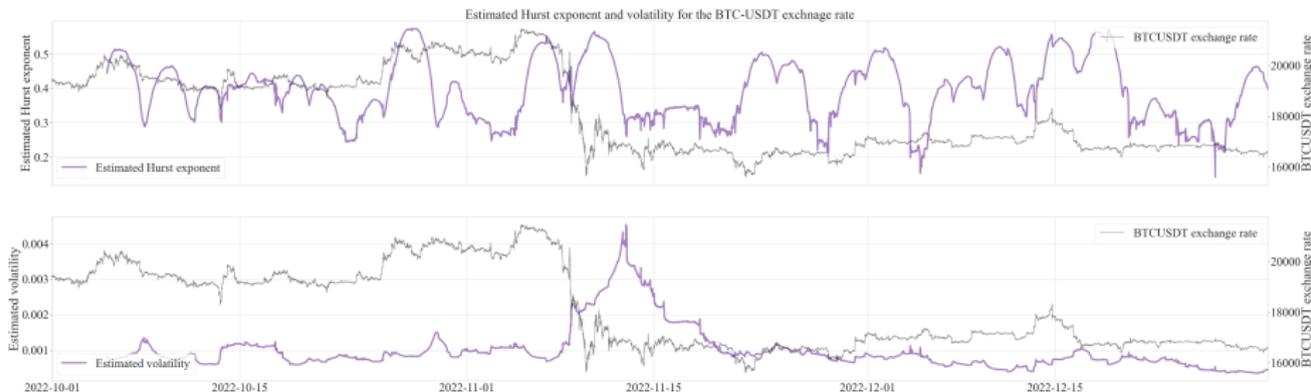
L'estimation de l'exposant de Hurst

- Décomposition en ondelettes de la série temporelle des prix.
- Volatilité relative à l'exposant de Hurst.
- Estimation robuste en présence bruit ou pour des données réelles.

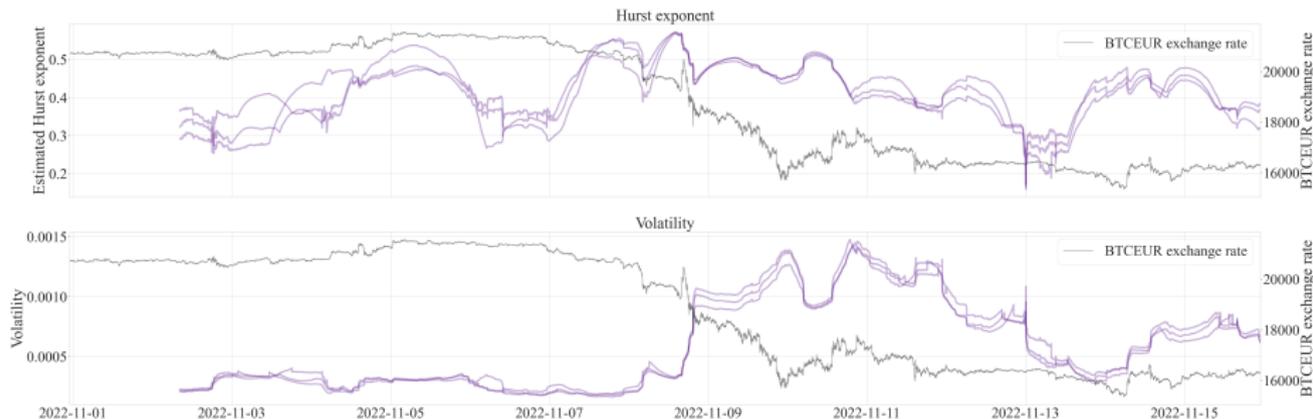


Que se passe-t-il avant et après la chute de FTX ?

Début novembre 2022, une crise de liquidité du jeton créé par FTX entraîne une réaction en chaîne., se soldant par la faillite de FTX et un (nouvel) effondrement du Bitcoin.

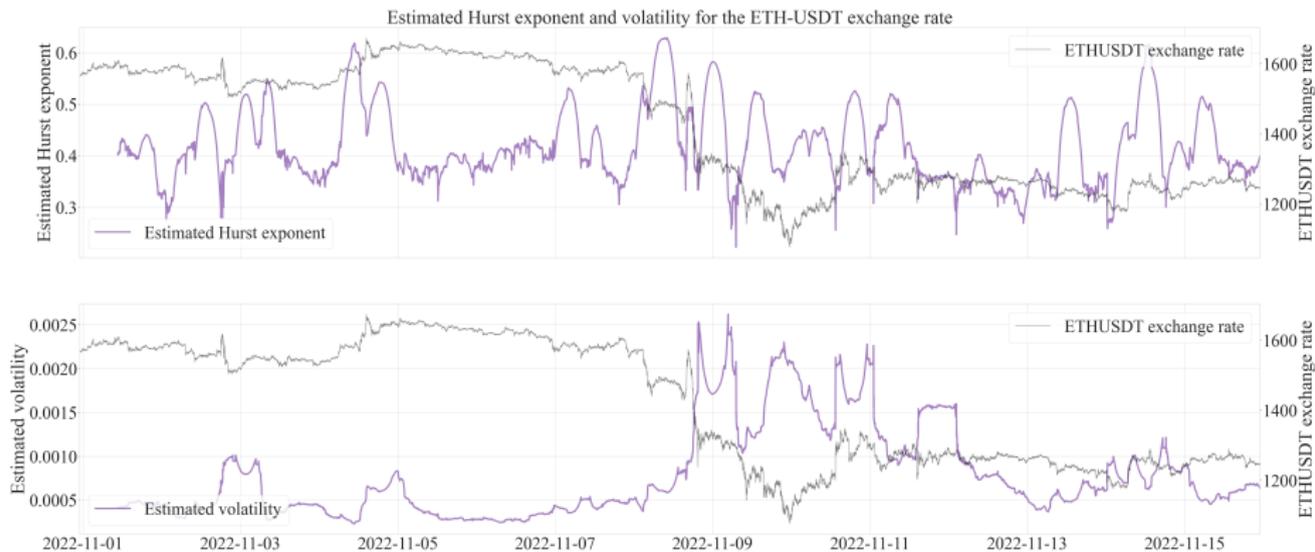


Les exposants de Hurst et volatilités estimés associés aux taux de changes BTC-USD, BTC-EUR et BTC-GBP sont très similaires.



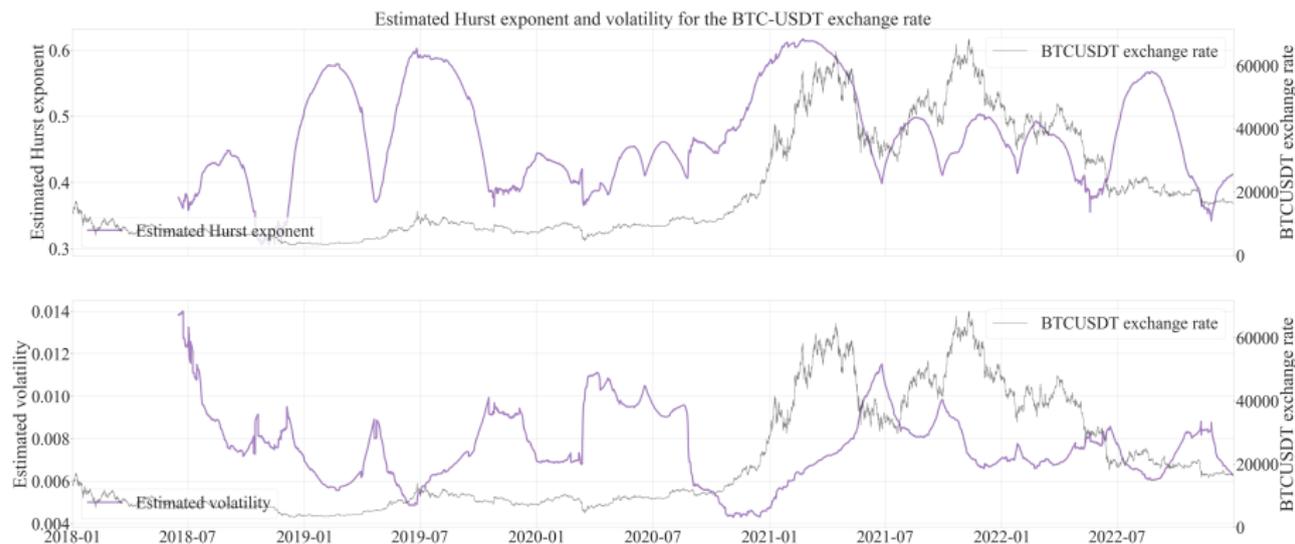
- L'exposant de Hurst seul nous permet d'identifier des périodes de persistance des rendements.
- L'estimation de la volatilité associée à l'exposant de Hurst permet de distinguer une turbulence d'une tempête.

On observe un comportement similaire si l'on s'intéresse à une autre cryptomonnaie, l'Ethereum.



Changement d'échelle : une histoire "anormale"

Pour analyser l'histoire du Bitcoin depuis plusieurs années, il est nécessaire de changer d'échelle.



- La chute de FTX n'apparaît que comme un événement anormal de faible ampleur par rapport à d'autres périodes.
- L'estimation de la volatilité associée à l'exposant de Hurst permet de distinguer une turbulence d'une tempête.

- L'analyse multifractionnaire permet d'identifier en temps réel des comportements anormaux de marchés.
- Le calcul de la volatilité associée à l'exposant de Hurst apporte une confiance plus importante dans cette estimation.
- Le couplage de ces deux indicateurs semble posséder un pouvoir prédictif.