



UNIVERSITÉ DE NANTES



**IAE NANTES**  
ÉCONOMIE & MANAGEMENT

**Master Econométrie et Statistiques, parcours Econométrie Appliquée**

**Mémoire de Master 1**

**La financiarisation des matières premières :  
Une approche par l'étude des co-mouvements de marchés**

**ROMAND Kyllien**

Sous la direction de Camille AÏT-YOUCÉF

Juin 2021

**EKAP**

Master Économétrie Appliquée

## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé durant cette année, et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Dans un premier temps, je remercie Camille AÏT-YOUCCEF, qui a su m'encadrer et me partager son savoir concernant le sujet de ce mémoire, et qui m'a donné l'envie de continuer à chercher des idées pour pouvoir expliquer ce sujet. Je la remercie sincèrement pour toute son aide qu'elle m'a apportée.

Je remercie également l'ensemble de l'équipe enseignante du Master EKAP qui ont réussi à nous donner cours, et à nous transmettre leur passion malgré les conditions sanitaires. Notamment Olivier DARNE et Muriel TRAVERS, qui ont été très présent et à l'écoute des problèmes rencontrés tout au long de l'année.

Je souhaite aussi exprimer toute ma gratitude envers Jean-Baptiste BONNIER qui a accepté de me transmettre son chapitre de thèse, mais surtout la base de données qu'il a confectionnée pour celui-ci.

Je remercie mes parents Axel ROMAND et Valérie ROMAND qui m'ont toujours apporté soutien et raison, mais aussi ma sœur Maëlie ROMAND qui sera toujours présente pour moi.

Finalement, je souhaite remercier mes proches Benoit GUIGMA, sans qui mon parcours scolaire ne serait pas du tout le même et qui a permis qu'on se tire vers le haut mutuellement ; Téo HENRIET et Valentin BONTRON, dont les discussions m'ont permis de m'ouvrir plus sur le monde et d'avoir un regard différent sur celui-ci ; Lucas HENRIET et Benjamin GIRARD qui ont toujours les mots pour faire changer d'état d'esprit, et égayer l'horizon. Toutes ces dernières personnes citées ont su m'apporter leur soutien et je souhaite les en remercier chaleureusement.

Mes dernières pensées vont à Camilia SETTI qui a su me supporter durant toute cette année, je la remercie chaleureusement.

## Résumé

Au début des années 2000, les Etats-Unis ont mis en place une libéralisation accrue des marchés à termes des matières premières, qui a permis l'arrivée de nouveaux acteurs sur ces marchés. S'en est suivi depuis cette période un volume de plus en plus grandissant sur les différents produits dérivés liés à ces actifs, qui s'en est suivi d'une montée des prix. On peut se demander si les marchés des matières premières subissent un effet de financiarisation, c'est à dire que les agents financiers ont un poids important quant à la formation des prix. Afin d'essayer de répondre à cette grande question, il a été utilisé un modèle DCC-GARCH pour essayer de déterminer si des co-mouvements entre les différents marchés sont apparus depuis 2006, et si oui qu'elles en seraient les causes.

Suite à la mise en place de cette méthode économétrique, il a pu être remarqué que des pics de corrélations sont apparus pendant différentes périodes, toutefois la majorité de ces relations apparaissent dans le cadre d'événements macroéconomiques (aléas climatiques, aléas politiques, conjoncture économique). De plus les sens de causalité restent à être déterminer à l'aide de test économétrique. Il ne peut être conclu que les marchés de matières premières ont connu un effet de financiarisation à la fin de cette étude.

## Abstract

At the beginning of the 21st century, the United-States started a big liberalisation of the commodity markets, which allowed the arrival of new players in these markets. After that the volumes have only increased on the derivative product from commodities, which was followed by a price increase. We can ask if the commodity markets are undergoing a financialization effect, that is that financial agents have a significant influence on the formation of prices.

For try to answer of this question of commodity financialization, we used a DCC-GARCH model, for determine if different commodity moved in the same way since 2006, and if the answers is yes try to explain why.

We found correlation peaks that appeared in different periods, but the majority of this peaks are explain by macroeconomic events, like climatic hazards, political hazards or world economic situation. In addition, the sens of causality are not determine and need to be by econometric tests. We cannot therefore conclude about the commodity financierilization.

**Mot Clés :** Macroéconomie, Marché à Termes, Marché des Matières Premières, Modèle DCC-GARCH, Logiciel R

## Sommaire

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Introduction                        | p 6  |
| Revue de la littérature             | p 9  |
| Partie économétrique et explication | p 12 |
| Données et Résultats                | p 20 |
| Conclusion                          | p 40 |
| Bibliographie                       | p 42 |
| Annexes                             | p 46 |

## Introduction

Au début des années 2000, le gouvernement des Etats-Unis met en place une dérégulation financière et une libéralisation des marchés à terme des matières premières, qui a permis l'arrivée de nouveaux acteurs, mais qui a aussi permis l'essor de produits dérivés avec pour sous-jacent des matières premières tel que des indices ou des Exchange Traded Funds (ETF). Cette libéralisation du marché a amené une augmentation des volumes échangés sur les marchés à terme. Par exemple, les nouveaux acteurs que sont les Commodity Index Trader ont passé leurs investissements de 15 Milliards de Dollars US en 2003 à 200 Milliards de dollars US mi-2008 dans les marchés à terme des matières premières. Cependant leurs investissements se font généralement sur des indices, de manière que s'ils décident d'investir directement sur des contrats à terme ils passent par le biais d'intermédiaires que sont les SWAP Dealers.

La question de financiarisation des matières premières, et des problèmes qu'elle amène, a été soulevée à la suite de la hausse des prix excessifs pendant la période 2007-2008, période pendant laquelle les marchés financiers en général ont été très agités, et qui a été suivi par l'éclatement d'une bulle et d'une contraction des prix des matières premières. Cette hausse des prix a entraîné par la suite de nombreux bouleversements : les printemps arabes sont considérés par certains comme la conséquence de la hausse des prix énergétiques ; mais surtout le passage à 1 milliards de personnes considérées comme en sous-alimentation voire en état de famine à cause de l'augmentation des prix agricoles.

Tout d'abord il est nécessaire de rappeler pourquoi les marchés à terme ont été créés et qu'elles sont leurs utilités. Appelée bourse de commerce la première est apparue au Japon aux XVIIe siècles afin d'y échanger du riz, la deuxième à être créée est celle de Chicago, le CBOT, apparaît aux XIXe siècles, elle est devenue en 2007 le plus gros marché de contrats à terme au monde en fusionnant avec le CME, afin de devenir le CME Group. Les contrats à terme qui y sont échangés permettent aux producteurs d'écouler leurs stocks à différentes dates et donc de se couvrir face à un risque de perte, tout comme les acheteurs qui peuvent se couvrir face une hausse importante du prix et d'être livré à une date donnée. Outre le fait de couvrir un risque que cela soit du côté de l'offre ou de la demande, ces entités permettent d'avoir un lieu qui n'est plus physique depuis quelques années où l'offre et la demande peuvent se

rencontrer. Cependant avec l'arrivée des produits dérivés sur ces marchés la livraison du sous-jacent n'est plus obligatoire contrairement avec les contrats forwards, ce qui permet aux nouveaux acteurs financiers de ces marchés de se couvrir par rapport à un risque de manière différente ou de diversifier leurs portefeuilles, cette diversification de portefeuille peut amener à une spéculation.

Ainsi les marchés à terme sont un besoin nécessaire et obligatoire, qui permet la rencontre entre l'offre et la demande, cette liaison a toutefois été perturbée par l'arrivée des hedge fund, et aussi des algo trading qui ne se basent sur plus les fondamentaux des sous-jacents mais sur des stratégies d'arbitrages entre les marchés ou sur de "l'analyse technique". Pour de nombreux économistes, la hausse des prix pendant ces périodes est due à plusieurs phénomènes : un choc sur l'offre qui a été amené par des aléas climatiques, ou de l'arrivée de nouveaux producteurs sur les marchés pétroliers avec le pétrole de schiste des Etats-Unis. Mais aussi un choc sur la demande amené par l'augmentation de la consommation dans les pays émergents, qui ont vu leur niveau de vie augmenté suite à une forte croissance et à une forte urbanisation, bousculant leur mode de vie et amenant à "s'occidentaliser", mais aussi un appétit plus grand pour les biocarburants afin de diminuer les demandes en pétrole. Tous ces grands changements, qu'ils soient macroéconomiques, ou qu'ils correspondent à un choc sur l'offre ou sur la demande, amènent des modifications sur le long terme des prix ; contrairement aux changements de positions ou d'investissements sur les marchés financiers qui ont en principe un effet sur le court terme. Cependant, il a été remarqué que leur impact est durable dans le temps. Ceci a pu être décelé suite aux co-mouvements qui sont apparus entre les marchés des actions et les marchés des matières premières pendant ces périodes.

De nombreuses questions sont donc soulevées concernant la financiarisation des matières premières, et qui n'amènent aucun consensus de la part des économistes et dont le débat est toujours ouvert : Une financiarisation est-elle présente sur les marchés des matières premières ? Une contagion entre les différents marchés de matières premières a-t-elle été possible ? Les positions des agents financiers sur les contrats à terme ont-ils un impact sur la formation du prix de ces derniers ?

Dans ce papier, il sera utilisé un modèle DCC-GARCH afin de déterminer les corrélations conditionnelles dynamiques entre différents contrats de matières premières, et de définir si une contagion entre les différents marchés de matières premières a existé. Les prix des

contrats ont été formulés à l'aide de la méthode de roulement S&P GSCI. Ce roulement est expliqué dans la méthodologie de la création de l'index S&P GSCI et dans le cadre de ce papier il a été mis en place par Jean-Baptiste Bonnier pour son chapitre de thèse "Speculation and informational efficiency in commodity futures markets". Un deuxième point sera étudié, toujours à l'aide d'un modèle DCC-GARCH, la relation de corrélation dans le temps entre les prix des contrats et les changements de positions des différents acteurs recensés par la CFTC, dans le cadre des rapports élaborés hebdomadairement depuis 2006 sur les positions prises par les acteurs financiers sur les marchés à terme.

Dans la suite de ce papier, il sera résumé la littérature économique existante concernant la financiarisation des matières premières, les explications liées à la hausse des prix et les changements de positions des investisseurs, puis sera expliquée la méthodologie économétrique, pour ensuite présenter les données et les résultats trouvés, s'ensuivra la dernière partie afin de conclure sur les questions soulevées dans cette introduction.



## Revue de la Littérature

La financiarisation des matières premières peut se définir de plusieurs façons, celle qui sera retenue pour ce papier est celle de Créti et al (2013) : « le processus de financiarisation fait référence à la situation dans laquelle le prix d'une matière première n'est pas uniquement déterminé par l'offre et la demande pour ce bien, mais aussi par des facteurs financiers et le comportement des investisseurs sur les marchés dérivés ».

Dans une publication de 2011, l'OFCE établit un lien entre l'appréciation des prix des matières premières, après leurs chutes brutales de 2009, et la reprise économique marquée surtout par la croissance rapide des pays émergents, cependant ils expliquent très peu pourquoi cette chute des prix a eu lieu et surtout pourquoi pendant la période précédant ce krach les prix ont connu une véritable flambée. La littérature économique à ce sujet ne fait en aucun cas unanimité, pour certains les positions des spéculateurs pouvaient en être la cause, pour d'autres ce sont des facteurs fondamentaux.

Dès 1993, Pindyck et Rotemberg remarquent des co-mouvements qui apparaissent entre les différents marchés de matières premières, et que ces derniers suivent une même tendance qui semble persister dans le temps, l'idée établie est que ces mouvements sont dû aux positions prises par les traders, et donc que ces derniers auraient une influence sur le prix. Cette idée est corroborée par les résultats qu'ont eu Büyüksahin et Robe (2014), ils ont utilisé une base de données non publique fournie par la CFTC avec laquelle ils ont pu déterminer que les rendements sur 17 matières premières étaient corrélés à l'investissement des spéculateurs plus particulièrement des Hedge Fund. Et donc que cette catégorie d'agents financiers augmente les liens entre les différents marchés en investissant massivement sur l'ensemble des matières premières. Bichetti et Maystre (2013) détectent l'apparition de co-mouvements non plus entre les différents marchés de matières premières, mais entre les marchés de matières premières et les marchés des actions sur le court terme voir le très court terme, comme pour le pétrole où ils ont étudié des intervalles en seconde.

Afin de déterminer correctement si ces co-mouvements étaient dû à une financiarisation, il est nécessaire de déterminer le sens causal des relations entre les prises de positions des investisseurs et les prix des futures, car corrélation ne veut pas dire causalité. Singleton (2014) détermine que la hausse du volume des positions long a un effet significatif sur le prix du

pétrole brut, alors que la plupart des études académiques s'accordent sur ce point : les changements de positions des agents financiers, qui sont détectables grâce aux bases de données de la CFTC, et le prix des matières premières n'ont aucune relation significative : Hamilton et Wu (2015), Stoll et Whaley (2010), Irwin et al (2009), Irwin et Sanders (2010,2011).

Cordier et Gohin (2014) ont trouvé un effet significatif, à l'aide d'un test de causalité à la Granger, entre les changements de positions dans des ETF liés au pétrole, à l'or, au sucre et au café vers les positions à terme sur le maïs et donc sur le prix de cet actif. Cet effet causal serait dû aux grandes capitalisations de ces produits dérivés et qu'elles auraient un effet sur les prix à terme du maïs.

Bruno et al (2013) déterminent grâce à un modèle SVAR et une base de données fournie par la CFTC, que les changements de positions de certains agents financiers et les prix des futures ont une corrélation positive qui était en hausse jusqu'en 2008 pour diminuer après le krach boursier, cependant aucune causalité entre les deux n'est vérifiée, et ils affirment au contraire que ce sont des facteurs fondamentaux tels que des chocs sur l'offre et la demande qui sont les causes de la hausse de la volatilité des prix de matières premières. Ce qui est confirmé par de nombreuses autres études, Alquist et al (2020) les co-mouvements sur les différents marchés sont dus à des fluctuations macroéconomiques, Hamilton (2009) indique que c'est la hausse de la demande en provenant des pays émergents plus particulièrement en provenance de la Chine qui expliquerait l'explosion du prix du pétrole, Irwin et al (2009) approuvent que la spéculation sur les marchés est effectuée suite à des changements sur les fondamentaux et donc que le prix spot induit le prix des futures, ou encore Capelle-Blancard et Coulibaly (2011) qui ont déterminé une non-causalité pour 12 produits agricoles entre les prix d'indice dont le sous-jacent est un de ces produits agricoles et les prix sur les marchés à terme, mais que ce sont l'arrivée de nouveaux acteurs sur ces marchés, plus particulièrement l'arrivée des Hedge Fund qui ont augmenté le volume sur ces actifs et qui par la suite ont fait augmenter leur prix.

Alors que la non-causalité fut démontrée, certains en arrivent à d'autres conclusions comme Hernandez et Tonero (2010) qui déterminent un effet causal du prix des futures au prix spot, c'est à dire que le prix spot est induit par le prix des futures. Tout comme Sockin et Xiong

(2015) qui démontrent que des chocs liés à l'information sur les marchés, chocs qui ne sont pas liés aux fondamentaux de l'actif, se répercutent des prix des futures aux prix spot.

L'information a un impact de plus en plus important, c'est pourquoi un transfert peut s'effectuer des futures aux spots, puisque les investisseurs vont chercher à se couvrir par rapport à un risque et donc amener un changement sur les prix (Henderson et al, 2015). C'est pour cela qu'une information concernant un changement sur les fondamentaux aura un impact beaucoup plus grand qu'auparavant. Les acteurs de ces marchés ont recours à de plus en plus de moyens pour avoir de l'information (changement des stocks, aléas climatiques, photos satellites), mais aussi pour investir ou se couvrir par rapport à un risque, ce sont donc des changements de fondamentaux qui amènent à des changements dans les prix car les spéculations sont plus importantes aussi (Pierre et Thurler, 2009).

Les économistes n'arrivent donc pas à un consensus concernant les sens de causalité concernant la création des prix, ou les hausses de volatilité. Le débat est donc ouvert et tout travail concernant le sujet de la financiarisation des matières premières apporte de nouvelles questions qui restent ouvertes.

## Partie Econométrie et Explications

### Modèle DCC-GARCH

Le premier processus ARCH(q) a été proposé par Engle en 1982, il est basé sur une paramétrisation quadratique de la variance conditionnelle, ou variance totale ; ceci permet d'obtenir une forme linéaire qui est de la forme :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \alpha_0 + \alpha(L) \varepsilon_t^2$$

**Avec  $\alpha_0 > 0$  et  $\alpha_i \geq 0 \forall i$ .**

Le modèle ARCH(q) permet de prendre en compte les regroupements de volatilité, ce qui convient de dire de prendre en compte les variations de prix fortes (respectivement faibles) qui sont suivies par d'autres fortes (respectivement faibles) mais dont le signe est impossible à prédire.

En 1986, Bollerslev généralise ces modèles et élaborent les modèles GARCH(p,q) (Generalized ARCH). Ce nouveau processus permet de prendre en compte les retards de variance, puisqu'il les incorpore à l'équation du modèle, qui est donnée par :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 = \alpha_0 + \alpha(L) \varepsilon_t^2 + \beta(L) \sigma_t^2$$

**Avec  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$ ,  $\beta_j \geq 0$ ,  $\forall i, \forall j$ .**

Une condition nécessaire à l'élaboration d'un modèle GARCH est la stationnarité faible de la série chronologique étudiée, car la détermination des variables  $p$  et  $q$  s'effectuent à l'aide de l'étude des autocorrélations et autocorrélations partielles de la série.

Malgré le nombre d'utilisations possibles de ces modèles dans l'étude de séries financières, un point négatif important a été soulevé par de nombreux auteurs (Nelson (1991)), la formulation de la variance totale par une approche quadratique oblige que les variances étudiées soient de même signe ou de même ampleur. Nelson critique ces modèles pour deux raisons principales :

- Dans le cadre d'étude d'une série temporelle, la mise en équation de la variance conditionnelle à l'aide d'une forme quadratique ne permet pas d'entrevoir les phénomènes d'asymétrie que sont la hausse de volatilité lorsque le prix chute et la baisse de volatilité lorsque le prix augmente.
- La mise en place de contraintes de positivité sur les paramètres qui obligent la variance conditionnelle à être positive, alors que celle-ci peut subir des chocs dont le signe peut être positif ou négatif et qui aura donc forcément un effet positif sur la volatilité courante, ce qui rend la relation fallacieuse.

C'est pourquoi suite à ces critiques de nombreux modèles ont été élaborée afin de prendre en compte ces critiques : les modèles EGARCH, TGARCH, QGARCH, VEC-GARCH, BEKK-GARCH, CCC-GARCH et DCC-GARCH. Dans ce mémoire sera étudié et utilisé uniquement le modèle DCC-GARCH.

Le Dynamic Conditional Correlation – GARCH a été produit par Engle en 2002 et est une généralisation du modèle CCC-GARCH élaboré par Bollerslev en 1990. Ce modèle permet d'étudier la volatilité mais aussi la corrélation entre des séries financières. L'estimation du modèle s'effectue en deux étapes, la première est l'estimation d'un GARCH univarié, et la seconde est l'estimation des corrélations conditionnelles à partir des rendements standardisés des modèles GARCH établis précédemment. Ce modèle est très intéressant en finance puisqu'il permet l'étude de la corrélation entre plusieurs séries financières, étant donné que celles-ci ne sont pas constantes dans le temps et permet donc aux gestionnaires d'actifs, si une décorrélation apparaît dans deux actifs normalement corrélés, de prendre position afin que cette corrélation réapparaisse, mais aussi dans la gestion d'un portefeuille qui demande l'étude des corrélations dans le temps.

Tout d'abord il est nécessaire de définir quelques notions liées à l'élaboration d'un modèle DCC-GARCH.

La corrélation est donnée par la formule de corrélation Pearson, qui est comprise dans [-1;1] et qui s'écrit par, avec  $r_1$  et  $r_2$  les variables étudiées :

$$\rho_{12,t} = \frac{E_{t-1}(r_{1,t}r_{2,t})}{\sqrt{E_{t-1}(r_{1,t}^2)E_{t-1}(r_{2,t}^2)}}$$

Dans cette définition de corrélation de Pearson, on connaît les informations de la période précédente, ainsi une prévision sur plusieurs périodes est possible. Afin de mieux comprendre la relation entre les variances conditionnelles et les corrélations conditionnelles, il est nécessaire de réécrire les rendements comme l'écart-type conditionnel multiplié par la perturbation (erreur) :

$$h_{i,t} = E_{t-1}(r_{i,t}^2), \quad r_{i,t} = \sqrt{h_{i,t}}\varepsilon_{i,t}, i = 1, 2$$

Epsilon est une erreur normalisée, qui a donc une espérance égale à 0 et une variance égale à 1 pour toutes les séries étudiées. La formule la plus populaire, quant à la quantification des corrélations glissantes sera traduite par les rendements ayant une espérance nulle (série stationnaire) par :

$$\hat{\rho}_{12,t} = \frac{\sum_{s=t-n-1}^{t-1} r_{1,s}r_{2,s}}{\sqrt{(\sum_{s=t-n-1}^{t-1} r_{1,s}^2)(\sum_{s=t-n-1}^{t-1} r_{2,s}^2)}}$$

En utilisant la formule précédente et la clarification des rendements par l'écart-type conditionnel, on obtient : **estimateur 1**

$$\rho_{12,t} = \frac{E_{t-1}(\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t})}{\sqrt{E_{t-1}(\varepsilon_{1,t}^2)E_{t-1}(\varepsilon_{2,t}^2)}} = E_{t-1}(\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t})$$

Cependant cette formulation donne un même poids pour chaque observation de la période étudiée ( $n=100 = \text{MA100}$ ). Afin de donner des poids différents de 1 on peut utiliser la formulation d'un lissage exponentiel qui introduit un paramètre lambda : **estimateur 2**

$$\hat{\rho}_{12,t} = \frac{\sum_{s=1}^{t-1} \lambda^{t-j-1} r_{1,s} r_{2,s}}{\sqrt{(\sum_{s=1}^{t-1} \lambda^{t-s-1} r_{1,s}^2)(\sum_{s=1}^{t-1} \lambda^{t-s-1} r_{2,s}^2)}}$$

Il est aussi nécessaire de définir la matrice des covariances conditionnelles des rendements par :

$$E_{t-1}(r_t r_t') \equiv H_t$$

Les deux estimateurs introduits précédemment peuvent être définis par ces matrices, respectivement :

$$H_t = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (r_{t-j} r_{t-j}') \text{ et } H_t = \lambda (r_{t-1} r_{t-1}') + (1 - \lambda) H_{t-1}$$

Cependant, il est nécessaire que les covariances et les variances soient des fonctions linéaires du carré et des produits des rendements financiers étudiés, c'est pourquoi la mise en place de ces fonctions se fait à l'aide de la méthode utilisée lors de l'élaboration d'un modèle VEC-GARCH (Engle and Kroner (1995)). Ce processus paramétrise le vecteur de toutes les covariances et variances, définit par  $vec(H_t)$  et par la formule :

$$vec(H_t) = vec(\Omega) + A vec(r_{t-1} r_{t-1}') + B vec(H_{t-1})$$

Avec A et B, deux matrices de longueur  $n^2 \times n^2$ . Toutefois il est nécessaire encore une fois d'avoir une contrainte, qui est "le ciblage de la variance" qui correspond en langage mathématique : la matrice de covariance de la variance à long terme est la covariance de l'échantillon matrice. Pour généraliser le modèle VEC, on peut le définir par :

$$vec(\Omega) = (I - A - B) vec(S), \text{ où } S = \frac{1}{T} \sum_t (r_t r_t')$$

## Mise en place du modèle DCC-GARCH

Le modèle DCC-GARCH peut être vu comme une généralisation du modèle Constant Conditional Correlation-GARCH (CCC-GARCH) introduit par Bollerslev (1990), avec :

$$H_t = D_t R D_t, \text{ où } D_t = \{\sqrt{h_{i,t}}\}$$

Et  $R$  la matrice de corrélation définie par :

$$E_{t-1}(\varepsilon_t \varepsilon_t') = D_t^{-1} H_t D_t^{-1} = R, \text{ puisque } \varepsilon_t = D_t^{-1} r_t$$

Afin d'étudier la corrélation dynamique, le modèle DCC-GARCH introduit un estimateur appelé DCC, qui est seulement la mise en place de  $R$  en fonction du temps, la formulation de  $H_t$  se définit ainsi par :

$$H_t = D_t R_t D_t$$

$R_t$  est donc défini par un troisième paramètre qui est le temps, et se détermine par la formulation d'une moyenne pondérée géométriquement des résidus normalisés :

$$\rho_{i,j,t} = \frac{\sum_{s=1}^{t-1} \lambda^s \varepsilon_{i,t-s} \varepsilon_{j,t-s}}{\sqrt{(\sum_{s=1}^{t-1} \lambda^s \varepsilon_{i,t-s}^2)(\sum_{s=1}^{t-1} \lambda^s \varepsilon_{j,t-s}^2)}} = [R_t]_{i,j}$$

Ainsi cette formulation permet la création d'une matrice de corrélation à chaque moment  $t$ . Afin de construire cette corrélation on peut l'étudier à partir d'un modèle GARCH(1,1), ce qui donne :

$$q_{i,j,t} = \bar{\rho}_{ij} \left( \frac{1 - \alpha - \beta}{1 - \beta} \right) + \alpha \sum_{s=1}^{\infty} \beta^s \varepsilon_{i,t-s} \varepsilon_{j,t-s}$$

Avec  $\bar{\rho}_{ij}$  : qui est l'espérance conditionnelle du produit croisé. L'estimateur de corrélation est alors donné par :

$$\rho_{i,j,t} = \frac{q_{i,j,t}}{\sqrt{q_{i,i,t} q_{j,j,t}}}$$



Et donc la matrice de cet estimateur est définie par :

$$Q_t = S(1 - \alpha - \beta) + \alpha(\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}) + \beta Q_{t-1}$$

Avec  $S$  la matrice des corrélations conditionnelles des résidus.

### Estimation du Modèle

Le processus DCC peut être formulé à partir des spécifications statistiques suivantes :

$$r_t | \mathfrak{F}_{t-1} \sim N(0, D_t R_t D_t)$$

$$D_t^2 = \text{diag}\{\omega_i\} + \text{diag}\{\kappa_i\} \circ r_{t-1} r'_{t-1} + \text{diag}\{\lambda_i\} \circ D_{t-1}^2$$

$$\varepsilon_t = D_t^{-1} r_t$$

$$Q_t = S \circ (\mu' - A - B) + A \circ \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} + B \circ Q_{t-1}$$

$$R_t = \text{diag}\{Q_t\}^{-1} Q_t \text{diag}\{Q_t\}^{-1}$$

### Explications de la mise en place des modèles économétriques

Le fait de travailler avec des séries dîtes financières implique de confirmer que celle-ci suivent différentes propriétés, qui doivent être vérifiées avant la modélisation de n'importe quel modèle sur celles-ci.

Les rendements des séries, c'est à dire la différence logarithmique des prix, doit être stationnaire pour le vérifier il faut appliquer un test de racine unitaire, dans le cadre de ce papier le test utilisé est le Test de Dickey-Fuller augmenté, son hypothèse nulle est que la série étudiée n'est pas stationnaire.

Toujours dans le cadre des rendements, ces derniers lorsqu'ils sont mis au carré, ils apparaissent généralement comme étant fortement auto corrélés alors que les rendements le sont mais très faiblement (bruit blanc), l'absence d'autocorrélation des rendements fait référence à l'hypothèse d'efficience des marchés. Pour vérifier cette hypothèse, un Test de

Ljung-Box est effectué, ce test permet de déterminer s'il y a non autocorrélation, son hypothèse nulle est qu'il n'y pas autocorrélation de la série étudiée.

Il y a une asymétrie entre gain et perte, il y a une distribution asymétrique : il y a plus de mouvements forts à la baisse qu'à la hausse. La série ne suit pas une loi normale centrée réduite. Pour le vérifier il faut regarder si la série a un skewness inférieur à 0.

Elle a une queue de distribution épaisse, c'est à dire que les rendements ont plus de valeurs extrêmes qu'une série qui suit une loi normale, donc l'hypothèse de normalité des rendements est rejetée. On parle de distribution leptokurtique. Pour vérifier la non-normalité de la série des rendements un test de Jarque Bera est effectué, son hypothèse nulle est que la série étudiée suit une loi normale, mais il faut aussi vérifier que le kurtosis de la série des rendements est supérieur à 3 pour que la distribution soit bien leptokurtique.

Il apparaît sur la série des rendements des clusters de volatilité, c'est à dire que des mouvements forts à la hausse entraînent par la suite des mouvements forts à la hausse et inversion avec des mouvements forts à la baisse, c'est à dire que des mouvements de forte volatilité entraînent d'autres mouvements de forte volatilité de même amplitude que l'on peut regrouper par cluster.

Les queues épaisses conditionnelles : même une fois la volatilité clustering corrigée, la distribution des résidus demeure leptokurtique c'est à dire à queue épaisse et donc avec un kurtosis supérieur à 3.

Et la dernière propriété concerne l'effet levier, c'est à dire que les rendements négatifs ont un impact plus grand sur la volatilité de la série que des rendements positifs d'une même ampleur.

Une fois que ces propriétés sont vérifiées pour chacune des séries qui veulent être étudiées, la mise en place des modèles peut commencer. En premier lieu, il est obligatoire de commencer par la mise en place d'un modèle ARMA sur la série des rendements afin de déterminer si des coefficients AR ou MA sont significatifs pour chacune des séries, cependant les rendements suivent généralement l'hypothèse de bruit blanc qui ne sont pas définissables par ce type de modèle, car leur volatilité est variable et les phénomènes d'asymétrie ne sont pas pris en compte par ces modèles. C'est pourquoi la mise en place d'un modèle ARCH se

justifie par la suite, celui-ci comme évoqué précédemment permet de corriger les clusters de volatilité, cependant il ne prend pas en compte les retards de variance qui peuvent exister dans les rendements financiers (ARCH effect ou problème d'autocorrélation des carrés des résidus). Il faut donc modéliser par la suite un GARCH univarié afin de prendre en compte les retards de variance, pour cela on essaye différents modèles GARCH sur la série des rendements et le meilleur modèle trouvé correspond à celui qui a le critère d'information d'Akaike<sup>1</sup> le plus faible. Mais comme énoncé dans la partie précédente, la volatilité n'est jamais de même ampleur comme le montre l'annexe 5 pendant les périodes 2008-2009, et donc la variance n'est jamais constante dans le temps. C'est pourquoi un modèle DCC-GARCH est justifié quant à l'étude de la volatilité dans le temps mais aussi dans le cadre d'étude de corrélation conditionnelle dynamique entre différentes séries de rendements financiers.

Sachant que dans ce papier, seront étudiés les relations de corrélations entre les différents marchés de matières premières, et la détermination des périodes de plus hautes ou faibles corrélations conditionnelles qui ont existées.

---

<sup>1</sup> Mesure la qualité du modèle, il a été formulé par Hirotugu Akaike en 1973

## Données et Résultats

### Présentation des données

#### Données CFTC

La construction de la base de données liée au changement de position des agents financiers sur les contrats futures, a été élaborée à partir des rapports hebdomadaires de la Commodity Futures Trading Commission (CFTC) : Disaggregated Futures-and-Options Combined Reports. Ce rapport permet d'identifier les différents types d'acteurs actifs sur le marché et les prises de position propres à chacun. Les différents acteurs actifs sur ce marché sont classés en quatre catégories : Les "Processors and Merchant" : ce sont les acteurs physiques sur ce marché. Ils sont soit acheteurs (transformateurs) soit producteurs du sous-jacent et veulent se couvrir par rapport à un risque temporel, ils ont physiquement une position sur le sous-jacent. Les "Swap Dealers" : ces acteurs financiers fournissent à leurs clients des SWAPS afin de couvrir les positions de ces derniers sur les marchés des futures. Les "Managed Money" sont les gestionnaires d'actifs qui investissent sur les marchés de matières premières. Cette classe d'investisseurs est composée principalement de hedgefund, de conseillers en négociation de marchandises (CTA) et d'opérateur en matières premières (CTO). Les "Other Reportables" : ces acteurs non-commerciaux ne sont définissable dans aucunes des catégories précédentes. Il est donc intéressant d'étudier les prises de positions sur l'ensemble des contrats, mais aussi plus spécifiquement en étudiant les prises de positions en fonction de chaque catégorie.

Ces données s'établissent de 2006 à aujourd'hui et concernent l'ensemble des contrats disponibles sur la totalité des marchés à terme des Etats-Unis.

Les contrats futures sur les matières premières sont des produits dérivés créés afin qu'un acteur financier décidant de vendre ou d'acheter le sous-jacent d'un de ces contrats puisse le faire avec une certaine maturité, il peut donc se couvrir par rapport à un risque tel qu'une grande variation des prix.

Les prix des contrats ont été choisis à l'aide de la stratégie de roulement du S&P GSCI. La base de données a été fournie par Jean-Baptiste Bonnier dans le cadre de son chapitre de thèse "Speculation and informational efficiency in commodity futures markets ". Il a donc effectué les roulements tous les dixièmes jours du mois et il a suivi la méthodologie de l'indice S&P GSCI afin d'identifier les contrats à utiliser pour chaque période de l'année.

Les matières premières qui vont être étudiées dans ce papier sont le blé, le maïs, le soja, le coton, le café, le cacao, le pétrole brut, le bœuf à nourrir, le bœuf prêt à être abattu, le gaz naturel, l'or, l'argent et le cuivre. En prenant ces différentes denrées, il sera permis de vérifier si des co-mouvements sont apparus entre ces différents marchés car ils ont des fondamentaux différents.

Il est tout d'abord nécessaire de rappeler que n'importe quelle matière première est corrélée au pétrole, étant donné que ce dernier est nécessaire dans le transport, le stockage, la transformation de ces dernières mais aussi sont concernés les pesticides pour les matières agricoles. Dans cette partie, il sera donc intéressant de noter les pics de corrélation et décorrélation dans le temps et d'essayer d'émettre des hypothèses afin de mieux comprendre ces pics.

Dans un premier temps, il est intéressant d'effectuer une lecture graphique concernant les prix de ces différents actifs, la figure 1 et l'annexe 5 représentent l'ensemble des contrats étudiés dont le prix a été transformé logarithmiquement afin qu'il soit possible d'étudier graphiquement les mouvements de chacun d'entre eux.

Concernant la période 2007-2008, on remarque une véritable explosion des prix pour toutes les matières premières sauf quelques-unes d'entre elles : le sucre, le coton, le café qui elles ont connu un véritable pic dans leurs prix lors de la période 2011-2013, ou les différents contrats liés aux bétails (porcs et bœufs) qui ont connu un pic autour de la période 2014-2015.

On remarque d'ailleurs qu'après la période du krach boursier de 2008, tous ces contrats ont tous connu un pic de baisse au niveau du prix mais de différentes ampleurs. Ce pic pourrait s'expliquer par le krach et la baisse des volumes d'échanges. La reprise au niveau des prix s'expliquerait par la thèse que les matières premières auraient été utilisées en tant que valeur refuge, mais aussi par le fait d'une reprise économique poussée par les pays émergents bien moins impactés par cette crise financière, grâce à la place plus faible de la finance dans leur économie. Cette thèse pourrait expliquer le faible pic de décroissance du prix de l'or qui est la valeur refuge de référence, et dont le prix a augmenté jusqu'en 2013, date où la reprise économique et le nuage de la crise de 2008 s'était estompé<sup>2</sup>, ce schéma de niveau de prix est plus ou moins équivalent à ceux de l'argent et du cuivre. L'argent étant considéré comme une valeur refuge, le prix suit généralement la même tendance que celui de l'or. Le cuivre quant à lui est normalement plus impacté par la crise car il est extrêmement corrélé à la demande en construction<sup>3</sup>, or la crise de 2008 a affecté énormément le domaine du bâtiment et de la construction, étant donné que le nombre de crédits octroyés a diminué et que de nombreuses entreprises ont fait faillite dans ce domaine, cependant la reprise après 2011 de ce contrat indique soit l'émergence d'une tendance en tant que valeur refuge, ou que la reprise économique poussée par les pays émergents et leur forte urbanisation ont fait monter la demande et donc les prix<sup>4</sup>.

Toutefois pour les denrées agricoles il ne faut pas oublier que pendant l'été de 2010, le plus gros producteur de blé au monde, la Russie, a subi un embargo et un incendie<sup>5</sup>. Aliment nécessaire à toute la chaîne alimentaire et fortement corrélé aux autres céréales, le blé aurait entraîné les autres denrées dans une phase haussière même si d'après les spécialistes de l'HSBC de l'époque : "Avec des stocks suffisants, il est peu vraisemblable que la hausse des prix du blé impacte fortement d'autres produits alimentaires.". Alors que juste d'un œil graphique on remarque une hausse sur la plupart des céréales suite à cette période.

Concernant le bétail, cette montée des prix jusqu'en 2015 pourrait être expliquée par différents facteurs tels que l'augmentation des prix des matières premières, puisque le

---

<sup>2</sup> Le Point : Bourses : 2013, un très bon cru

<sup>3</sup> Les ECHOS : Cuivre, aluminium : la chute des métaux s'accélère

<sup>4</sup> La folle envolée du cuivre

<sup>5</sup> Inquiétudes sur l'envolée des prix du blé

marché des bovins ou des porcs est fortement corrélé à celui des céréales étant donné que c'est la matière nécessaire à l'alimentation des bêtes. De plus, l'année 2014 était une période de trouble climatiques : une vague de froid s'était abattue dans l'hémisphère Nord<sup>6</sup>, le transport du bétail était devenu plus compliqué et leur alimentation aussi, ce qui amena un vrai choc sur l'offre.

Pour le gaz naturel, la chute des prix après 2008 est expliquée par une offre de plus en plus grandissante et aussi une demande en baisse constante, dû à l'essor de nouvelle technologie qui pousse la consommation vers le bas tel que l'envie de se chauffer avec des moyens électriques afin de diminuer l'émission de gaz à effet de serre<sup>7</sup>.

Le cacao et le soja sont les deux seules denrées qui ont maintenu leur prix après 2008. Le cacao a une demande grandissante cependant il subit depuis des années la peur que la production ne soit pas à la hauteur de la demande<sup>8</sup>, de plus certains des pays producteurs ont connu pendant ces périodes, outre des aléas climatiques, des aléas politiques qui ont freiné la production. Le soja quant à lui maintient ses prix malgré son offre de plus en plus abondante (déforestation et apparition du soja OGM), car la demande l'est tout au temps avec l'émergence des biocarburants.

Cependant il ne faut pas oublier que la plupart des denrées agricoles hormis le bétail a connu de fortes baisses en 2014 suite à des productions records qui ont permis de remplir les lieux de stockage.<sup>9</sup>

---

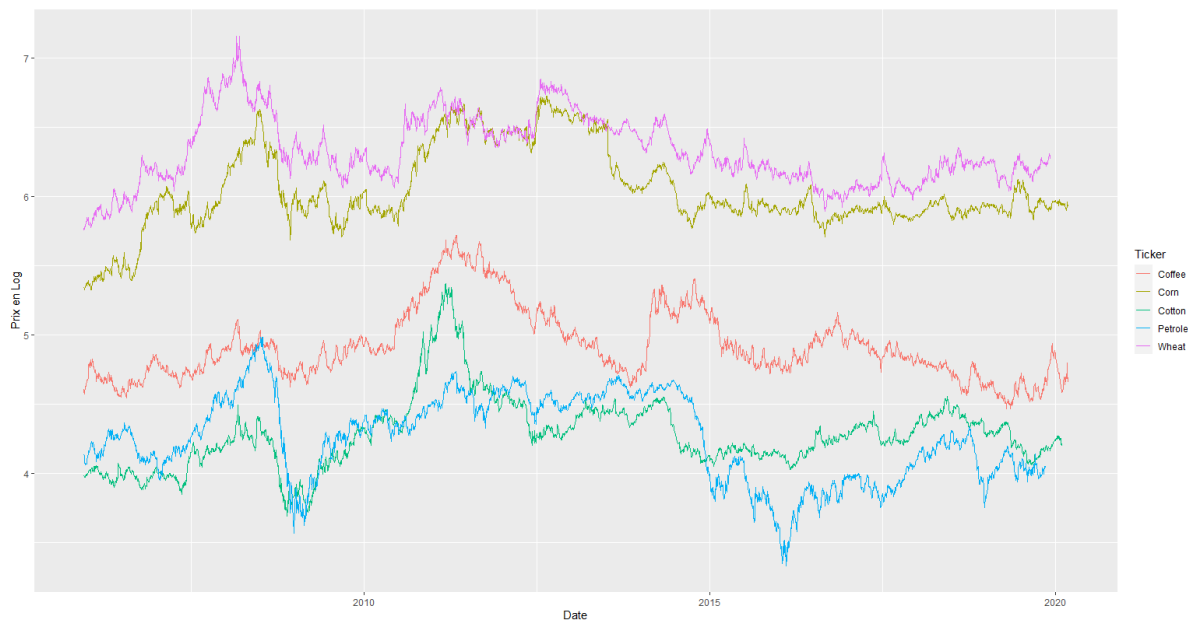
<sup>6</sup> Les Echos : Le froid polaire propulse le prix du bétail au plus haut aux Etats-Unis

<sup>7</sup> Le marché mondial de l'énergie bouleversé par la chute du prix du gaz

<sup>8</sup> Les Echos : Cacao : pourquoi les prix mondiaux ont plongé de plus de 25 % cette année

<sup>9</sup> Le Figaro : Blé, sucre, lait, soja... : les prix n'ont jamais été aussi bas depuis 2010

**Figure 1 : Représentation Graphique des Prix en Logarithme**



## Résultats

Dans cette partie, seront discutés les résultats trouvés concernant les corrélations dynamiques modélisées entre différents marchés de matières premières à l'aide d'un modèle DCC-GARCH.

Le logiciel utilisé est le logiciel R, les différents packages nécessaires pour ce papier sont PerformanceAnalytics, quantmod, MASS, mvtnorm, mnormt, fBasics, readxl, tidyverse, ggplot2, tseries, zoo, xts, rugarch, rmgarch, stats, lmtest, FinTS, forecast et car.

Afin d'étudier les corrélations, et donc de pouvoir vérifier si des co-mouvements entre ces différents marchés étaient existants, il a été mis en place une différence première sur le prix en logarithme afin d'avoir les rendements de chacune de ces denrées. Avant de mettre en place les différents modèles DCC-GARCH, il faut vérifier que les séries étudiées sont en adéquation avec les propriétés d'une série financière. Pour cela, on jette en premier un regard sur les statistiques descriptives des séries logarithmiques différenciées à l'ordre 1, afin de déterminer lesquelles ont un skewness inférieur à 0 et un kurtosis supérieur à 3. Il en ressort que seulement le pétrole, le maïs, le soja, le sucre, les deux contrats liés aux bovins, le cuivre, l'or et l'argent ont ces paramètres en accord avec les propriétés évoquées précédemment,



c'est pourquoi le reste des tests et modélisation ne s'effectueront seulement que sur ces séries.

En annexe 1, se trouve l'ensemble des résultats trouvés concernant la mise en place des tests ADF afin de vérifier la non stationnarité des rendements, les résultats concernant les tests de Jarque-Bera afin d'établir la non normalité des rendements. Pour toutes les séries étudiées l'ensemble des tests est en adéquation avec les propriétés des séries financières. De plus, l'annexe 2 montre que les rendements ont l'air d'être stationnaires au niveau de la moyenne.

Une dernière vérification doit être faite concernant les rendements, il faut effectuer un Test de Ljung-Box sur les rendements et sur le carré des rendements pour vérifier l'autocorrélation, les résultats de ces tests se trouvent dans l'annexe 4. Pour toutes les séries de rendements, une faible corrélation peut apparaître pour certains rendements, ce qui met en doute l'hypothèse d'efficience des marchés, car celle-ci indique que les rendements ne sont pas prévisibles, cependant une faible corrélation est acceptable dans le cadre de notre étude. Pour les rendements mis au carré, tous semblent être auto corrélés c'est à dire que la volatilité est prévisible et donc l'utilisation d'un modèle ARCH ou GARCH est justifiée, car le modèle ARMA ne peut pas prendre en compte les changements de mouvements que font les rendements.

Avant d'effectuer la modélisation par un modèle ARCH pour chacune des séries, on cherche un modèle ARMA qui permet d'expliquer la moyenne, on utilise à cet effet la fonction "auto.arima" sur R qui permet de déterminer le meilleur modèle possible à l'aide de la stratégie de minimisation du critère Akaike. Les résultats de cette fonction se trouvent en annexe 6, avec les résultats des tests d'autocorrélation des résidus au carré et la vérification de l'existence d'un effet ARCH : existence d'hétéroscédasticité. Il y a donc seulement 4 séries qui peuvent être modélisé à l'aide d'un modèle ARMA (les paramètres sont significatifs au seuil de risque 10%), cependant tous les 4 ont leurs résidus au carré qui sont auto corrélés car ils rejettent l'hypothèse nulle du test de Ljung-Box, de plus ils rejettent aussi tous les 4 l'hypothèse nulle du Test ARCH : ils ont donc tous les 4 de l'hétéroscédasticité. La modélisation par un modèle ARCH est donc obligatoire pour prendre en compte les regroupements de volatilités.

Toutes les séries ont été modélisées une à une à l'aide d'un modèle ARCH et les résultats (Annexe 7) ne sont pas convaincants car pour toutes, l'hétéroscédasticité n'a pas été corrigée, donc toute la variance n'a pas été prise en compte à l'aide du modèle ARCH de plus le nombre de paramètres pour ce modèle est énorme. La mise en place d'un modèle GARCH univarié afin de prendre en compte toute la volatilité dans le temps, car il permet l'intégration d'un retard. Une fois le meilleur modèle GARCH univarié déterminé pour chaque série, ce dernier est choisi en fonction du critère d'information d'Akaike. Le modèle DCC-GARCH(1,1) pourra être mis en place afin d'étudier correctement la volatilité dans le temps et ces phénomènes d'asymétrie, et surtout de pouvoir étudier les corrélations dynamiques conditionnelles entre les différentes séries, qui est le but de ce papier. Le modèle DCC-GARCH récupère les résidus standardisés de chaque modèle GARCH univarié afin de pouvoir les mettre en relation.

La figure 2 représente le modèle GARCH univarié pour les rendements du pétrole, le reste des modèles GARCH univariés se situent en Annexe 8, ce sont les modèles qui vont être utilisés par la suite.

**Figure 2 : Modèle GARCH du Pétrole**

| Optimal Parameters      |           |            |          |          |
|-------------------------|-----------|------------|----------|----------|
|                         | Estimate  | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
| mu                      | 0.000332  | 0.000286   | 1.1607   | 0.245771 |
| ma1                     | -0.046307 | 0.017360   | -2.6675  | 0.007642 |
| omega                   | 0.000004  | 0.000003   | 1.4572   | 0.145050 |
| alpha1                  | 0.062027  | 0.012187   | 5.0896   | 0.000000 |
| beta1                   | 0.931403  | 0.014028   | 66.3966  | 0.000000 |
| Robust Standard Errors: |           |            |          |          |
|                         | Estimate  | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
| mu                      | 0.000332  | 0.000324   | 1.02428  | 0.305702 |
| ma1                     | -0.046307 | 0.017138   | -2.70203 | 0.006892 |
| omega                   | 0.000004  | 0.000011   | 0.34273  | 0.731799 |
| alpha1                  | 0.062027  | 0.043556   | 1.42409  | 0.154420 |
| beta1                   | 0.931403  | 0.053486   | 17.41388 | 0.000000 |

Pour vérifier que l'utilisation de ce modèle est justifiée, il est indispensable de confirmer que l'addition des coefficients des paramètres alpha et beta soit inférieure à 1, et que le paramètre beta soit le plus proche de 1, ce qui indique que la variance est persistante dans le temps. Ensuite, pour justifier l'utilisation d'un modèle DCC-GARCH par la suite, il faut examiner si les résidus standardisés sont toujours sujets à de l'hétéroscédasticité en appliquant l'ARCH Test. Les résultats de ces différents tests sont situés en annexe 9.

On peut donc appliquer un modèle DCC-GARCH (1,1) à l'ensemble de ces modèles GARCH univarié afin de déterminer les corrélations conditionnelles dynamiques entre chaque rendement. La figure 3 représente le modèle DCC-GARCH (1,1) estimé.

**Figure 3 : Modèle DCC-GARCH (1,1)**

|                        | Estimate  | Std. Error | t value     | Pr(> t ) |
|------------------------|-----------|------------|-------------|----------|
| [Petrole].mu           | 0.000332  | 0.000307   | 1.083022    | 0.278799 |
| [Petrole].ma1          | -0.046307 | 0.017723   | -2.612894   | 0.008978 |
| [Petrole].omega        | 0.000004  | 0.000005   | 0.689385    | 0.490581 |
| [Petrole].alpha1       | 0.062027  | 0.027790   | 2.232037    | 0.025612 |
| [Petrole].beta1        | 0.931403  | 0.032489   | 28.668009   | 0.000000 |
| [Corn].mu              | 0.000116  | 0.000313   | 0.372447    | 0.709560 |
| [Corn].omega           | 0.000004  | 0.000004   | 1.054708    | 0.291559 |
| [Corn].alpha1          | 0.081142  | 0.019674   | 4.124372    | 0.000037 |
| [Corn].beta1           | 0.393770  | 0.013602   | 28.948946   | 0.000000 |
| [Corn].beta2           | 0.519827  | 0.012322   | 42.188072   | 0.000000 |
| [Soybeans].mu          | 0.000004  | 0.000399   | 0.009068    | 0.992765 |
| [Soybeans].omega       | 0.000020  | 0.000019   | 1.066332    | 0.286273 |
| [Soybeans].alpha1      | 0.105923  | 0.069323   | 1.527959    | 0.126523 |
| [Soybeans].beta1       | 0.825994  | 0.110756   | 7.457795    | 0.000000 |
| [Sugar].mu             | -0.000129 | 0.000341   | -0.378298   | 0.705209 |
| [Sugar].omega          | 0.000002  | 0.000001   | 3.001569    | 0.002686 |
| [Sugar].alpha1         | 0.026269  | 0.001567   | 16.763600   | 0.000000 |
| [Sugar].beta1          | 0.969530  | 0.001038   | 933.626142  | 0.000000 |
| [Cattle_Feeder].mu     | 0.000420  | 0.000187   | 2.247465    | 0.024610 |
| [Cattle_Feeder].ma1    | 0.059531  | 0.018076   | 3.293438    | 0.000990 |
| [Cattle_Feeder].omega  | 0.000003  | 0.000002   | 1.782521    | 0.074664 |
| [Cattle_Feeder].alpha1 | 0.078512  | 0.014838   | 5.291268    | 0.000000 |
| [Cattle_Feeder].beta1  | 0.199871  | 0.134857   | 1.482092    | 0.138316 |
| [Cattle_Feeder].beta2  | 0.696274  | 0.137088   | 5.079012    | 0.000000 |
| [Cattle_Live].mu       | 0.000165  | 0.000184   | 0.898837    | 0.368739 |
| [Cattle_Live].omega    | 0.000000  | 0.000000   | 2.070199    | 0.038434 |
| [Cattle_Live].alpha1   | 0.009620  | 0.000664   | 14.479680   | 0.000000 |
| [Cattle_Live].beta1    | 0.534528  | 0.000122   | 4365.997092 | 0.000000 |
| [Cattle_Live].beta2    | 0.451788  | 0.000098   | 4611.439625 | 0.000000 |
| [Copper].mu            | 0.000080  | 0.000293   | 0.274277    | 0.783872 |
| [Copper].ar1           | -0.050429 | 0.024171   | -2.086347   | 0.036947 |
| [Copper].omega         | 0.000002  | 0.000023   | 0.088539    | 0.929449 |
| [Copper].alpha1        | 0.046516  | 0.141438   | 0.328877    | 0.742249 |
| [Copper].beta1         | 0.946430  | 0.159741   | 5.924770    | 0.000000 |
| [Gold].mu              | 0.000242  | 0.000169   | 1.427911    | 0.153318 |
| [Gold].omega           | 0.000001  | 0.000007   | 0.174573    | 0.861415 |
| [Gold].alpha1          | 0.055750  | 0.067907   | 0.820970    | 0.411664 |
| [Gold].beta1           | 0.346020  | 0.050650   | 6.831643    | 0.000000 |
| [Gold].beta2           | 0.590054  | 0.022586   | 26.125046   | 0.000000 |
| [Silver].mu            | 0.000017  | 0.000293   | 0.056882    | 0.954639 |
| [Silver].omega         | 0.000005  | 0.000005   | 1.042163    | 0.297336 |
| [Silver].alpha1        | 0.076205  | 0.020727   | 3.676527    | 0.000236 |
| [Silver].beta1         | 0.284556  | 0.011937   | 23.838263   | 0.000000 |
| [Silver].beta2         | 0.627998  | 0.020357   | 30.849812   | 0.000000 |
| [Joint]dccal           | 0.009540  | 0.001970   | 4.842774    | 0.000001 |
| [Joint]dccbl           | 0.965846  | 0.010616   | 90.977684   | 0.000000 |

Pour justifier l'utilisation de ce modèle, il faut en premier lieu confirmer que l'addition de l'alpha et du beta concernant le modèle DCC-GARCH est bien inférieure à 1, ce qui est bien le cas quand on regarde la figure 3. Ensuite, il faut vérifier que chaque carré des résidus standardisés de chaque rendement modélisé ne soit pas auto corrélé. Il est alors appliqué de nouveau un Test de Ljung-Box et l'hypothèse nulle doit être acceptée à chaque fois. Pour chaque rendement, l'hypothèse nulle est acceptée, donc aucun des carrés des résidus standardisés ne sont auto corrélés (Annexe 10).

La dernière vérification à faire avant de pouvoir étudier les corrélations conditionnelles dynamiques entre chaque rendement est d'effectuer un Test ARCH sur chacune des relations, pour vérifier que cette dernière ne donne pas lieu à de l'hétéroscédasticité, et donc que l'hypothèse nulle soit acceptée. Pour chacune des relations, l'hypothèse nulle est acceptée (Annexe 11), il est donc possible d'analyser les relations entre chaque rendement étudié.

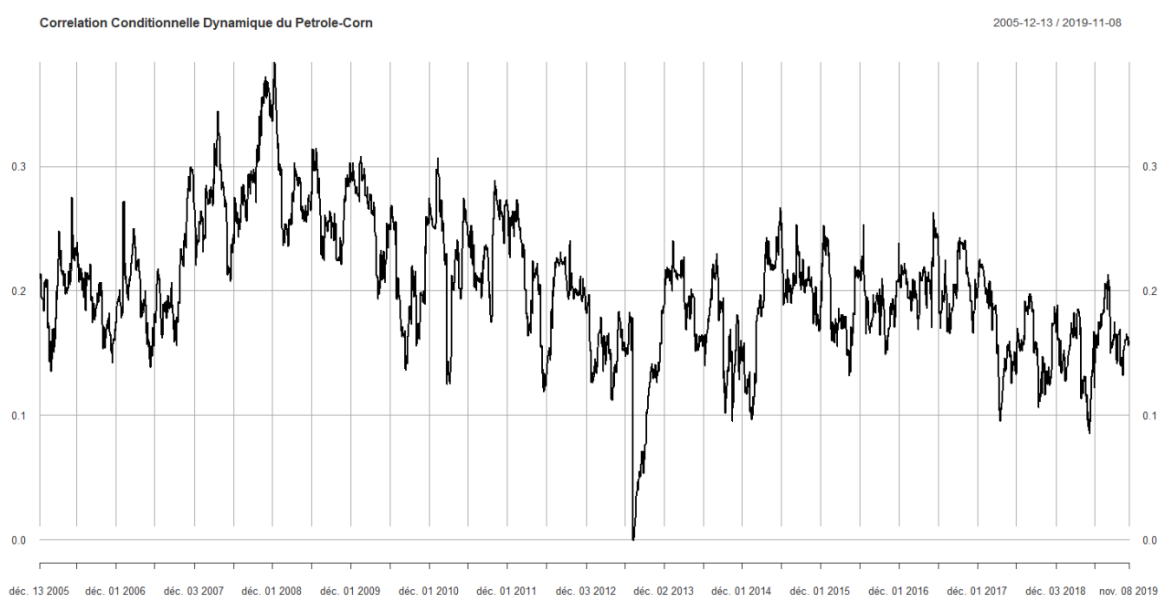
Les figures qui vont suivre sont les différentes corrélations conditionnelles qui paraissent intéressantes à analyser, le reste des relations se situe en annexe 12.

L'analyse portera sur la période ante 2008 et post 2008. Pour la période post 2008, tous les rendements analysés subissent un pic de corrélation. Ceci est à mettre sur le compte du fait que les prix de toutes les matières premières ont connu une hausse extrême, pour ensuite chuter. Il peut être penser que la forte hausse du pétrole ait conduit à cette augmentation de prix, cependant les hausses de corrélations indiquent qu'elles interviennent suite au krach boursier. Après celui-ci les corrélations sont toutes plus ou moins retombées à leur niveau normal même à des niveaux inférieurs à ante 2008. Par exemple si on prend la relation entre le cuivre et les bœufs prêts à être abattus (Figure 5), le pic de corrélation correspond à la date de chute des prix suite au krach boursier, cela peut laisser penser qu'une fuite des agents financiers sur ces contrats ait entraîné la contraction des prix, car la demande en bœuf étant toujours la même contrairement au cuivre qui a subi une baisse de demande suite à la crise. De plus concernant la période de 2014-2015, des pics de corrélations sont visibles alors que les prix n'évoluaient pas dans la même tendance, le bétail subissait une montée des prix alors que le cuivre était dans une tendance baissière, ces pics ne sont pas explicables par le prix, il pourrait s'ensuivre que d'autres facteurs aient fait que les rendements de ces deux actifs aient subi une hausse de corrélations, telle que la hausse du prix du pétrole ou les positions prises sur les marchés à terme.

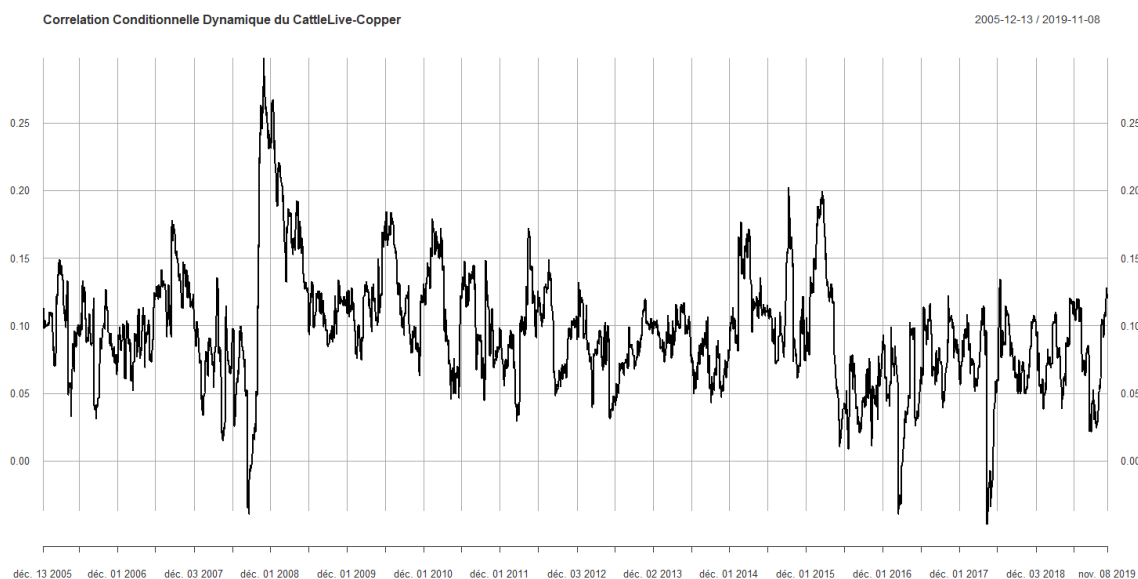
En prenant la relation entre le maïs et l'argent (Figure 7), des pics de corrélations apparaissent de 2007 à 2009, c'est à dire que les rendements soient à la hausse (ante krach 2008) ou à la baisse (post krach 2008), ils se mouvaient de manière plus homogène qu'à la normale, comme précédemment cette hausse de corrélation pouvait être due au prix du pétrole ou à la prise de position des investisseurs sur les contrats à terme. Les prises de positions (ou fuite dans le cadre de post krach) pouvant résulter des facteurs fondamentaux. Cependant, la décroissance des corrélations conditionnelles à la suite de cette période amène plutôt à penser, que ces

deux marchés ont été extrêmement corrélés suite à la période de forte financiarisation de 2008, pour ensuite retrouver un niveau de corrélation “normal”. Car seuls les fondamentaux qu’ont en commun ces deux marchés sont le prix du pétrole et la conjoncture économique, l’offre est donc impactée par le prix de ce dernier mais la demande est distincte pour les deux, de plus l’argent est considéré comme une valeur refuge. D’ailleurs lors des hausses de prix du maïs en 2011, suite aux évènements liés à la Russie, l’argent continuait sa tendance haussière et pourtant les corrélations des rendements étaient toujours en décroissance. Ce schéma de corrélation ressemble beaucoup à celui du maïs et du cuivre (Figure 9), or le cuivre et l’argent n’ont pas les mêmes schémas de prix, car leurs fondamentaux sont différents, de plus leurs corrélations conditionnelles sont comprises entre 0.3 et 0.5. Ainsi on peut dire que des co-mouvements apparaissent.

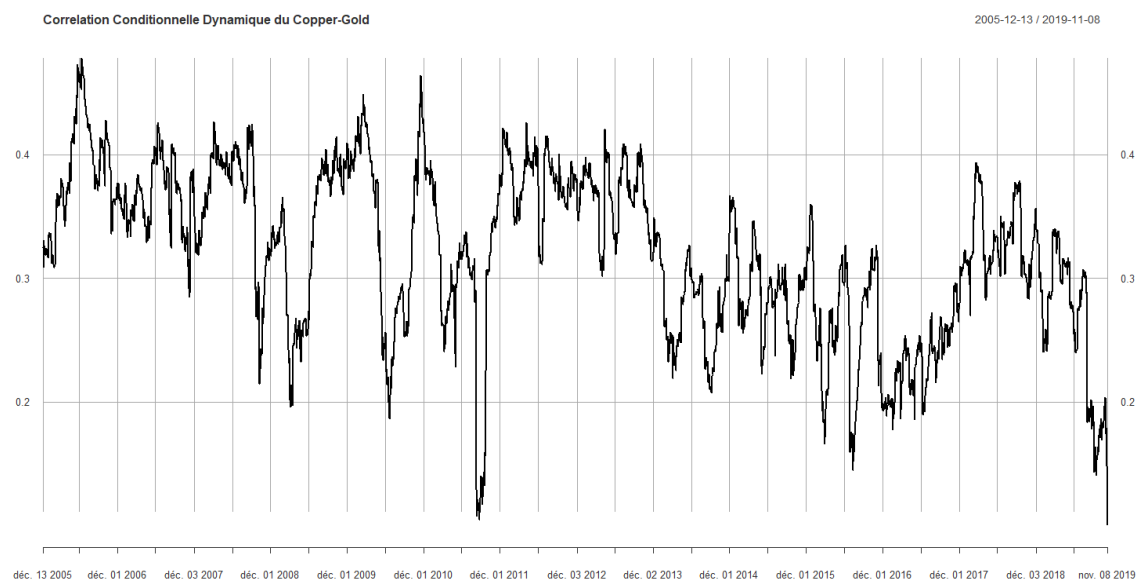
**Figure 4 : Corrélations Conditionnelles entre le Pétrole et le Maïs**



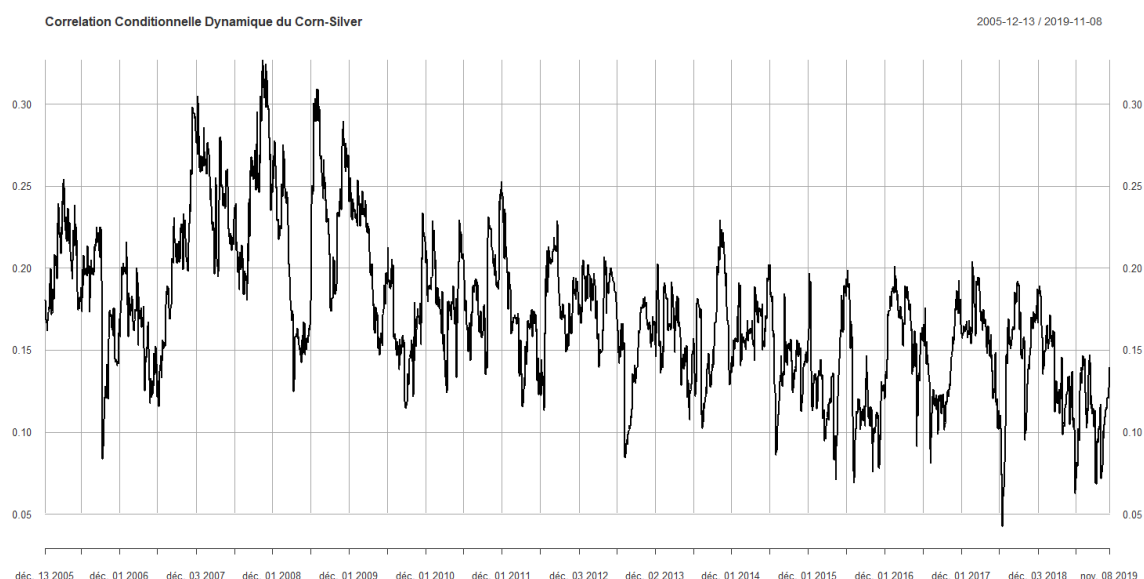
**Figure 5 : Corrélations Conditionnelles entre les bœufs prêts à être abattus et le Cuivre**



**Figure 6 : Corrélations Conditionnelles entre le Cuivre et l'Or**



**Figure 7 : Corrélations Conditionnelles entre le Maïs et l'Argent**



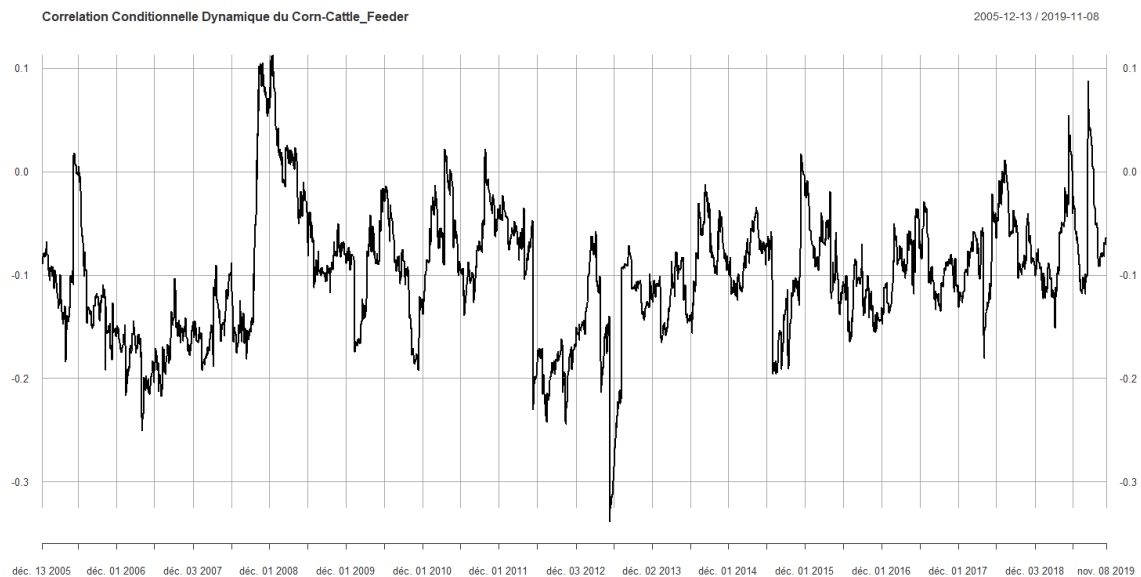
Les corrélations conditionnelles entre le maïs et les bœufs à nourrir (Figure 8) sont intéressantes car outre le pic de corrélation durant la période de 2008, les corrélations sont négatives ce qui paraît logique car le bétail à nourrir, comme l'indique son nom a besoin d'être nourri en céréales avant de pouvoir être abattu, donc plus le prix du maïs augmente (le prix des céréales si on généralise) plus le prix de ce type de contrat va diminuer. Cependant il faut noter le pic de corrélation négatif qui apparaît durant l'été 2012<sup>10</sup>, ceci pourrait être expliqué par la sécheresse qui a touché le monde céréalier cet été, ce qui a provoqué une flambée des prix des céréales, cette information a pu être répercutée sur le marché des bovins qui a connu une baisse au même moment. Cette hausse de corrélations négatives pourrait donc être expliquée par la réaction des agents financiers sur le marché, qui ont réagi à cette nouvelle.

Lorsqu'un regard est posé sur la relation entre le soja et le maïs, il est tout de suite remarqué que ces deux marchés sont très proches, et qu'ils réagissent aux nouvelles macro-économiques de la même façon car les corrélations sont situées entre 0.5 et 0.7 sauf pour l'été 2013, où les rendements ont eu un coefficient de corrélation supérieur à 0.8. Cette hausse survient suite à une baisse des prix sur l'ensemble des prix céréaliers. Cette chute de prix se produit grâce à la très bonne récolte de 2013, et donc à une explosion de l'offre. La

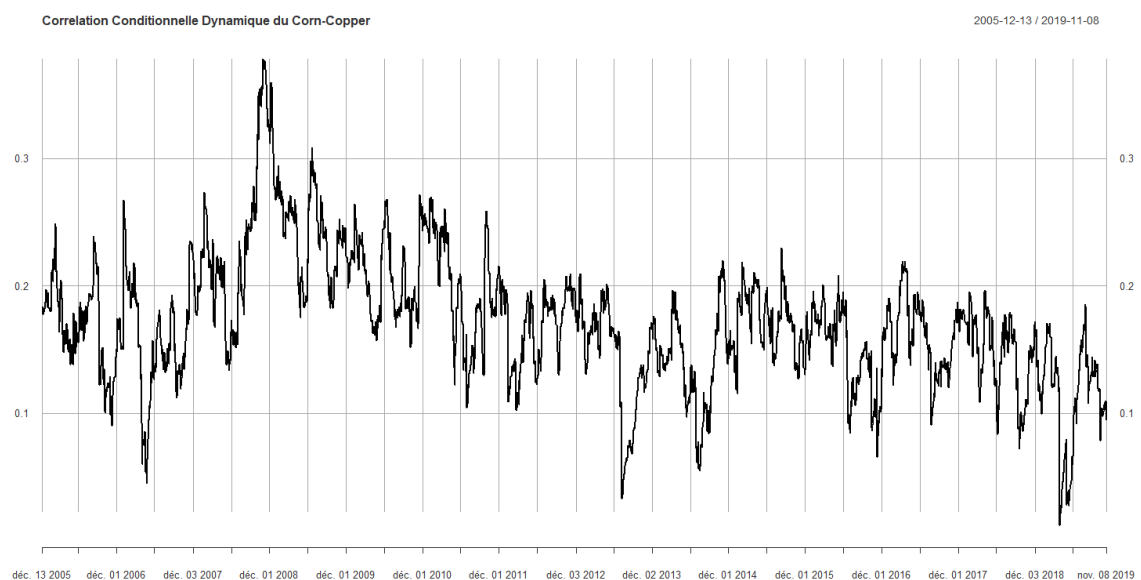
<sup>10</sup> Le Figaro : Les cours des céréales flambent à nouveau

baisse de corrélation conditionnelle survenu en été 2012 fait écho à la flambée des prix due à la sécheresse apparue durant cette période.

**Figure 8 : Corrélations Conditionnelles entre le Maïs et les Bœufs à nourrir**

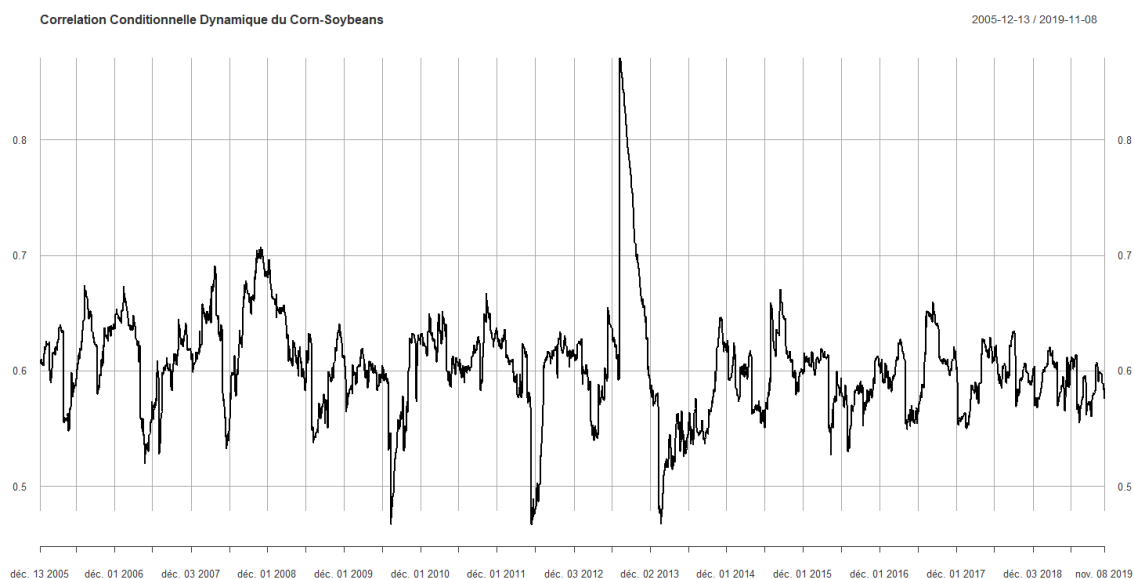


**Figure 9 : Corrélations Conditionnelles entre le Maïs et le Cuivre**

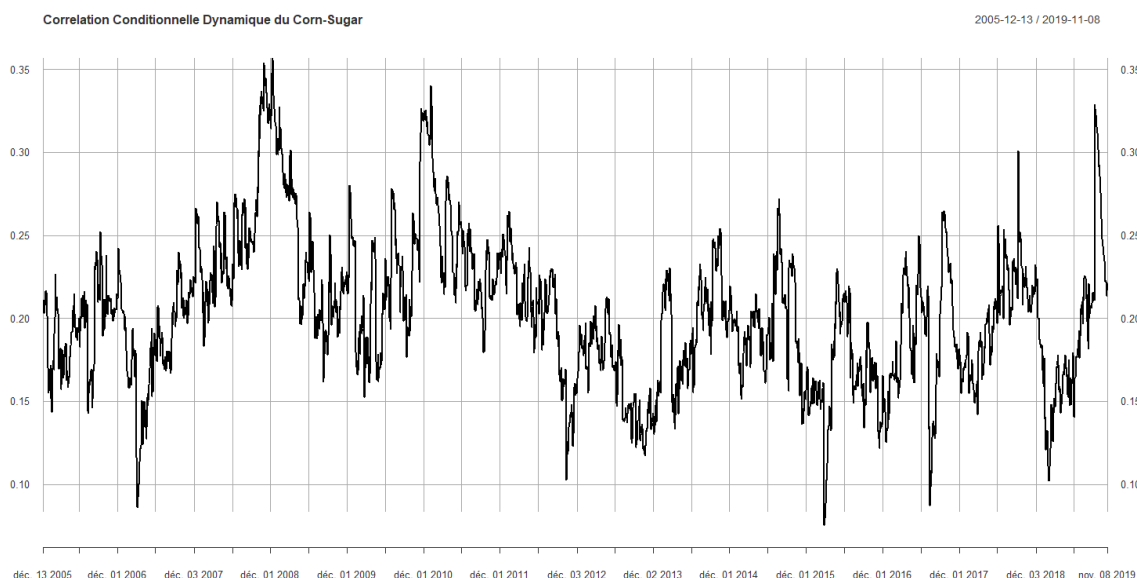




**Figure 10 : Corrélations Conditionnelles entre le Maïs et le Soja**



**Figure 11 : Corrélations Conditionnelles entre le Maïs et le Sucre**



Il est intéressant maintenant d'analyser les différentes corrélations conditionnelles entre le pétrole et quelques matières premières, car le pétrole est une des matières premières qui est utilisée dans chacune des matières premières (transport, pesticide), de plus elle est celle qui subit le moins de chocs sur l'offre hormis les embargos politiques (Iran) car sa production est constante et plus ou moins contrôlée (OPEP+) par ses producteurs, contrairement aux autres denrées qui subissent les aléas climatiques. Le seul choc de demande notable est l'arrivée des

biocarburants et leur prolifération, cependant la demande mondiale est en progression d'année en année pour atteindre son pic en 2030 d'après les spécialistes. Néanmoins, il faut noter que l'arrivée de nouveaux acteurs dans le paysage des producteurs a aussi marqué le coup, avec l'arrivée du pétrole de schiste en provenance des Etats-Unis. Toutefois, il reste cher à produire et n'est donc pas un véritable concurrent au pétrole brut. Il faut notifier aussi le fait que c'est une denrée épuisable, tout comme les minerais, et donc les réserves mondiales diminuent avec le temps, et devrait donc voir son prix augmenté avec celui-ci. De nouvelles réserves de pétrole sont découvertes d'année en année, ou du moins leurs possibilités d'extraction sont devenues possibles (Arctique) grâce aux avancées technologiques qui rendent l'extraction de moins en moins coûteuse.

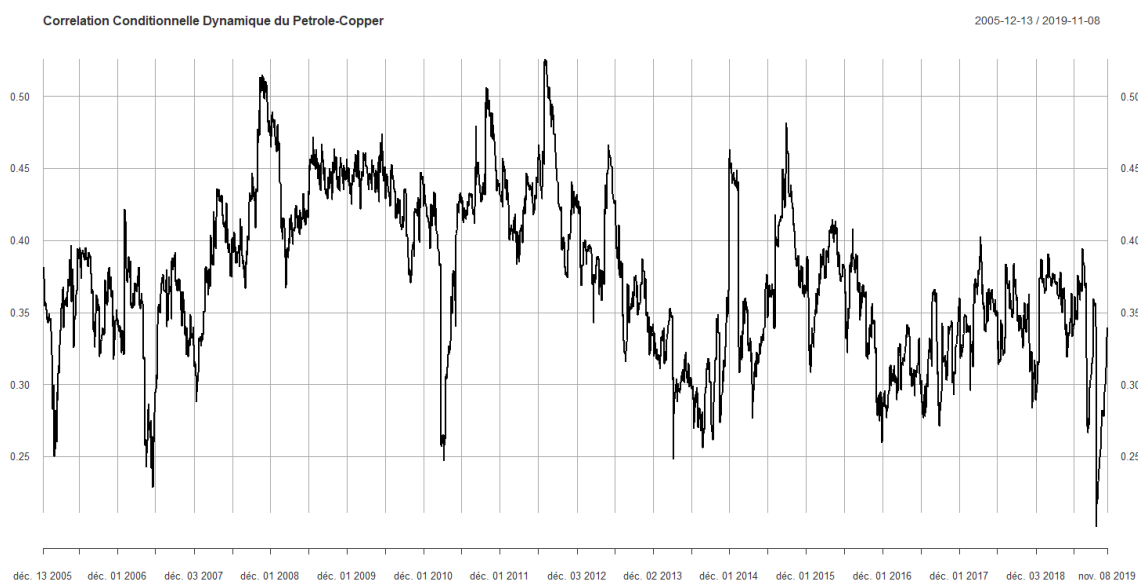
En étudiant les corrélations conditionnelles qui apparaissent dans les figures qui suivent, la période de 2008 apparaît toujours comme un fort moment de corrélations qu'importe la relation regardée. Il peut être dénoté des pics de décorrélations surtout concernant les céréales (Maïs et Soja) durant l'été 2012, ceux-ci peuvent être expliqués par les événements macroéconomiques qui ont touché ces différents marchés, d'un côté les prix des céréales ont explosé de par la sécheresse survenue pendant cette période, alors que le prix du pétrole diminue suite aux mauvais chiffres de croissance du premier trimestre des pays qui tirent la demande du pétrole vers le haut (Inde et Chine)<sup>11</sup>. Concernant le cuivre, les pics de corrélation aperçus durant l'automne 2011 sont expliqués d'un point de vue macroéconomique, par la baisse de la demande en cuivre dans le monde entier. Joue aussi la baisse de la demande en pétrole dans la même période suite à des risques de récession survenus en Europe (Grèce) et aux Etats-Unis, ces deux actifs sont très liés au dynamisme de l'économie mondiale. La fin 2011 est marquée par un ralentissement économique en Europe et aux Etats-Unis, malgré la demande grandissante des pays émergents qui compensent légèrement la demande faiblissante des économies "fortes", les prix ont subi une baisse en cette fin d'année 2011. Le pic qui a eu lieu pendant juillet 2012 n'est pas explicable de manière rationnelle, car ces deux actifs ont connu pendant l'année 2012, des records de prix alors que l'économie mondiale était au ralenti et donc que la demande mondiale pour ces deux denrées l'étaient aussi. De plus en juillet 2012 l'ensemble des métaux (hors métaux précieux) connaissait des baisses de prix, alors que le métal rouge a connu une hausse, tout comme le pétrole, il peut être

---

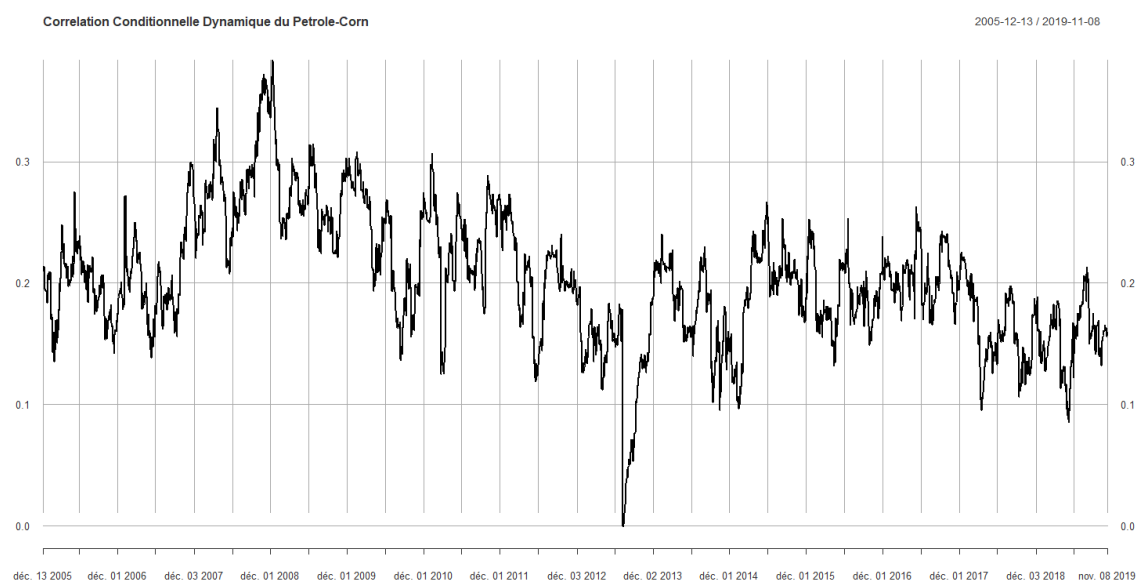
<sup>11</sup> Observatoire des prix et des marges (filière pétrole)

supposer que des spéculations ont été faites sur les marchés boursiers concernant une possibilité de relance économique mondiale. Les deux pics qui apparaissent en décembre 2014-début 2015 et en septembre 2015, sont expliqués de la même façon, les deux marchés ont subi une baisse drastique des prix suite à la baisse de la demande<sup>12</sup>.

**Figure 12 : Corrélations Conditionnelles entre le Pétrole et le Cuivre**



**Figure 13 : Corrélations Conditionnelles entre le Pétrole et le Maïs**



<sup>12</sup> Rexecode : Baisse des prix du pétrole : un impact non négligeable sur l'économie française en 2015

**Figure 14 : Corrélations Conditionnelles entre le Pétrole et le Soja**

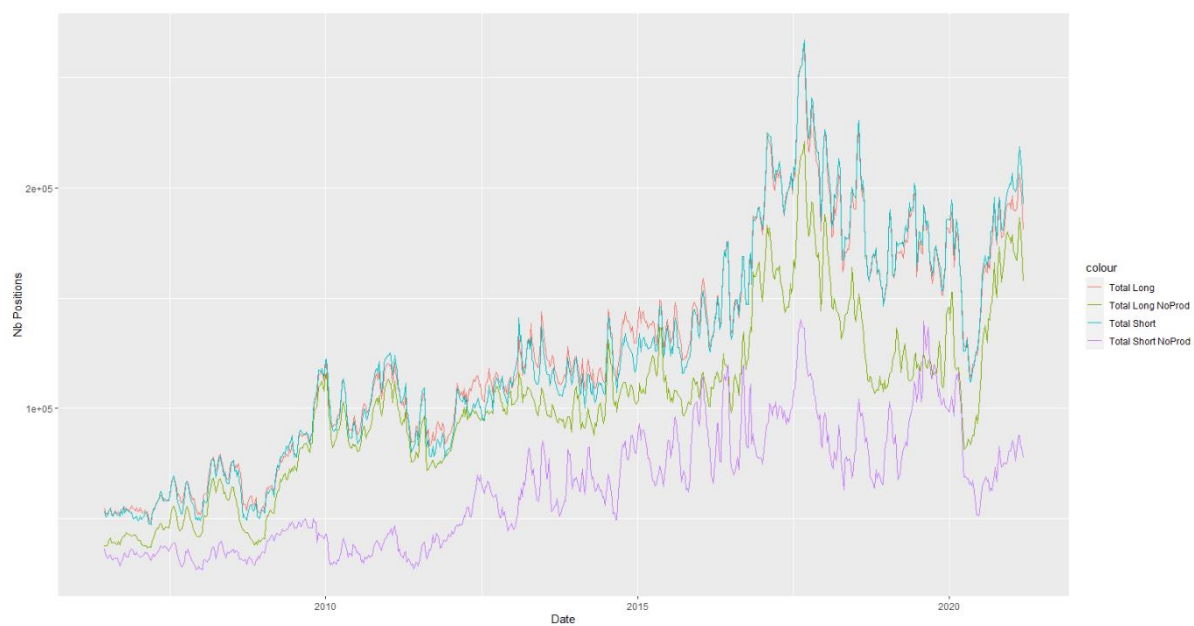


En appuyant l'analyse seulement sur les corrélations conditionnelles entre ces actifs, la plupart des augmentations de prix peuvent être expliquée à partir des nouvelles macroéconomiques, tout comme les pics de corrélations ou de décorrélations. Cependant, il reste intéressant de s'interroger sur les positions prises par les agents financiers sur les contrats futures, c'est pourquoi dans la suite de ce papier une analyse des volumes des positions sera effectuée à partir des données fournies par la CFTC.

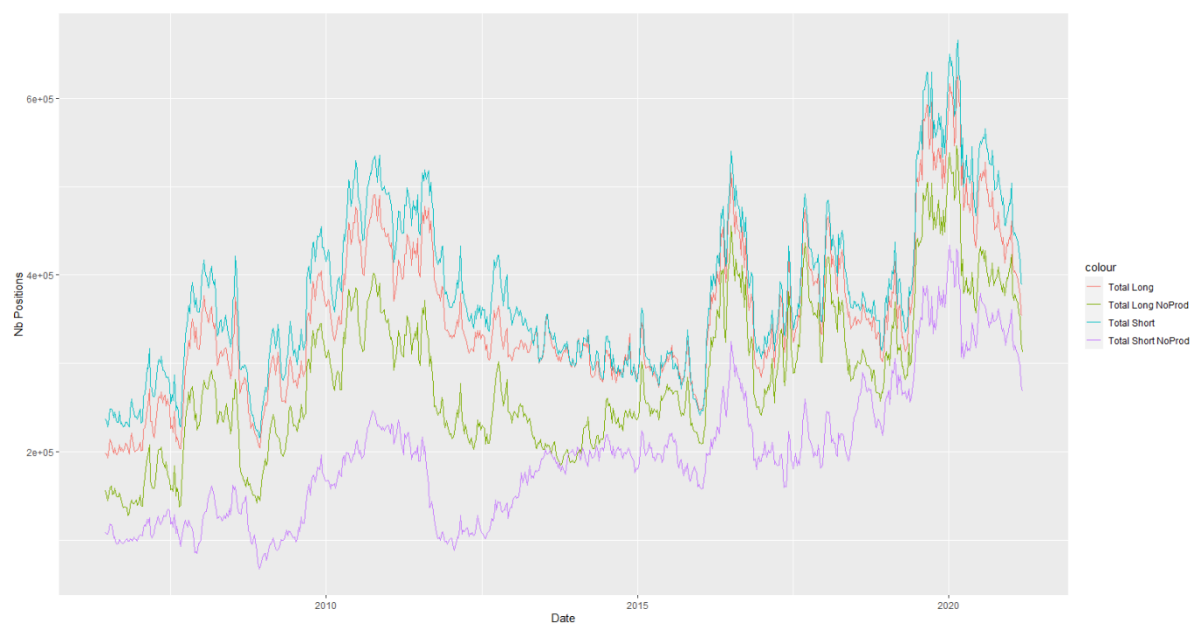
Les figures qui vont suivre représentent graphiquement la totalité des positions prises pour un contrat sur le CME, et aussi la totalité des positions prises par les agents financiers n'étant pas considérés comme producteurs. En annexe 13 se trouvent les graphiques représentant les positions prises pour chaque catégorie d'agents financiers. Tous les contrats disponibles ne figurent pas dans ce papier.

A première vue, l'ensemble des prises de positions sur ces marchés sont en augmentation au cours du temps, cependant lorsque la totalité des positions est regardée il est visible que les moments de pics de positions correspondraient à des moments de hausse de prix sur le marché, et qu'au moments des creux correspondraient celui des baisses. Généralement ces moments sont dus à des annonces macroéconomiques, et donc les agents financiers se couvriraient bien par rapport à un risque, ou il reste possible que des spéculateurs entrent en jeu suite à ces annonces, et feraient augmenter ou baisser le prix par leur prise de positions.

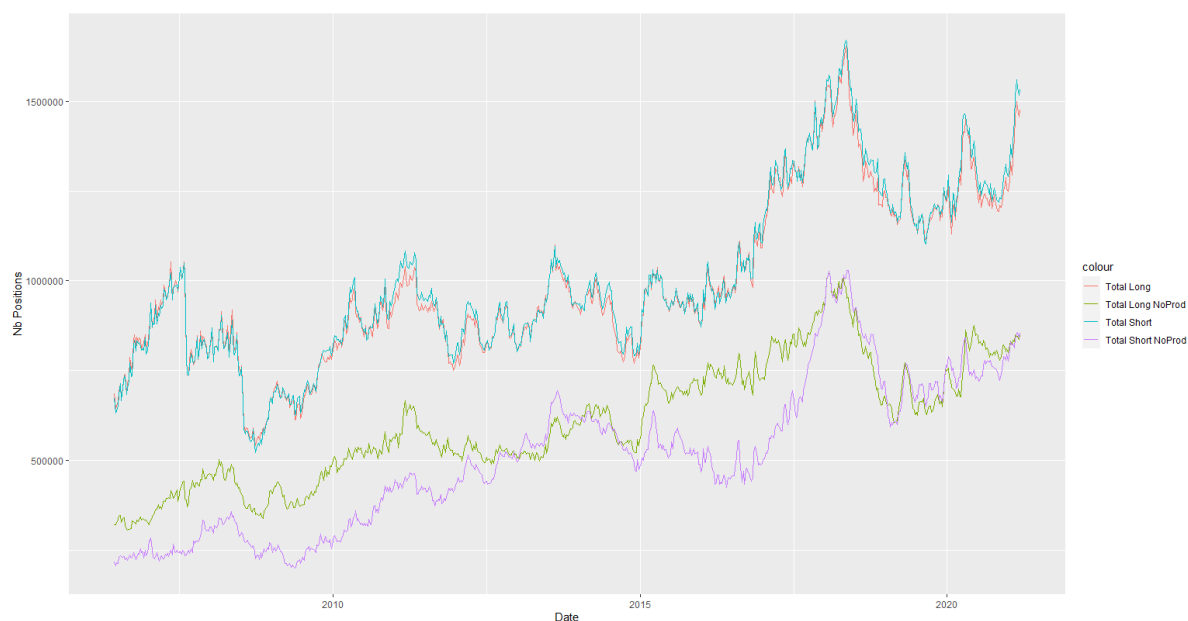
**Figure 16 : Ensemble des positions prises sur le Cuivre**



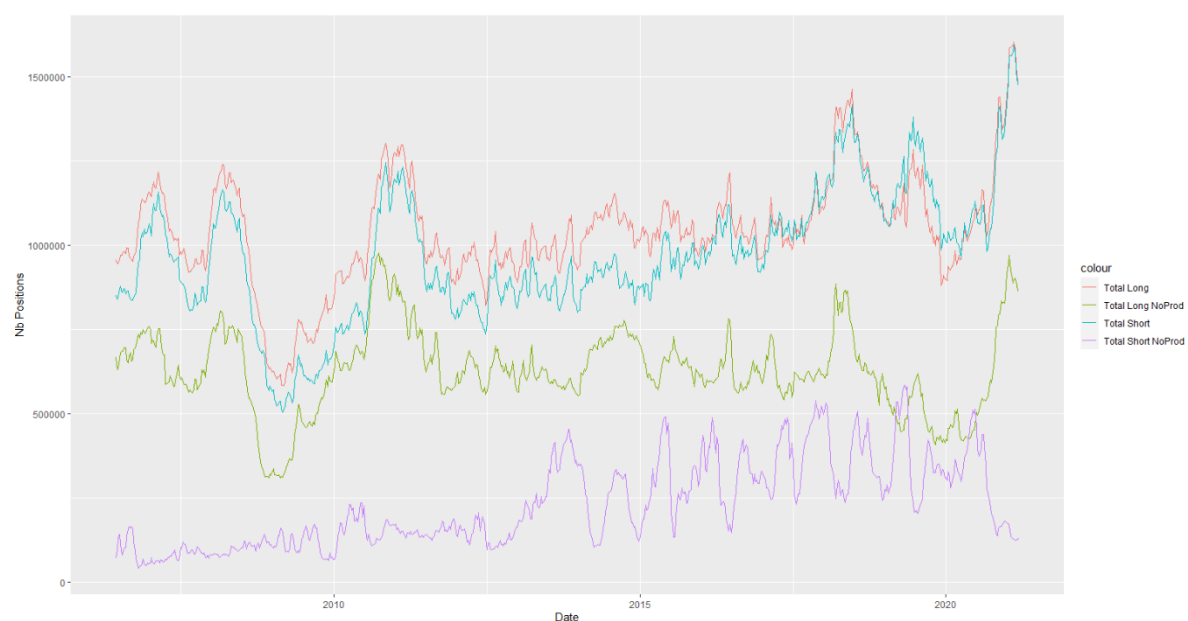
**Figure 17 : Ensemble des positions prises sur l'Or**



**Figure 18 : Ensemble des positions prises sur le WTI**



**Figure 19 : Ensemble des positions prises sur le Maïs**



Une lecture graphique ne prouvant rien, il a été tenté d'étudier les corrélations conditionnelles dans le temps entre les changements de positions par rapport au prix des contrats à l'aide d'un modèle DCC-GARCH. Les résultats trouvés intéressants se situent en annexe 14, il faut par contre notifier que les relations trouvées sont surement fallacieuses, car les modèles établis ne sont pas en accord avec la méthode économétrique. Ces résultats

ne seront pas commentés à cause de la certitude que ces modèles sont inexacts d'un point de vue économétrique, et donc l'analyse de ces corrélations comporterait trop de biais.

## Conclusion

La financiarisation des matières premières étant un sujet à controverses, il est difficile d'apporter une conclusion sur le sujet comme le montre la littérature économique à ce sujet. Toutefois, suite aux tests effectués et aux résultats obtenus dans ce mémoire, les co-mouvements (pics de corrélations) apparus entre les différents marchés de matières premières peuvent être cités dans le thème de la financiarisation de ces dernières.

Cependant, il faut prendre en compte que ces co-mouvements apparaissent toujours, mis à part quelques exceptions, à la suite de facteurs macro-économiques (aléas politiques, climatiques, conjoncture économiques). Les explosions de prix apparus en 2007-2008 peuvent s'expliquer par le choc d'offre sur le pétrole qui s'est donc répercuté par la suite sur l'ensemble des matières premières, mais il faut aussi prendre en compte l'état d'euphorie financière dans lequel se trouvait le monde de la finance à ce moment. Il peut donc être pensé que les liquidités engendrées par les financiers à ce moment est pu se déverser sur les matières premières. De plus, il faut noter que les matières premières sont toujours toutes corrélées au pétrole qui a connu des hausses excessives de prix en 2007-2008 mais aussi en 2013.

Il a donc surtout été remarqué que les hausses de corrélations surviennent généralement suite à une baisse des prix alors que les pics de décorrélations apparaissent lors de la hausse de ces derniers, on peut donc dire que les marchés financiers suivent les mêmes mouvements à la baisse, et que lors d'une hausse excessive chaque marché à sa propre tendance. Ceci fait écho à la propriété des rendements financiers, qui établis que les chocs négatifs ont un impact plus important sur la volatilité que des chocs positifs de même amplitude.

La mise en place correct d'un modèle économétrique, concernant les corrélations entre les rendements des matières premières et des changements de positions des agents financiers, auraient pu déterminer plus correctement si les marchés étaient influencés par les agents financiers et leurs prises de positions. Pour cela ils auraient fallu discuter des problèmes d'endogénéité qui ont été rencontrés entre ces deux types de données, mais aussi avoir la possibilité d'accéder à des données journalières concernant ces positions. Les données



libres d'accès sont insuffisantes et sont la plus grosse difficulté afin d'expliquer la financiarisation des matières premières.

De plus, il aurait fallu coupler la mise en place des modèles DCC-GARCH (1,1) avec des tests de causalités tel qu'un test de causalité par la variance, afin de déterminer correctement s'il y a un échange entre les différents marchés, mais aussi avec les changements de positions et les rendements financiers. Ce qui permettrait de déterminer dans quel sens se fait le transfert et si ce sont les positions qui influent les prix ou l'inverse. Ensuite, il faut prendre en compte les événements survenus pendant ces périodes pour déterminer si les agents financiers réagissent à une nouvelle, ou si ce sont les spéculateurs qui créaient le prix.

Il peut être penser dans un travail futur en utilisant toujours un modèle DCC-GARCH(1,1) et en appliquant un test de causalité par la variance, de tester les rendements financiers d'indice de matière première ou d'ETF avec les rendements financiers de leur sous-jacent, mais aussi de tester les rendements financiers du pétrole brut et de celui du dollar US, ou encore de tester les relations entre une même matière première mais sur différents contrats et sur différents marchés à terme.

## Bibliographie

- Alquist, Ron, Saroj Bhattarai, et Olivier Coibion. « Commodity-Price Comovement and Global Economic Activity ». *Journal of Monetary Economics* 112 : 41-56.
- Antonin, Céline, Marion Cochard, Amel Falah, Christine Riffart, et Danielle Schweisguth. « Pays Émergents : Afflux de Capitaux et Envolée Des Prix Des Matières Premières ». *Sciences Po Publications*. Sciences Po Publications. Sciences Po, avril 2011.
- Baffes, John, M. Ayhan Kose, Franziska Ohnsorge, et Marc Stocker. « The Great Plunge in Oil Prices: Causes, Consequences, and Policy Responses ». SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network, 1 juin 2015.
- Bichetti, No. « Financiarisation des marchés de matières premières et conséquences ». *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n° 337 (15 octobre 2013)
- Bicchetti, David, et Nicolas Maystre. « The Synchronized and Long-Lasting Structural Change on Commodity Markets: Evidence from High Frequency Data ». *Algorithmic Finance* 2, n° 3-4 (1 janvier 2013): 233-39.
- Bonnier, Jean-Baptiste. « Essays on commodity prices modelling and informational efficiency ». These de doctorat, Nantes, 2021.
- Boussard, Jean-Marc. « Pourquoi l'instabilité est-elle une caractéristique structurelle des marchés agricoles ? » *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n° 320 (1 novembre 2010): 69-83.
- Bruno, Valentina, et Hyun Song Shin. « Capital Flows, Cross-Border Banking and Global Liquidity ». National Bureau of Economic Research, 9 mai 2013.
- Calabre, Serge. « La dynamique des prix et des marchés de matières premières : analyses univariées versus faits stylisés analytiques ». *Mondes en développement* no 122, n° 2 (2003): 21-35.
- Capelle-Blancard, Gunther, et Dramane Coulibaly. « Index Trading and Agricultural Commodity Prices: A Panel Granger Causality Analysis<sup>1</sup> <sup>1</sup>The Authors Thank Agnès Bénassy-Quéré, Valérie Mignon and Sophie Piton for Helpful Comments. The Usual Disclaimer Applies ». *International Economics* 126-127 (1 février 2011): 51-71.
- Cheng, Ing-Haw, Andrei Kirilenko, et Wei Xiong. « Convective Risk Flows in Commodity Futures Markets ». National Bureau of Economic Research, 23 mars 2012.

- Cheng, Andrei Kirilenko, Wei Xiong. « Convective Risk Flows in Commodity Futures Markets\* ». *Review of Finance* 19, n° 5 (1 août 2015): 1733-81.
- Chevallier, Julien. « Etudes économétriques récentes réalisées à partir des données de la CFTC », 22 février 2010.
- Christmann, Patrice, et Yves Jégourel. « De la structuration des chaînes de valeur aux mécanismes de formation des prix : une analyse englobante des marchés des métaux de base ». *Annales des Mines - Responsabilité et environnement* N° 99, n° 3 (2 juillet 2020): 6-18.
- Cordier, Jean, et Alexandre Gohin. « Quel impact des nouveaux spéculateurs sur les prix agricoles ? Une analyse empirique des fonds d'investissement ». *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n° 343 (15 septembre 2014): 29-51.
- Couharde, Cécile, Vincent Geronimi, et Armand TARANCO. « Les hausses récentes des cours des matières premières traduisent-elles l'entrée dans un régime de prix plus élevés ? » *Revue Tiers Monde* 211, n° 3 (2012): 13.
- Creti, Anna, Marc Joëts, et Valérie Mignon. « On the Links between Stock and Commodity Markets' Volatility ». *Energy Economics* 37 (1 mai 2013): 16-28.
- Daviron, Benoît. « Prix internationaux des produits alimentaires :volatilité ou hausse durable ? » *Revue Tiers Monde* n°211, n° 3 (8 octobre 2012): 91-109.
- « Devil or Angel? The Role of Speculation in the Recent Commodity Price Boom (and Bust) ».
- Engle, Robert. « Dynamic Conditional Correlation ». *Journal of Business & Economic Statistics* 20, n° 3 (1 juillet 2002): 339-50.
- Femenia, Fabienne, et Christophe Gouel. « Volatilité Des Cours Des Commodités Agricoles et Politiques de Stabilisation ». *INRA Sciences Sociales* 2016 (1 décembre 2016): 1-5.
- Furlong, Fred, et Robert Ingenito. « Commodity Prices and Inflation », n° 2 (1996): 21.
- Giraud, Pierre-Noël. « Economie Des Matières Premières ». *Post-Print*. Post-Print. HAL, 2015.
- Hamilton, James D., et Jing Cynthia Wu. « Effects of Index-Fund Investing on Commodity Futures Prices ». *International Economic Review* 56, n° 1 (2015): 187-205.
- Henderson, Brian J., Neil D. Pearson, et Li Wang. « New Evidence on the Financialization of Commodity Markets ». *The Review of Financial Studies* 28, n° 5 (1 mai 2015): 1285-1311.
- Hernandez, Manuel, et Maximo Torero. « Examining the Dynamic Relationship between Spot and Future Prices of Agricultural Commodities ». *IFPRI Discussion Papers*. IFPRI Discussion Papers. International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2010.

- Irwin, Scott H., et Dwight R. Sanders. « The Impact of Index and Swap Funds on Commodity Futures Markets: Preliminary Results », 1 juin 2010.
- Jarque, Carlos M., et Anil K. Bera. « Efficient Tests for Normality, Homoscedasticity and Serial Independence of Regression Residuals ». *Economics Letters* 6, n° 3 (1 janvier 1980): 255-59.
- Joëts, Marc. « Prix des énergies et marchés financiers : vers une financiarisation des marchés de matières premières ». These de doctorat, Paris 10, 2013.
- Lardic Sandrine. *Économétrie des séries temporelles macroéconomiques et financières / Sandrine Lardic, Valérie Mignon*. Paris: Économica, 2002.
- Lecocq, Pierre-Emmanuel, et Frédéric Courleux. « Vers la définition d'un nouveau cadre de régulation des marchés dérivés de matières premières agricoles », s. d., 19.
- Maître d'Hôtel, Élodie, Hélène David-Benz, et Françoise Gérard. « Les politiques de gestion de l'instabilité des prix agricoles: Leçons des expériences menées à Madagascar, au Mali et en Zambie ». *Revue Tiers Monde* 211, n° 3 (2012): 71.
- Mitra, Sophie, et Jean-Marc Boussard. « Les stocks et la volatilité des prix agricoles. Un modèle de fluctuations endogènes ». *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n° 321 (6 janvier 2011): Pagination.
- Pindyck, Robert S., et Julio J. Rotemberg. « The Comovement of Stock Prices\* ». *The Quarterly Journal of Economics* 108, n° 4 (1 novembre 1993): 1073-1104.
- Sanders, Dwight R., et Scott H. Irwin. « Energy Futures Prices and Commodity Index Investment: New Evidence from Firm-Level Position Data ». *Energy Economics*, Special Issue on Recent Approaches to Modelling Oil and Energy Commodity Prices, 46 (1 décembre 2014): S57-68.
- Sanders, Irwin. « New Evidence on the Impact of Index Funds in U.S. Grain Futures Markets ». *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne d'agroeconomie* 59, n° 4 (2011): 519-32.
- Sanders, Irwin. « The Impact of Index Funds in Commodity Futures Markets: A Systems Approach ». *The Journal of Alternative Investments* 14, n° 1 (30 juin 2011): 40-49.
- Singleton, Kenneth J. « Investor Flows and the 2008 Boom/Bust in Oil Prices ». *Management Science* 60, n° 2 (23 octobre 2013): 300-318.
- Sockin, Michael, et Wei Xiong. « Informational Frictions and Commodity Markets ». *The Journal of Finance* 70, n° 5 (2015): 2063-98.
- Stoll, Hans R., et Robert E. Whaley. « Commodity Index Investing and Commodity Futures Prices ». SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network, 19 novembre 2015.

Youcef, Camille Aït. « Causes et conséquences de l'activité financière sur la dynamique des prix agricoles », s. d., 217.

Article :

Les Echos (2016-07-12). Cacao : pourquoi les prix mondiaux ont plongé de plus de 25 % cette année

Capital (2019-12-06). Cacao : les prix flambent (et ils devraient rester élevés)

Le Point (2013-31-12). Bourses : 2013, un très bon cru

Les ECHOS (2011-04-10). Cuivre, aluminium : la chute des métaux s'accélère

Le Figaro (2011-06-02) La folle envolée du cuivre

Le Figaro (2010-12-08). Inquiétudes sur l'envolée des prix du blé

Les Echos (2019-16-06). Le marché mondial de l'énergie bouleversé par la chute du prix du gaz

Les Echos (2014-08-01). Le froid polaire propulse le prix du bétail au plus haut aux Etats-Unis

Le Figaro (2014-11-09). Blé, sucre, lait, soja... : les prix n'ont jamais été aussi bas depuis 2010

Le Figaro (2012-30-07). Les cours des céréales flambent à nouveau

Rexecode (2015-03-09). Baisse des prix du pétrole : un impact non négligeable sur l'économie française en 2015

Cours Master EKAP :

Marché Dérivé

Technique de Prévision

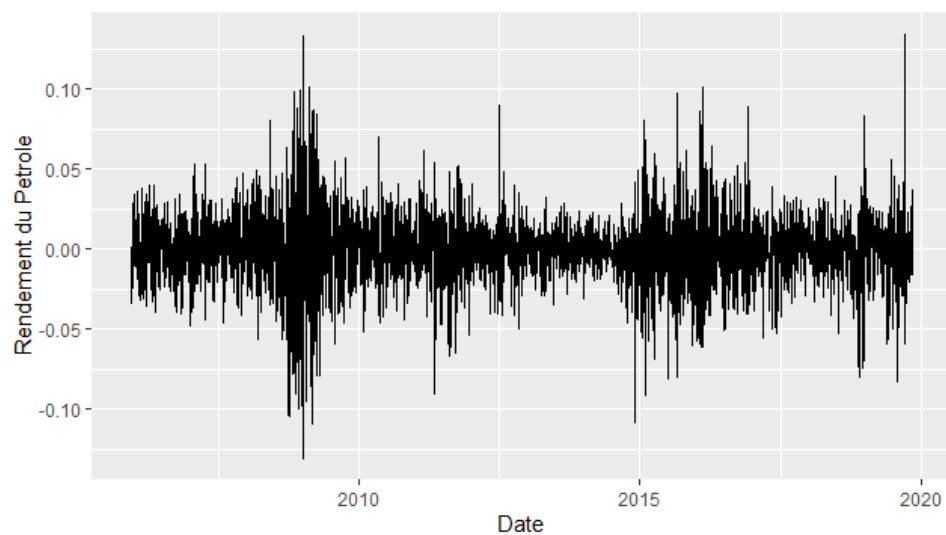
## Annexes

### Annexe 1 : Tableau Test ADF et Jarque-Bera pour les prix logarithmiques différencié à l'ordre 1 des matières premières

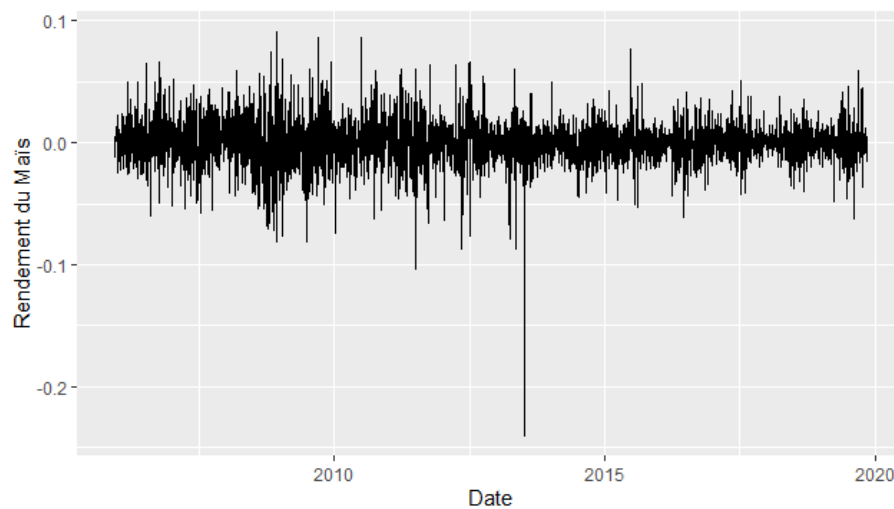
| p.value          | Petrole   | Maïs      | Soja      | Sucre     | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre    | Or        | Argent    |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| ADF Test         | <0.01     | <0.01     | <0.01     | <0.01     | <0.01         | <0.01       | <0.01     | <0.01     | <0.01     |
| Jarque-Bera Test | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 | < 2.2e-16     | < 2.2e-16   | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 |

### Annexe 2 : Graphique des prix logarithmiques des différentes matières premières différencié à l'ordre 1

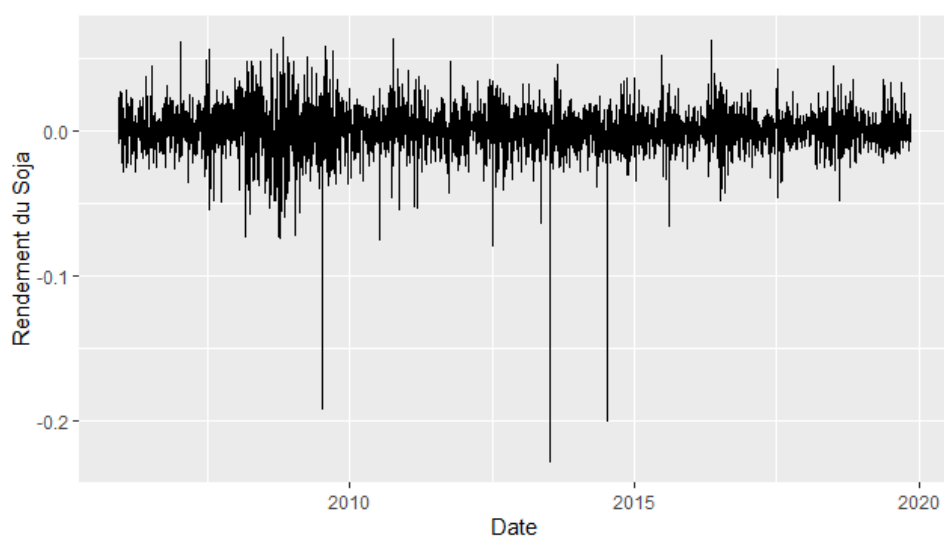
#### Annexe 2.1 : Pétrole



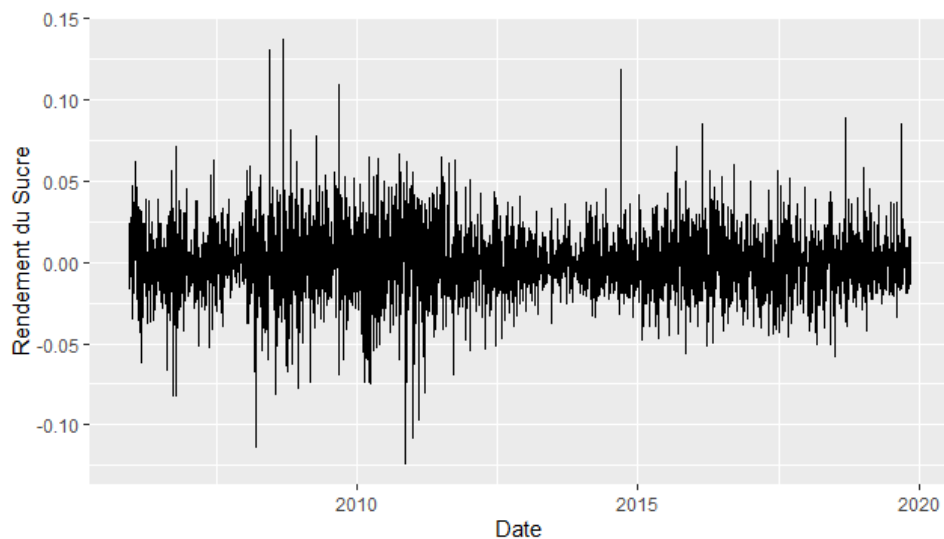
#### Annexe 2.2 : Maïs



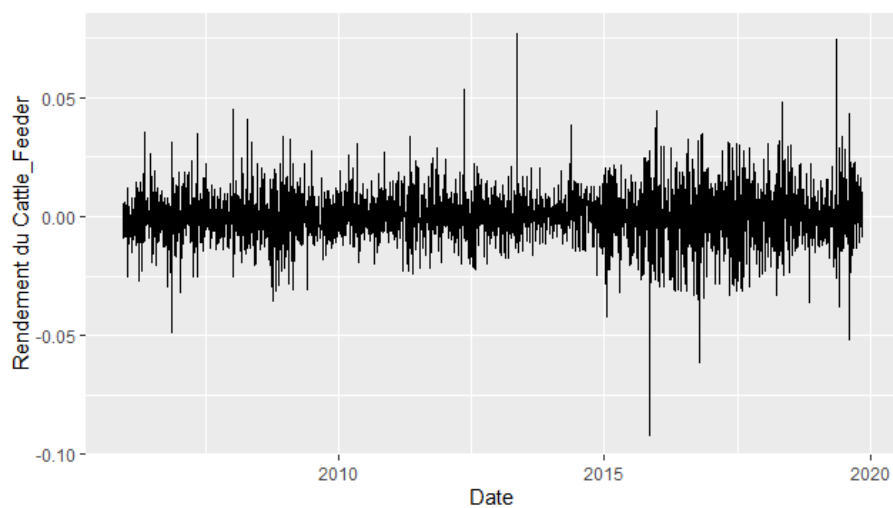
### Annexe 2.3 : Soja



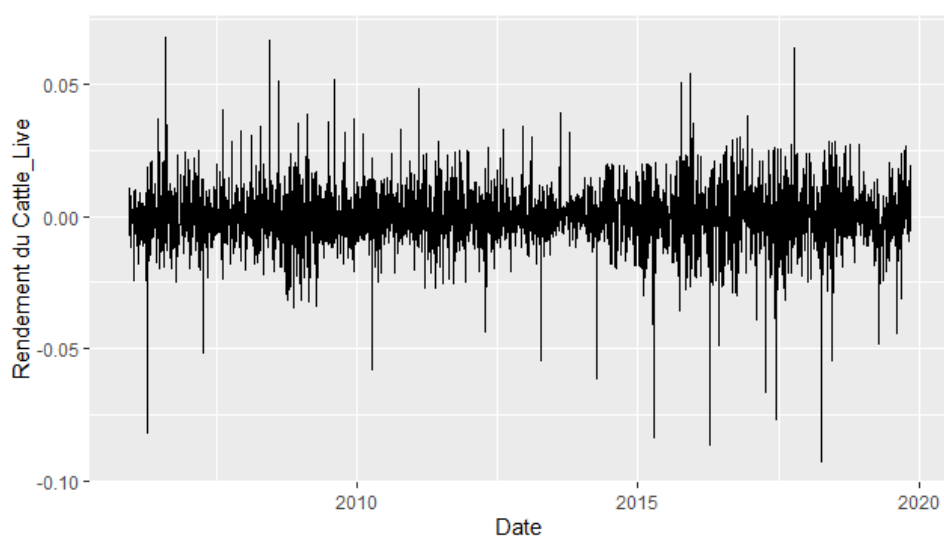
### Annexe 2.4 : Sucre



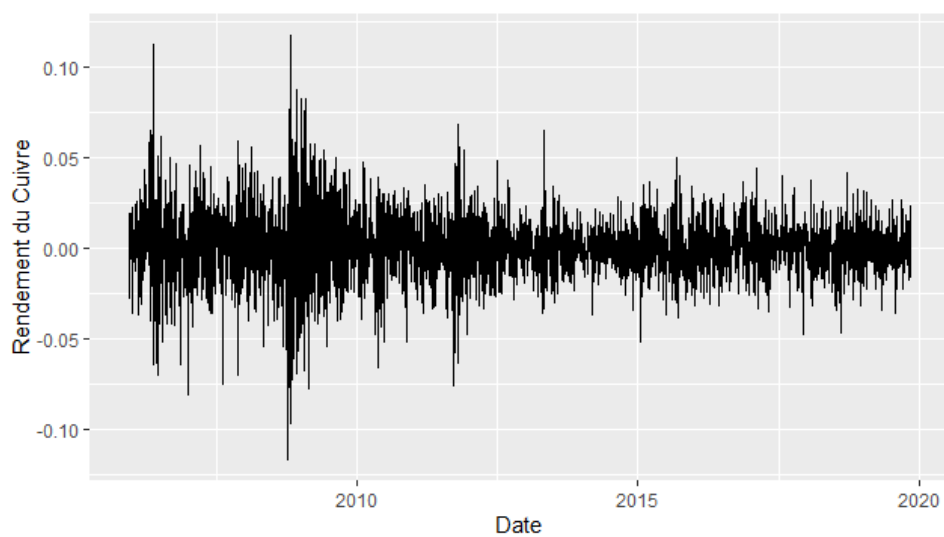
### Annexe 2.5 : Cattle Feeder



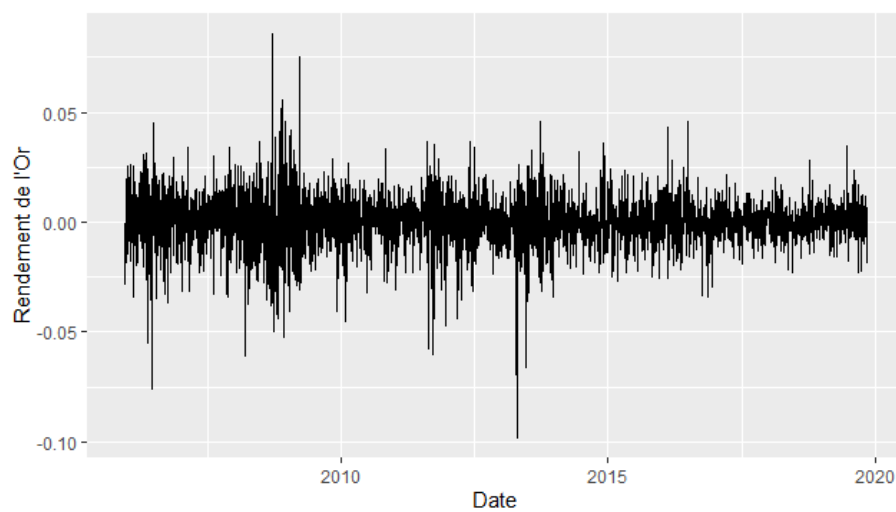
### Annexe 2.6 : Cattle Live



### Annexe 2.7 : Cuivre

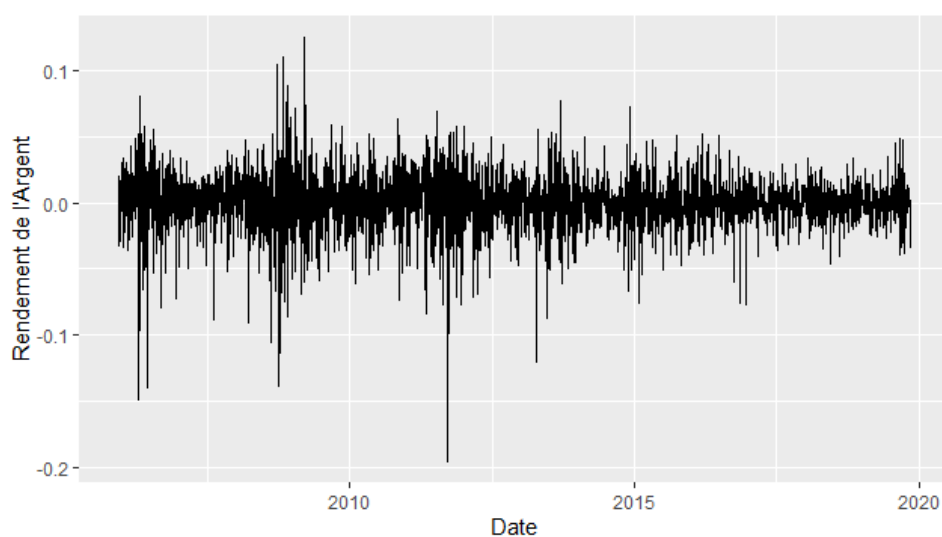


### Annexe 2.8 : Or





## Annexe 2.9 : Argent



## Annexe 3 : Statistiques Descriptives

|             | Petrole     | Corn        | Cotton      | Cacao       | Coffee      | Wheat       | Soybeans    | Sugar       |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| nobs        | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 |
| NAs         | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    |
| Minimum     | -0.130654   | -0.240065   | -0.122386   | -0.097758   | -0.112541   | -0.099728   | -0.227687   | -0.123658   |
| Maximum     | 0.134193    | 0.091007    | 0.119936    | 0.119159    | 0.117892    | 0.087943    | 0.064450    | 0.137244    |
| 1. Quartile | -0.011660   | -0.009707   | -0.008510   | -0.009743   | -0.011482   | -0.012434   | -0.007600   | -0.011575   |
| 3. Quartile | 0.011743    | 0.010363    | 0.008846    | 0.010316    | 0.010800    | 0.012222    | 0.008348    | 0.011111    |
| Mean        | -0.000024   | 0.000170    | 0.000055    | 0.000150    | 0.000027    | 0.000138    | 0.000130    | -0.000030   |
| Median      | 0.000823    | 0.000000    | 0.000116    | 0.000369    | 0.000285    | 0.000000    | 0.000560    | -0.000628   |
| Sum         | -0.084066   | 0.596573    | 0.192072    | 0.526124    | 0.093302    | 0.483122    | 0.453929    | -0.104883   |
| SE Mean     | 0.000381    | 0.000324    | 0.000287    | 0.000305    | 0.000325    | 0.000354    | 0.000272    | 0.000354    |
| LCL Mean    | -0.000771   | -0.000464   | -0.000508   | -0.000447   | -0.000611   | -0.000556   | -0.000403   | -0.000724   |
| UCL Mean    | 0.000723    | 0.000805    | 0.000618    | 0.000748    | 0.000665    | 0.000832    | 0.000663    | 0.000664    |
| Variance    | 0.000508    | 0.000366    | 0.000289    | 0.000325    | 0.000371    | 0.000439    | 0.000259    | 0.000439    |
| Stdev       | 0.022549    | 0.019144    | 0.016996    | 0.018024    | 0.019258    | 0.020953    | 0.016086    | 0.020954    |
| Skewness    | -0.046147   | -0.635243   | 0.065062    | -0.168124   | 0.087494    | 0.071028    | -2.030540   | 0.088132    |
| Kurtosis    | 3.418578    | 9.029083    | 4.006022    | 2.527756    | 1.772221    | 1.571274    | 25.251051   | 3.229095    |

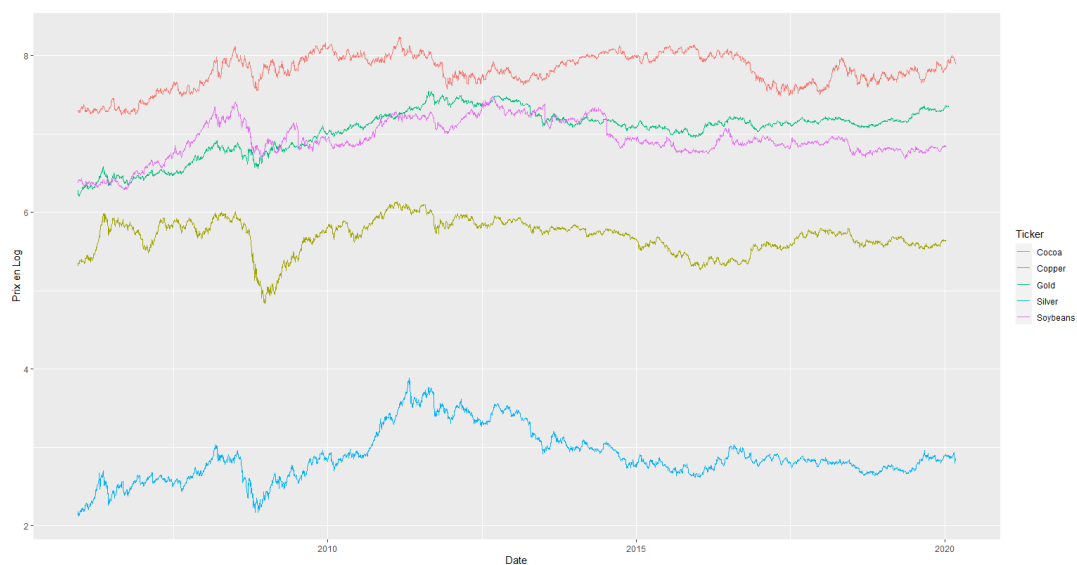
|             | Cattle_Feeder | Cattle_Live | Hogs        | Natural_Gas | Copper      | Gold        | Silver      |
|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| nobs        | 3501.000000   | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 | 3501.000000 |
| NAs         | 0.000000      | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    |
| Minimum     | -0.091886     | -0.092769   | -0.213164   | -0.191840   | -0.116933   | -0.098105   | -0.194889   |
| Maximum     | 0.077063      | 0.068027    | 0.349751    | 0.406760    | 0.117423    | 0.085890    | 0.124695    |
| 1. Quartile | -0.005408     | -0.005445   | -0.009002   | -0.017655   | -0.008484   | -0.005112   | -0.008664   |
| 3. Quartile | 0.005651      | 0.005701    | 0.008734    | 0.015622    | 0.008793    | 0.006342    | 0.010641    |
| Mean        | 0.000072      | 0.000064    | -0.000008   | -0.000479   | 0.000074    | 0.000289    | 0.000182    |
| Median      | 0.000227      | 0.000000    | 0.000000    | -0.001092   | 0.000000    | 0.000339    | 0.000818    |
| Sum         | 0.252700      | 0.225242    | -0.026545   | -1.676550   | 0.258972    | 1.012473    | 0.638720    |
| SE Mean     | 0.000179      | 0.000188    | 0.000397    | 0.000515    | 0.000305    | 0.000198    | 0.000352    |
| LCL Mean    | -0.000279     | -0.000305   | -0.000787   | -0.001489   | -0.000524   | -0.000098   | -0.000507   |
| UCL Mean    | 0.000423      | 0.000433    | 0.000771    | 0.000532    | 0.000672    | 0.000676    | 0.000872    |
| Variance    | 0.000112      | 0.000124    | 0.000553    | 0.000930    | 0.000325    | 0.000137    | 0.000433    |
| Stdev       | 0.010597      | 0.011137    | 0.023508    | 0.030496    | 0.018037    | 0.011687    | 0.020812    |
| Skewness    | -0.045006     | -0.535388   | 1.077958    | 1.129961    | -0.060070   | -0.320872   | -0.862161   |
| Kurtosis    | 4.853484      | 7.867933    | 38.684397   | 13.122109   | 3.871515    | 5.562269    | 7.069976    |

## Annexe 4 : Box-Pierce Test pour les Rendements au Carré des Contrats Futures

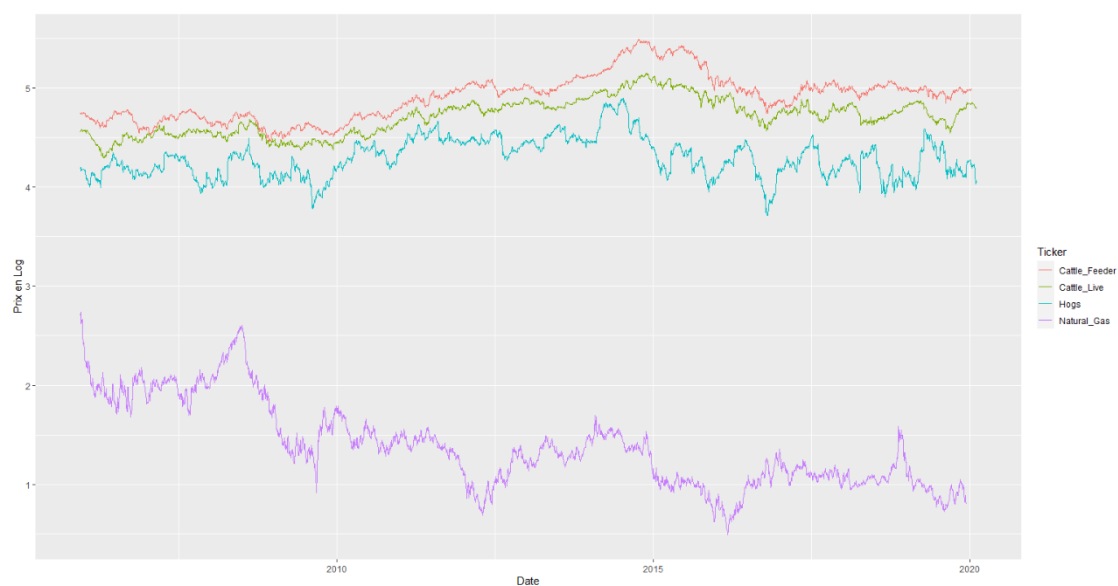
| p.value | Petrole | Maïs   | Soja   | Sucre  | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre | Or     | Argent |
|---------|---------|--------|--------|--------|---------------|-------------|--------|--------|--------|
| Rd      | <0.01   | 0.0212 | 0.0883 | 0.0649 | <0.01         | 0.0513      | <0.01  | 0.0358 | <0.01  |
| Rd^2    | <0.01   | <0.01  | 0.0498 | <0.01  | <0.01         | <0.01       | <0.01  | <0.01  | <0.01  |

## Annexe 5 : Graphiques des prix en Logarithme

### Annexe 5.1 : Cacao, Cuivre, Or, Argent et Soja



### Annexe 5.2 : Cattle Feeder, Cattle Live, Porcs et Gaz Naturel



## Annexe 6 : Résultats des modèles ARMA pour chaque série

|       | Petrole | Maïs | Soja | Sucre | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre | Or | Argent |
|-------|---------|------|------|-------|---------------|-------------|--------|----|--------|
| AR    | 0       | 0    | 0    | 0     | 0             | 0           | 1      | 0  | 1      |
| MA    | 1       | 0    | 0    | 0     | 1             | 0           | 0      | 0  | 0      |
| Ljung | <0.01   |      |      |       | <0.01         |             | <0.01  |    | <0.01  |
| ARCH  | <0.01   |      |      |       | <0.01         |             | <0.01  |    | <0.01  |

## Annexe 7 : Résultats des modèles ARCH pour chaque série

|       | Petrole | Maïs  | Soja  | Sucre  | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre | Or    | Argent |
|-------|---------|-------|-------|--------|---------------|-------------|--------|-------|--------|
| q     | 10      | 12    | 8     | 15     | 15            | 15          | 12     | 12    | 1      |
| Ljung | <0.01   | <0.01 | <0.01 | <0.01  | <0.01         | <0.01       | <0.01  | <0.01 | <0.01  |
| ARCH  | <0.01   | <0.01 | <0.01 | 0.0211 | <0.01         | <0.01       | <0.01  | <0.01 | 0.0417 |

## Annexe 8 : Modèles GARCH univariés pour chaque rendement

### Annexe 8.1 : Maïs

#### Optimal Parameters

|        | Estimate | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|----------|----------|
| mu     | 0.000116 | 0.000269   | 0.43218  | 0.665613 |
| omega  | 0.000004 | 0.000002   | 2.06806  | 0.038634 |
| alpha1 | 0.081142 | 0.010915   | 7.43393  | 0.000000 |
| beta1  | 0.393770 | 0.026493   | 14.86299 | 0.000000 |
| beta2  | 0.519827 | 0.025070   | 20.73469 | 0.000000 |

#### Robust Standard Errors:

|        | Estimate | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|----------|----------|
| mu     | 0.000116 | 0.000310   | 0.37525  | 0.707474 |
| omega  | 0.000004 | 0.000007   | 0.55412  | 0.579497 |
| alpha1 | 0.081142 | 0.024086   | 3.36891  | 0.000755 |
| beta1  | 0.393770 | 0.021806   | 18.05814 | 0.000000 |
| beta2  | 0.519827 | 0.011880   | 43.75732 | 0.000000 |

### Annexe 8.2 : Soja

#### Optimal Parameters

|        | Estimate | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|-----------|----------|
| mu     | 0.000004 | 0.000241   | 0.015019  | 0.988017 |
| omega  | 0.000020 | 0.000004   | 4.580232  | 0.000005 |
| alpha1 | 0.105923 | 0.018129   | 5.842772  | 0.000000 |
| beta1  | 0.825994 | 0.030311   | 27.250389 | 0.000000 |

#### Robust Standard Errors:

|        | Estimate | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|----------|----------|
| mu     | 0.000004 | 0.000384   | 0.009437 | 0.99247  |
| omega  | 0.000020 | 0.000020   | 0.995376 | 0.31955  |
| alpha1 | 0.105923 | 0.068237   | 1.552274 | 0.12060  |
| beta1  | 0.825994 | 0.115416   | 7.156649 | 0.00000  |

### Annexe 8.3 : Sucre

#### Optimal Parameters

|        | Estimate  | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|-----------|------------|-----------|----------|
| mu     | -0.000129 | 0.000313   | -0.41247  | 0.679994 |
| omega  | 0.000002  | 0.000001   | 2.43473   | 0.014903 |
| alpha1 | 0.026269  | 0.001769   | 14.85360  | 0.000000 |
| beta1  | 0.969530  | 0.001736   | 558.61530 | 0.000000 |

#### Robust Standard Errors:

|        | Estimate  | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|-----------|------------|-----------|----------|
| mu     | -0.000129 | 0.000348   | -0.37058  | 0.71095  |
| omega  | 0.000002  | 0.000004   | 0.51790   | 0.60453  |
| alpha1 | 0.026269  | 0.002661   | 9.87151   | 0.00000  |
| beta1  | 0.969530  | 0.004007   | 241.95013 | 0.00000  |

### Annexe 8.4 : Cattle Feeder

#### Optimal Parameters

|        | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|---------|----------|
| mu     | 0.000420 | 0.000170   | 2.4642  | 0.013730 |
| ma1    | 0.059531 | 0.018362   | 3.2420  | 0.001187 |
| omega  | 0.000003 | 0.000001   | 2.5175  | 0.011819 |
| alpha1 | 0.078512 | 0.009607   | 8.1724  | 0.000000 |
| beta1  | 0.199871 | 0.086378   | 2.3139  | 0.020673 |
| beta2  | 0.696274 | 0.086565   | 8.0434  | 0.000000 |

#### Robust Standard Errors:

|        | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|---------|----------|
| mu     | 0.000420 | 0.000177   | 2.37403 | 0.017595 |
| ma1    | 0.059531 | 0.016859   | 3.53105 | 0.000414 |
| omega  | 0.000003 | 0.000007   | 0.40804 | 0.683247 |
| alpha1 | 0.078512 | 0.015404   | 5.09689 | 0.000000 |
| beta1  | 0.199871 | 0.173603   | 1.15131 | 0.249604 |
| beta2  | 0.696274 | 0.198919   | 3.50030 | 0.000465 |

### Annexe 8.5 : Cattle Live

#### Optimal Parameters

|        | Estimate | Std. Error | t value    | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|------------|----------|
| mu     | 0.000165 | 0.000181   | 0.91033    | 0.362648 |
| omega  | 0.000000 | 0.000000   | 2.17077    | 0.029948 |
| alpha1 | 0.009620 | 0.000174   | 55.29953   | 0.000000 |
| beta1  | 0.534528 | 0.000074   | 7261.60419 | 0.000000 |
| beta2  | 0.451788 | 0.000166   | 2721.92086 | 0.000000 |

#### Robust Standard Errors:

|        | Estimate | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|-----------|----------|
| mu     | 0.000165 | 0.000185   | 0.89142   | 0.37270  |
| omega  | 0.000000 | 0.000003   | 0.15679   | 0.87541  |
| alpha1 | 0.009620 | 0.003395   | 2.83310   | 0.00461  |
| beta1  | 0.534528 | 0.001256   | 425.41872 | 0.00000  |
| beta2  | 0.451788 | 0.001001   | 451.47841 | 0.00000  |

## Annexe 8.6 : Cuivre

### Optimal Parameters

|        | Estimate  | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
|--------|-----------|------------|----------|----------|
| mu     | 0.000080  | 0.000229   | 0.35210  | 0.724760 |
| ar1    | -0.050429 | 0.017808   | -2.83190 | 0.004627 |
| omega  | 0.000002  | 0.000004   | 0.53821  | 0.590433 |
| alpha1 | 0.046516  | 0.022843   | 2.03635  | 0.041716 |
| beta1  | 0.946430  | 0.025834   | 36.63549 | 0.000000 |

### Robust Standard Errors:

|        | Estimate  | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|-----------|------------|-----------|----------|
| mu     | 0.000080  | 0.000516   | 0.155939  | 0.876081 |
| ar1    | -0.050429 | 0.044942   | -1.122096 | 0.261822 |
| omega  | 0.000002  | 0.000063   | 0.031666  | 0.974738 |
| alpha1 | 0.046516  | 0.382737   | 0.121534  | 0.903268 |
| beta1  | 0.946430  | 0.434650   | 2.177452  | 0.029447 |

## Annexe 8.7 : Or

### Optimal Parameters

|        | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|---------|----------|
| mu     | 0.000242 | 0.000164   | 1.4743  | 0.140406 |
| omega  | 0.000001 | 0.000001   | 0.9928  | 0.320809 |
| alpha1 | 0.055750 | 0.012941   | 4.3080  | 0.000016 |
| beta1  | 0.346020 | 0.012479   | 27.7291 | 0.000000 |
| beta2  | 0.590054 | 0.014960   | 39.4427 | 0.000000 |

### Robust Standard Errors:

|        | Estimate | Std. Error | t value  | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|----------|----------|
| mu     | 0.000242 | 0.000175   | 1.382895 | 0.166697 |
| omega  | 0.000001 | 0.000015   | 0.075823 | 0.939560 |
| alpha1 | 0.055750 | 0.178544   | 0.312246 | 0.754854 |
| beta1  | 0.346020 | 0.128151   | 2.700103 | 0.006932 |
| beta2  | 0.590054 | 0.059757   | 9.874299 | 0.000000 |

## Annexe 8.8 : Argent

### Optimal Parameters

|        | Estimate | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|-----------|----------|
| mu     | 0.000017 | 0.000283   | 0.058968  | 0.952978 |
| omega  | 0.000005 | 0.000002   | 2.139920  | 0.032361 |
| alpha1 | 0.076205 | 0.009145   | 8.333336  | 0.000000 |
| beta1  | 0.284556 | 0.025972   | 10.956334 | 0.000000 |
| beta2  | 0.627998 | 0.026393   | 23.794101 | 0.000000 |

### Robust Standard Errors:

|        | Estimate | Std. Error | t value   | Pr(> t ) |
|--------|----------|------------|-----------|----------|
| mu     | 0.000017 | 0.000298   | 0.055929  | 0.955399 |
| omega  | 0.000005 | 0.000008   | 0.641631  | 0.521113 |
| alpha1 | 0.076205 | 0.025348   | 3.006288  | 0.002645 |
| beta1  | 0.284556 | 0.011877   | 23.958482 | 0.000000 |
| beta2  | 0.627998 | 0.028915   | 21.718647 | 0.000000 |

### Annexe 9 : Addition des paramètres alpha et beta

|          | Petrole  | Maïs    | Soja     | Sucre    | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre   | Or       | Argent   |
|----------|----------|---------|----------|----------|---------------|-------------|----------|----------|----------|
| alpha    | 0.062027 | 0,08114 | 0.105923 | 0,026269 | 0.078512      | 0,00962     | 0,046516 | 0,05575  | 0.076205 |
| beta     | 0.931403 | 0,91359 | 0.825994 | 0,96953  | 0.896145      | 0,986316    | 0,94643  | 0,936074 | 0.912554 |
| addition | 0,99343  | 0,99474 | 0,931917 | 0,995799 | 0,974657      | 0,995936    | 0,992946 | 0,991824 | 0.988759 |

### Annexe 10 : Test Ljung-Box pour le carré des résidus standardisés du modèle DCC-GARCH

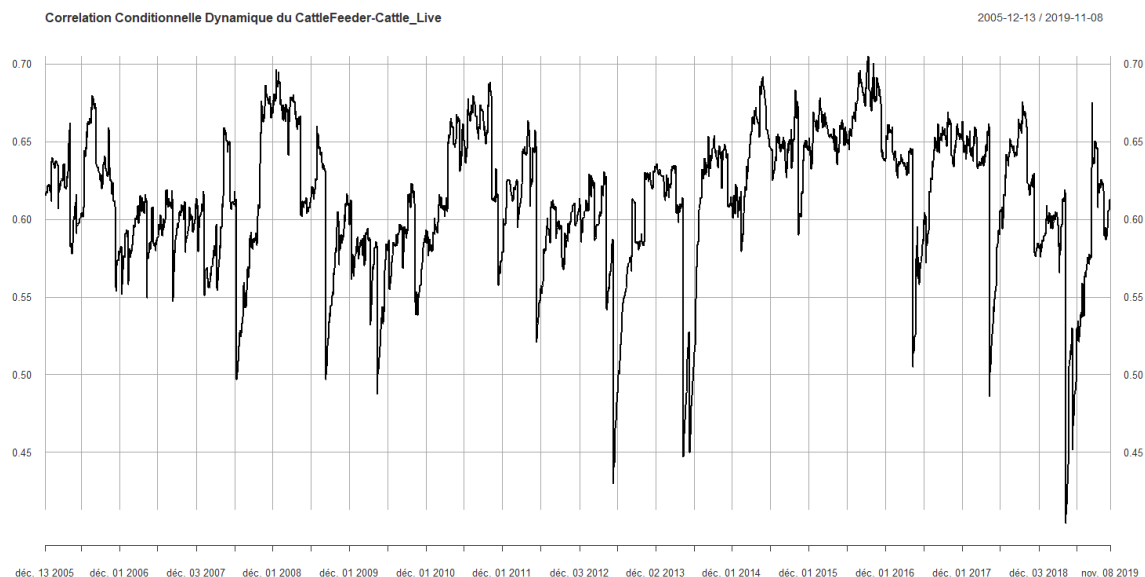
|         | Petrole | Maïs   | Soja | Sucre  | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre | Or     | Argent |
|---------|---------|--------|------|--------|---------------|-------------|--------|--------|--------|
| p.value | 0.4626  | 0.8625 | 1    | 0.9616 | 0.9485        | 0,9978      | 0,4546 | 0.8281 | 0.397  |

### Annexe 11 : ARCH Test sur chacune des relations

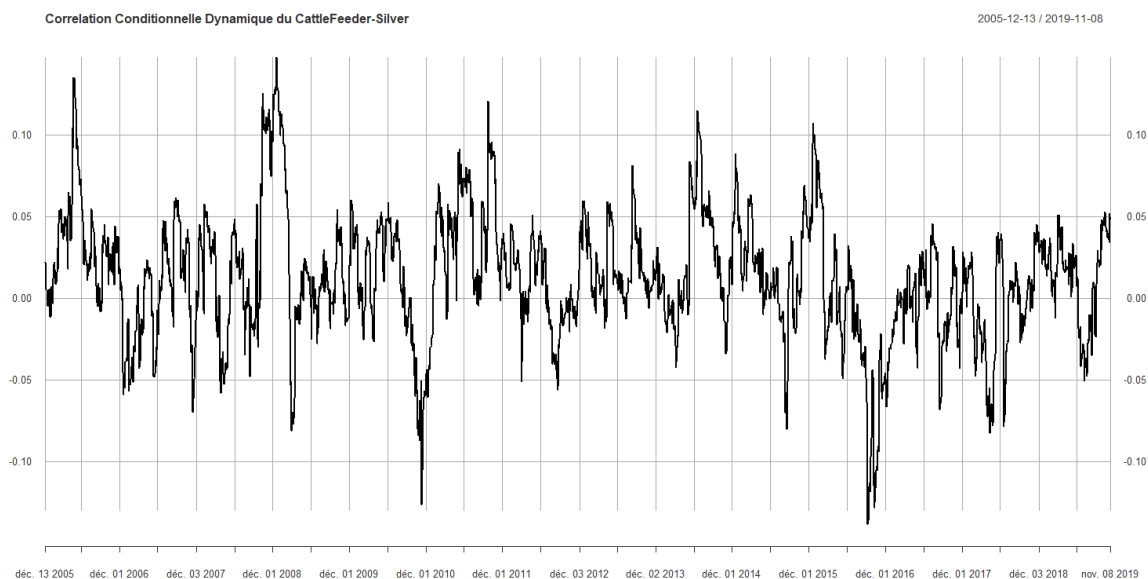
|               | Petrole | Maïs  | Soja  | Sucre | Cattle Feeder | Cattle Live | Cuivre | Or     | Argent |
|---------------|---------|-------|-------|-------|---------------|-------------|--------|--------|--------|
| Petrole       |         | 0.611 | 0.999 | 0.874 | 0.865         | 0,99        | 0,308  | 0.414  | 0.24   |
| Maïs          |         |       | 0.999 | 0.906 | 0.789         | 0.987       | 0.391  | 0.663  | 0.398  |
| Soja          |         |       |       | 0.999 | 0.998         | 0.998       | 0.999  | 1      | 1      |
| Sucre         |         |       |       |       | 0.833         | 0.971       | 0.945  | 0.999  | 0.742  |
| Cattle Feeder |         |       |       |       |               | 0.926       | 0.95   | 0.147  | 0.298  |
| Cattle Live   |         |       |       |       |               |             | 0.998  | 0.1493 | 0.998  |
| Cuivre        |         |       |       |       |               |             |        | 0.444  | 0.165  |
| Or            |         |       |       |       |               |             |        |        | 0.208  |
| Argent        |         |       |       |       |               |             |        |        |        |

## Annexe 12 : Représentation des Corrélations Conditionnelles Dynamiques entre chaque rendement

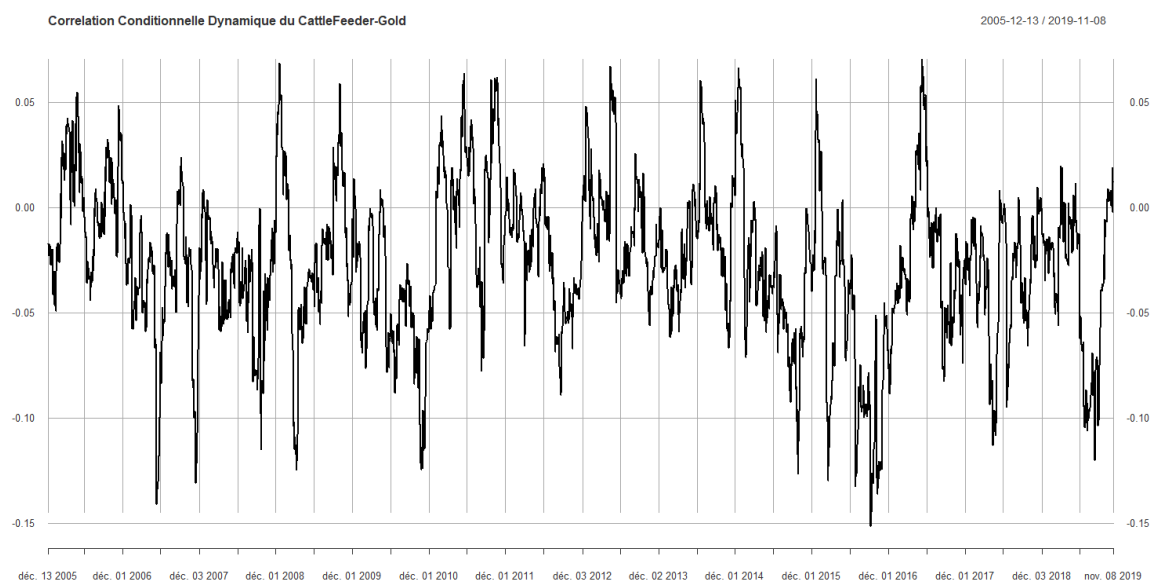
### Annexe 12.1 : Relation entre les bœufs à nourrir et les bœufs prêts à être abattus



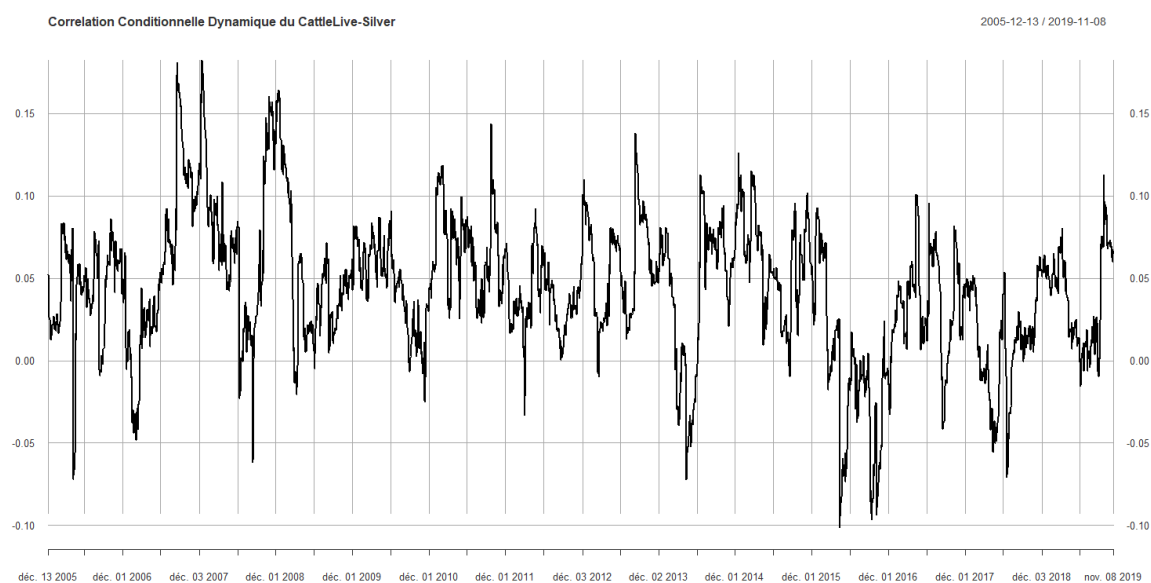
### Annexe 12.2 Relation entre les bœufs à nourrir et l'Argent



### Annexe 12.3 : Relation entre les bœufs à nourrir et l'Or

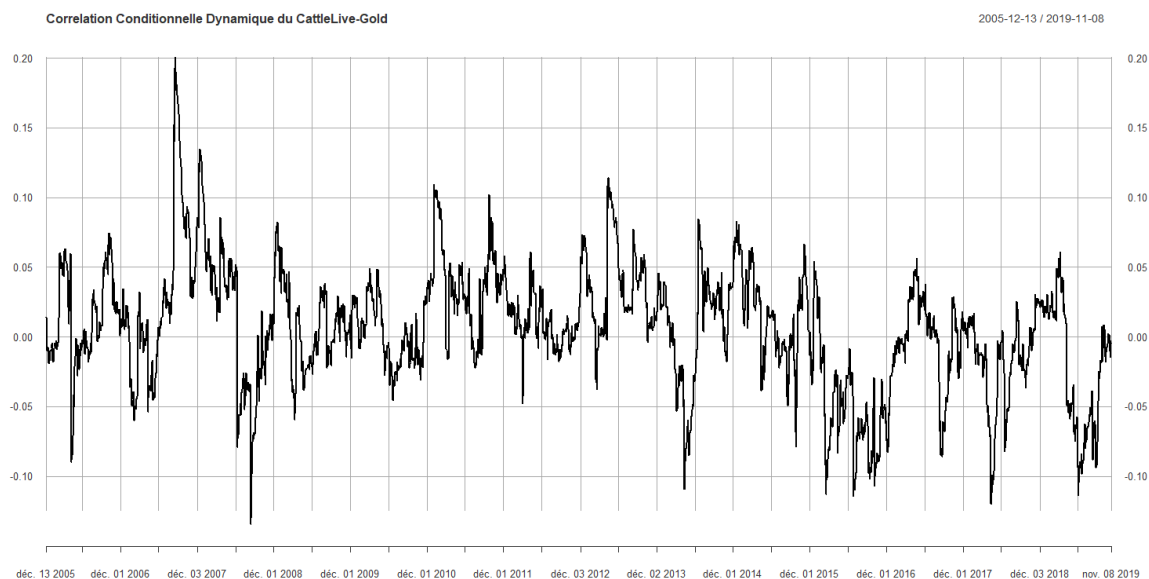


### Annexe 12.4 : Relation entre les bœufs prêts à être abattus et l'Argent

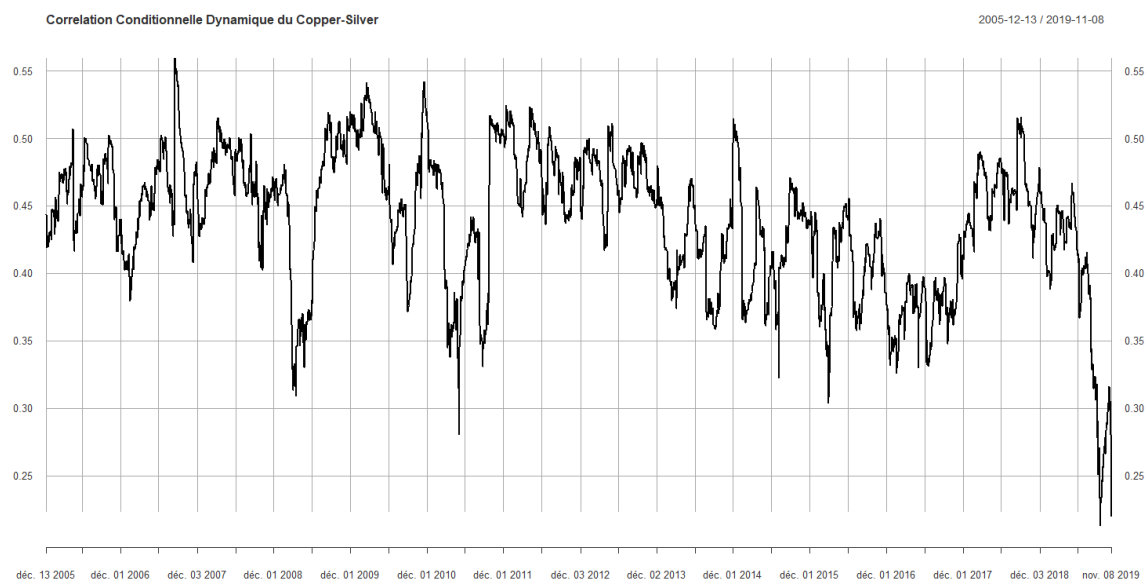




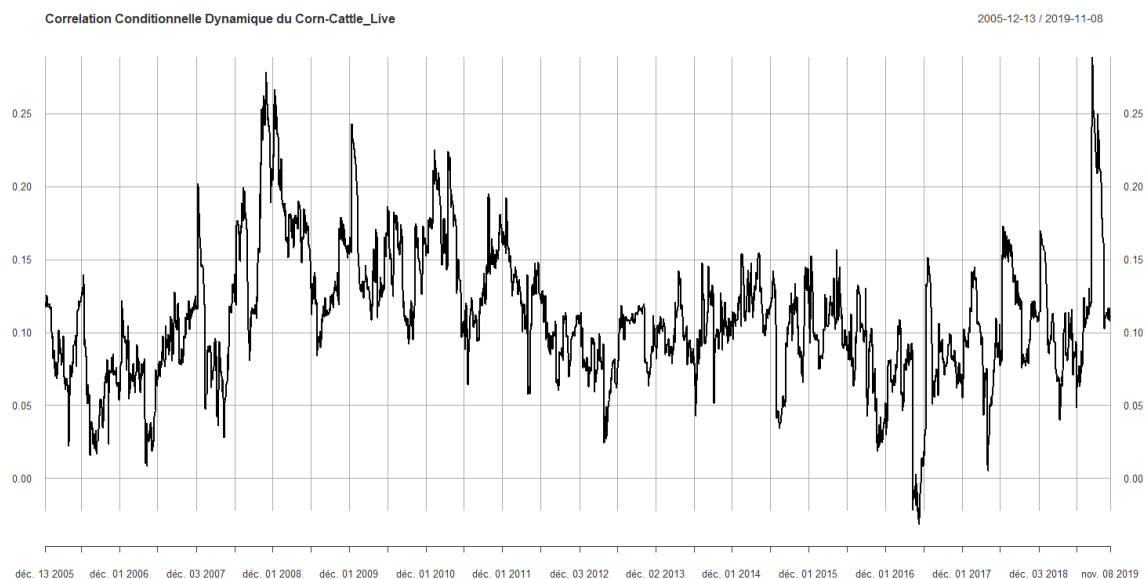
## Annexe 12.5 : Relation entre les bœufs prêts à être abattus et l'Or



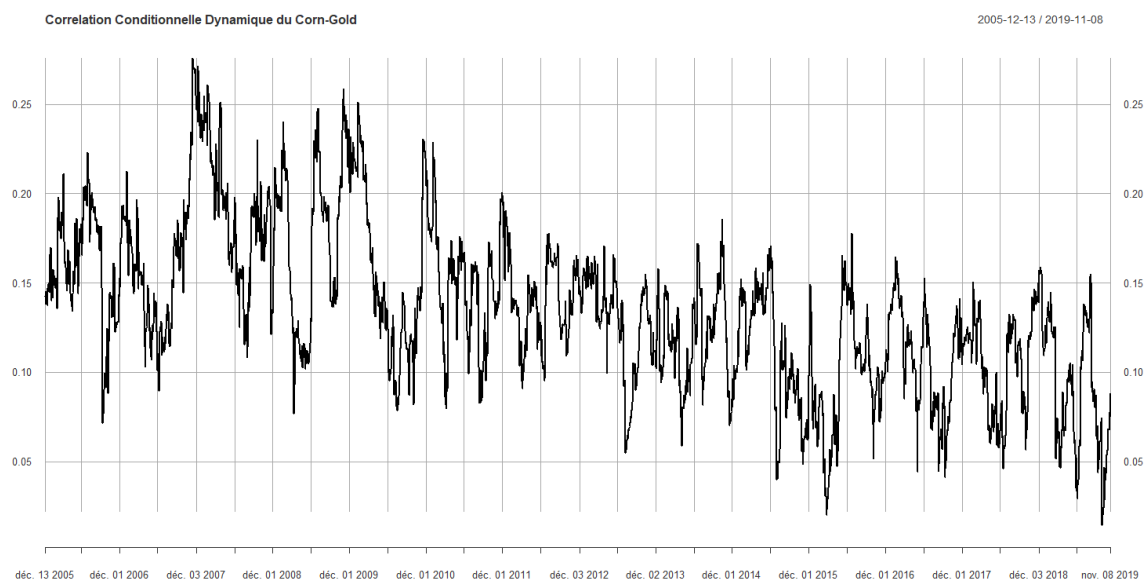
## Annexe 12.6 : Relation entre le Cuivre et l'Argent



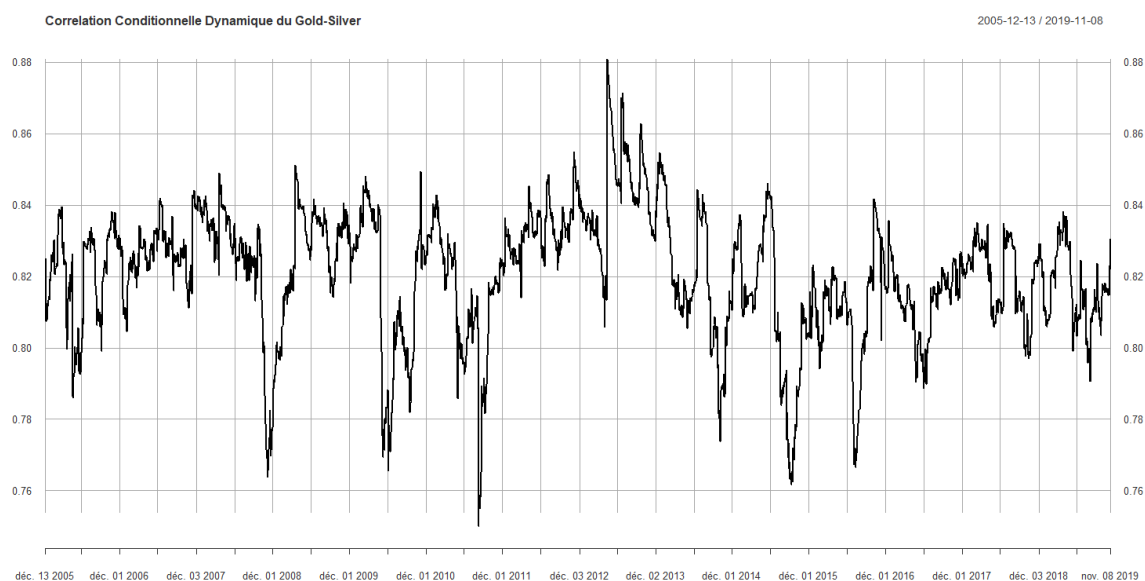
## Annexe 12.7 : Relation entre le maïs et les bœufs prêts à être abattus



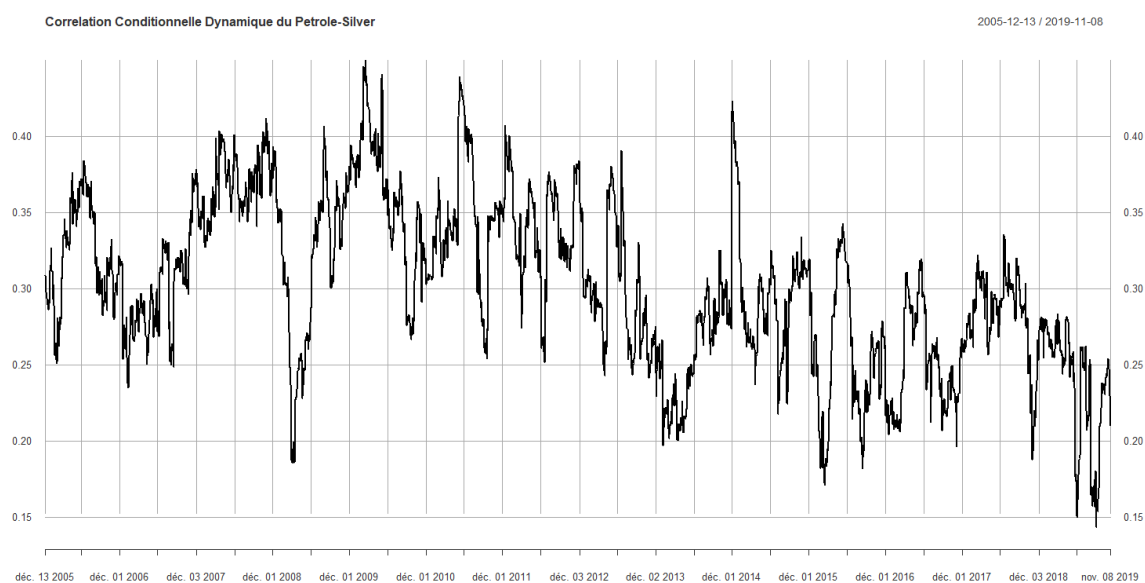
## Annexe 12.8 : Relation entre le Maïs et l'Or



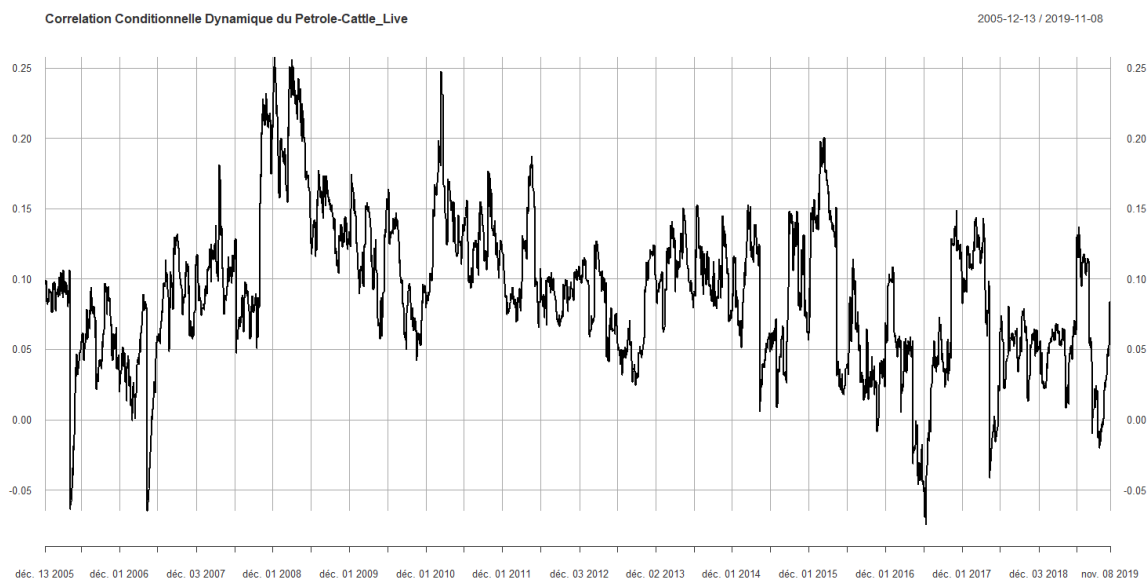
## Annexe 12.9 : Relation entre l'Or et l'Argent



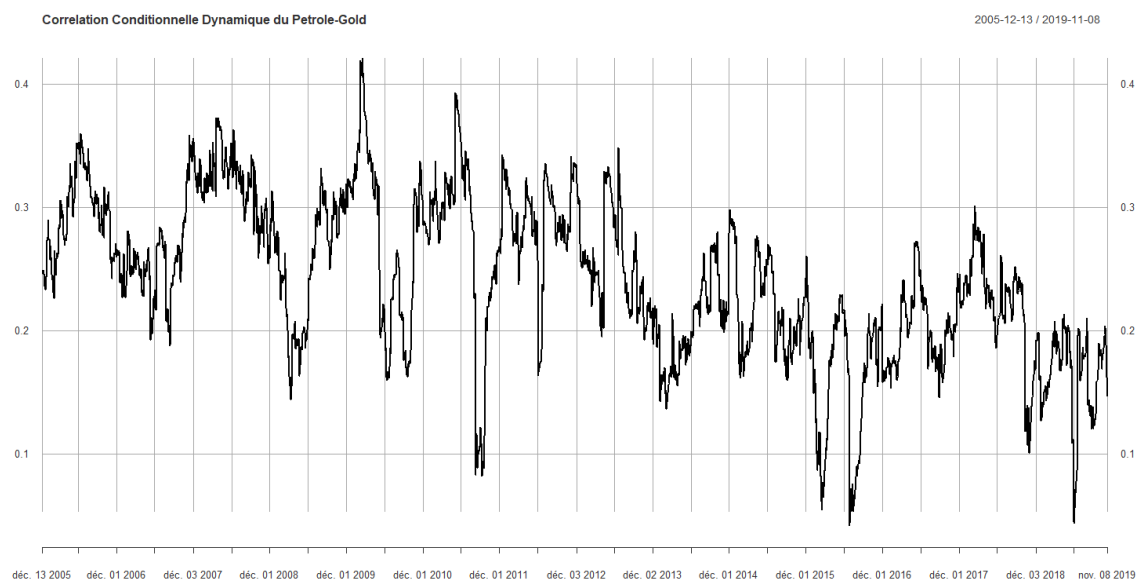
## Annexe 12.10 : Relation entre l'Argent et le Pétrole



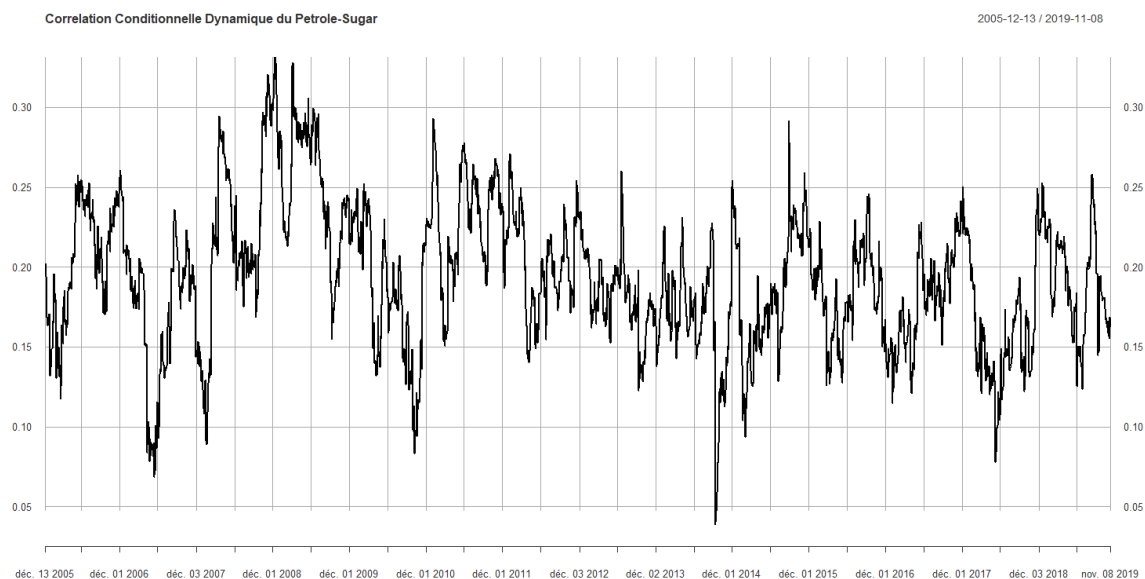
## Annexe 12.11 : Relation entre les bœufs prêts à être abattus et le Pétrole



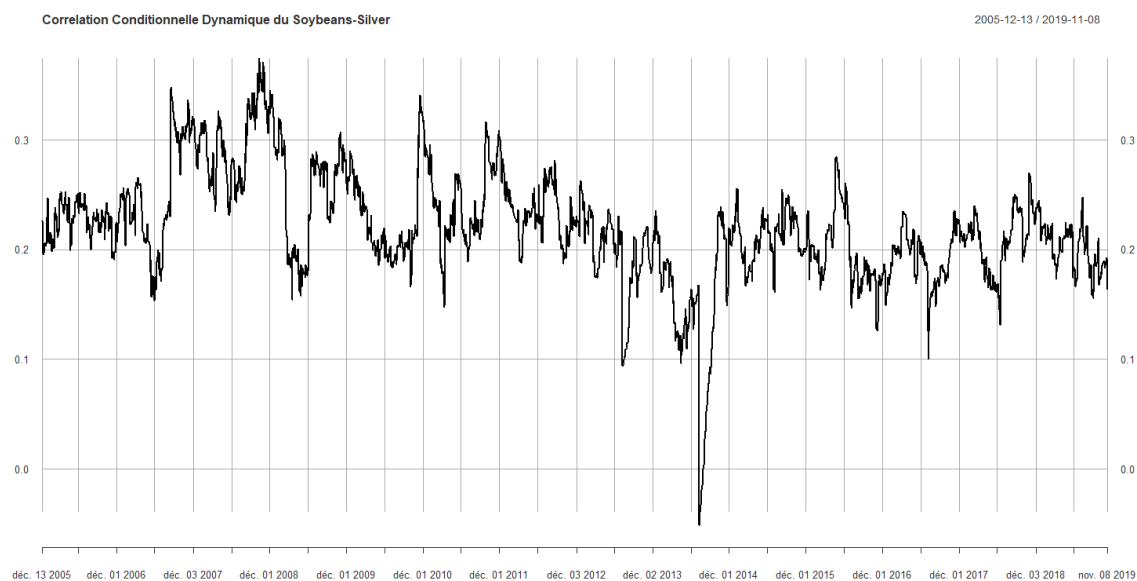
## Annexe 12.11 : Relation entre le Pétrole et l'Or



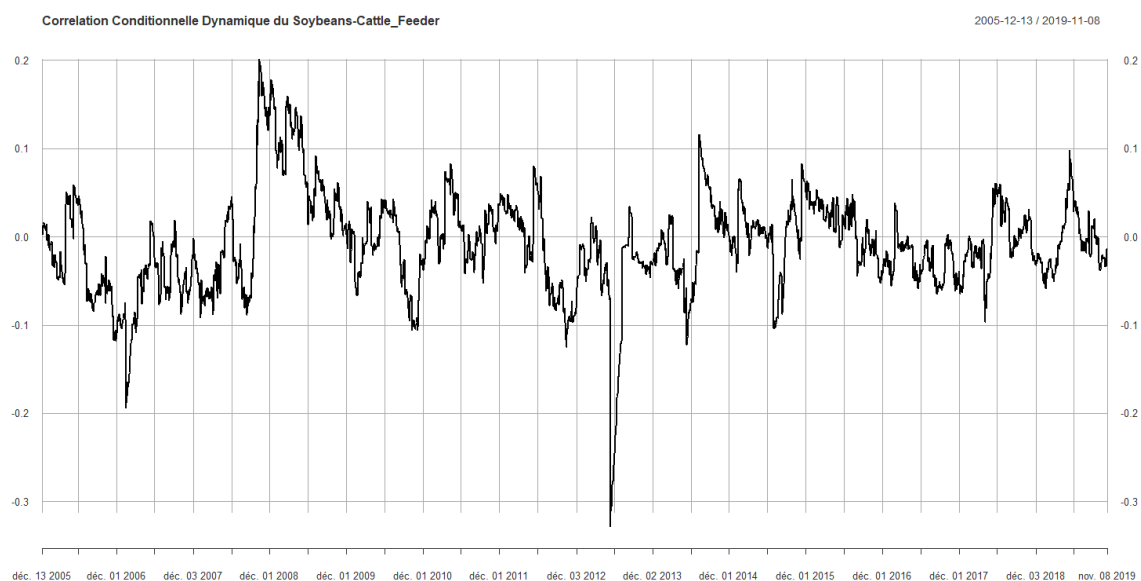
## Annexe 12.12 : Relation entre le Pétrole et le Sucre



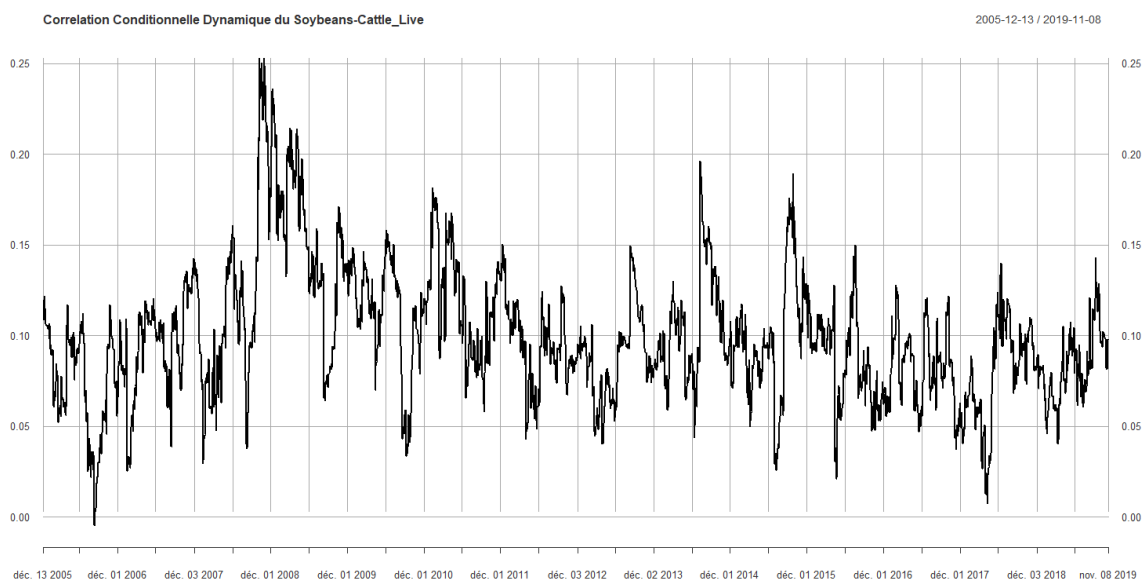
## Annexe 12.13 : Relation entre le Soja et l'Argent



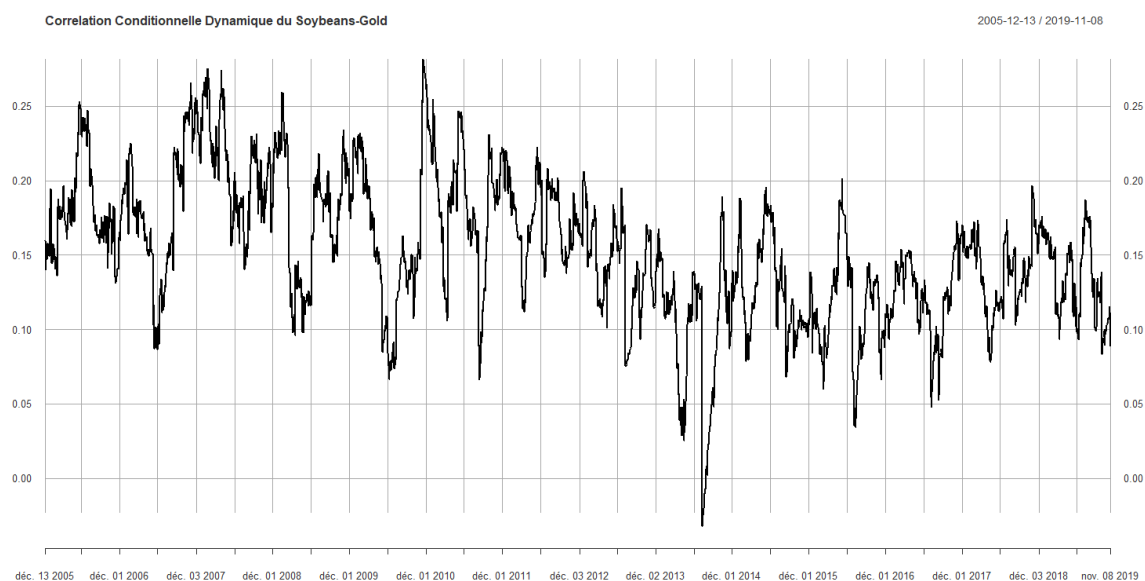
## Annexe 12.14 : Relation entre le Soja et les bœufs à nourrir



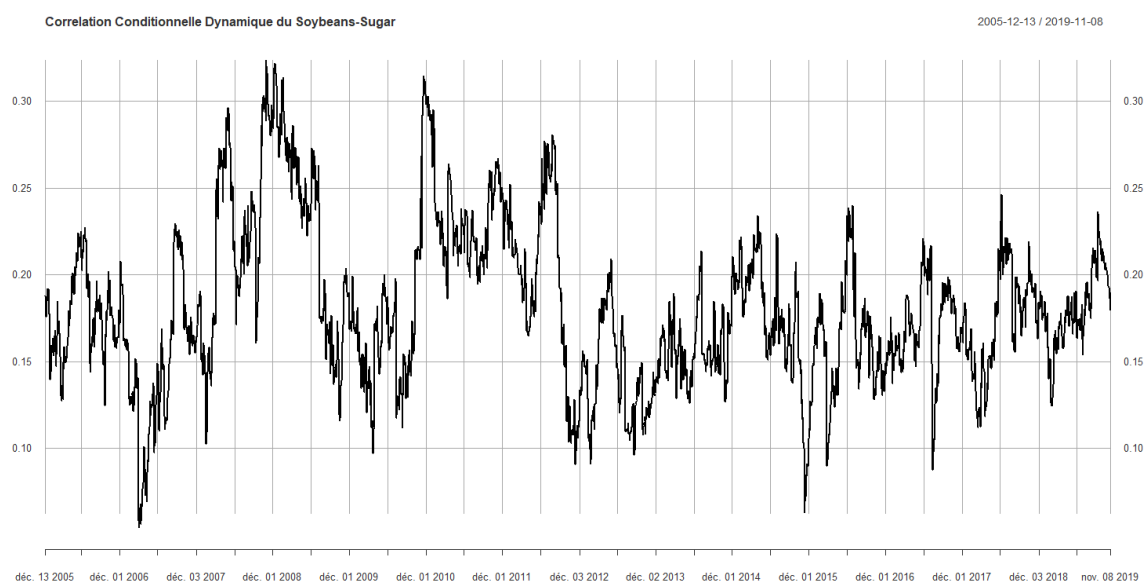
## Annexe 12.15 : Relation entre le Soja et les bœufs prêts à être abattus



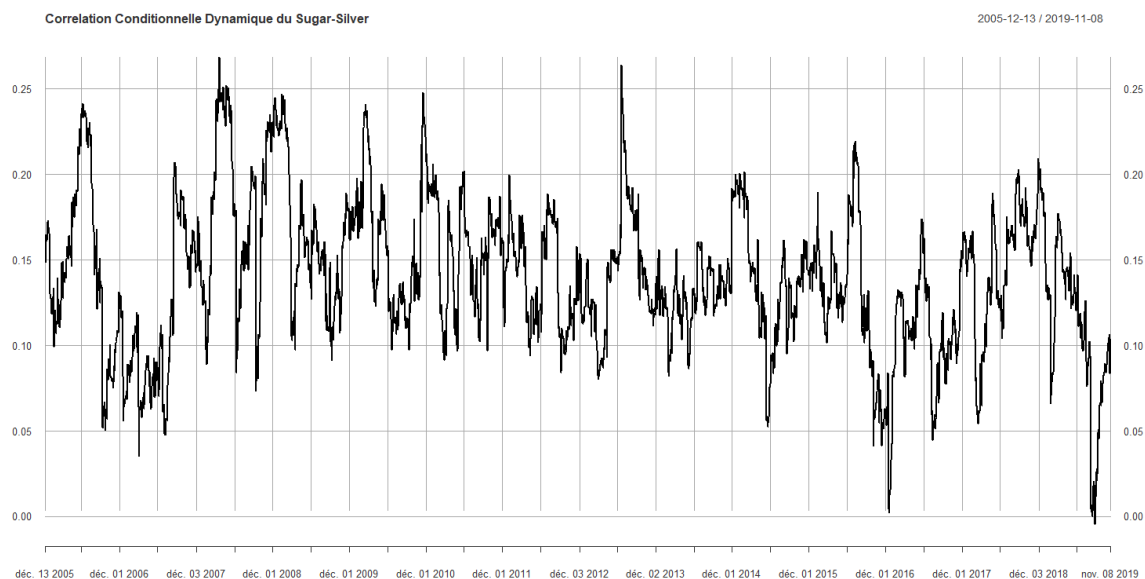
## Annexe 12.16: Relation entre le Soja et l'Or



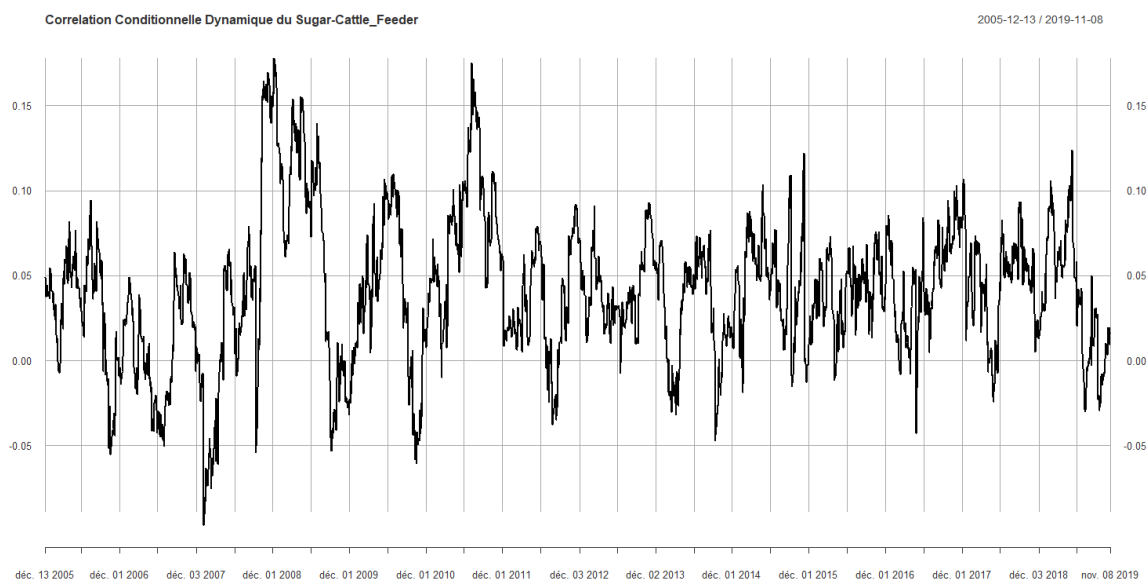
## Annexe 12.17 : Relation entre le Soja et le Sucre



## Annexe 12.17 : Relation entre le Sucre et l'Argent

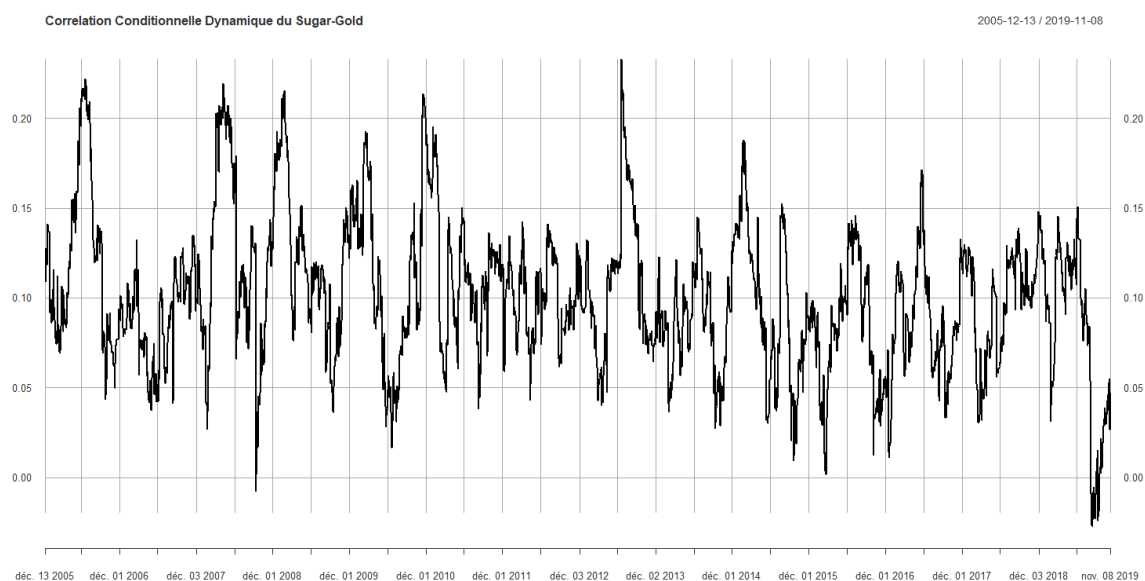


## Annexe 12.18 : Relation entre le Sucre et les Bœufs à Nourrir

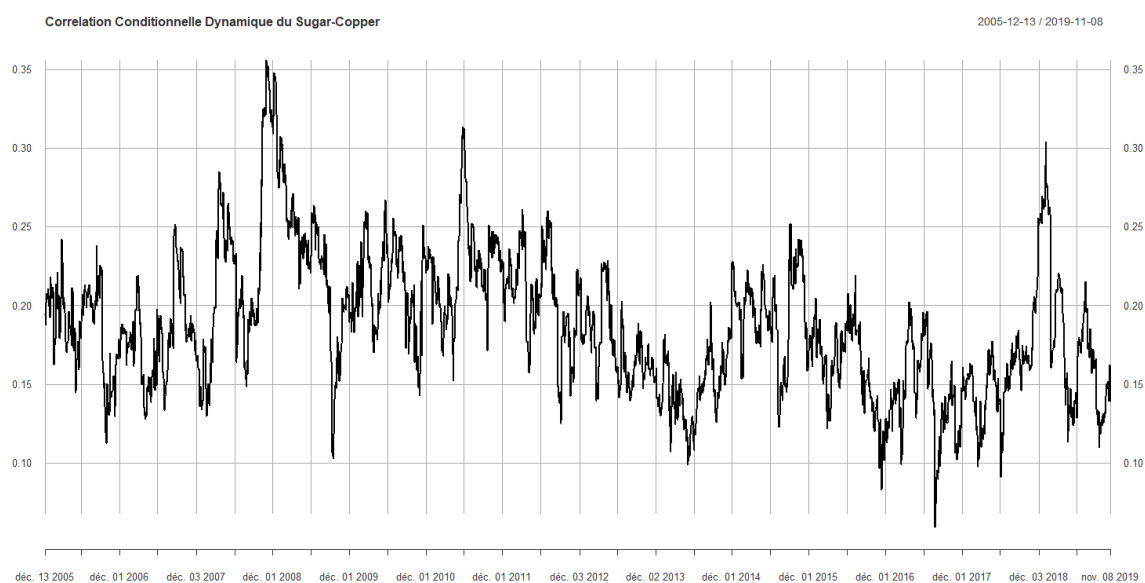




## Annexe 12.19 : Relation entre le Sucre et l'Or

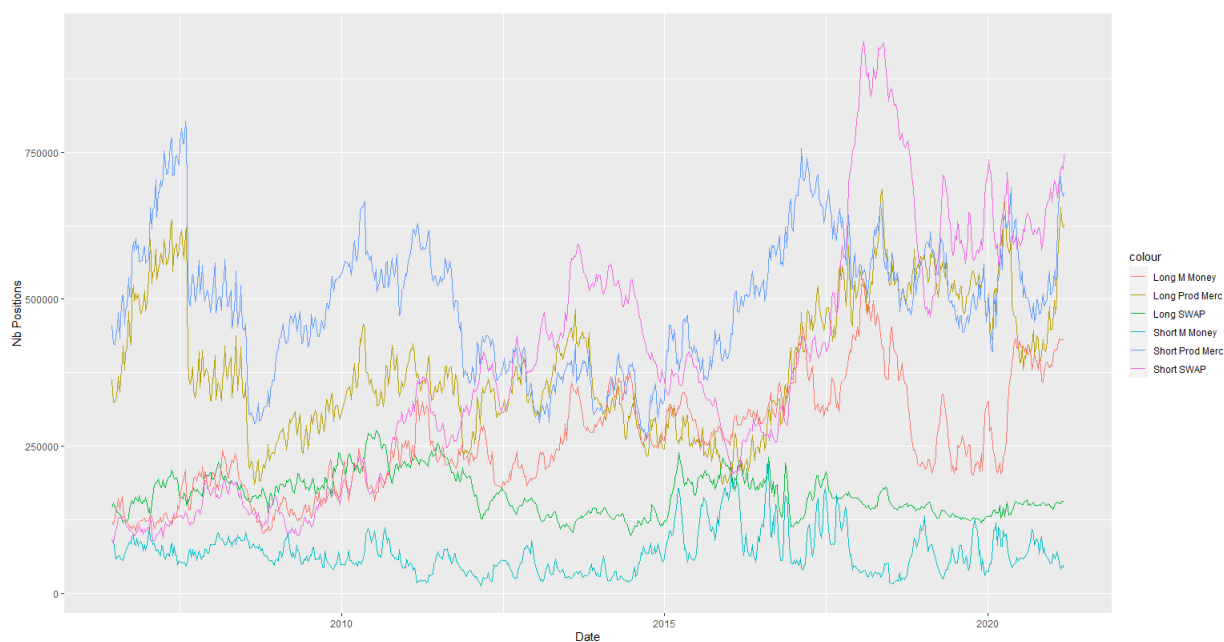


## Annexe 12.20 : Relation entre le Sucre et le Cuivre

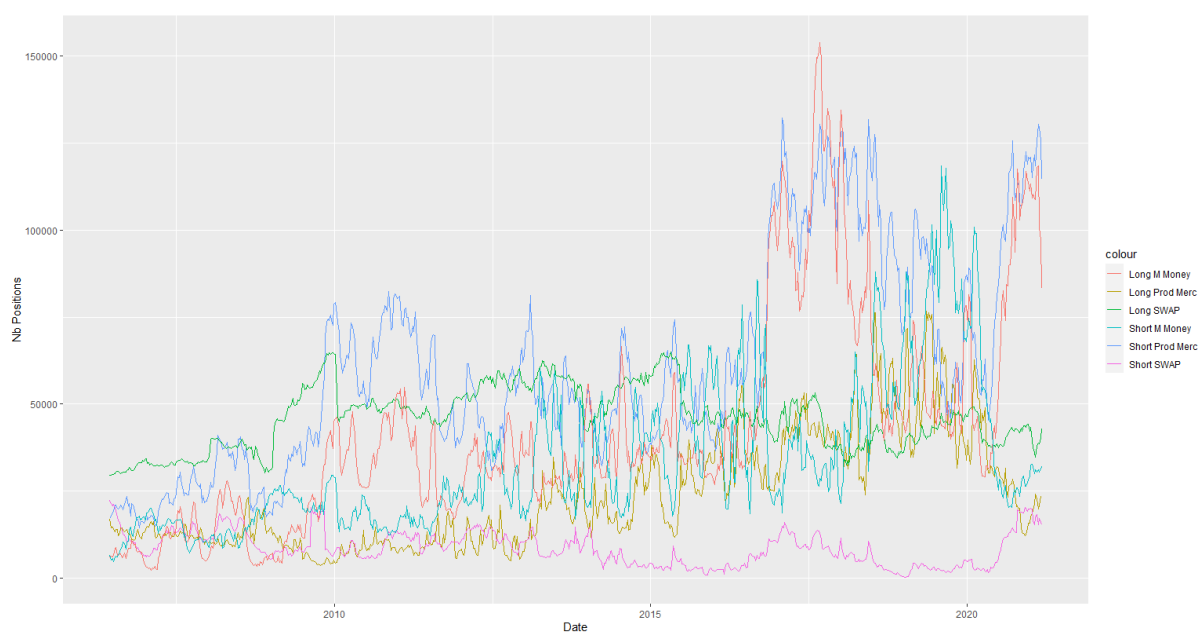


## Annexe 13 : Représentations graphiques des positions prises pour chaque catégorie d'agents financiers définit par la CFTC et par contrat

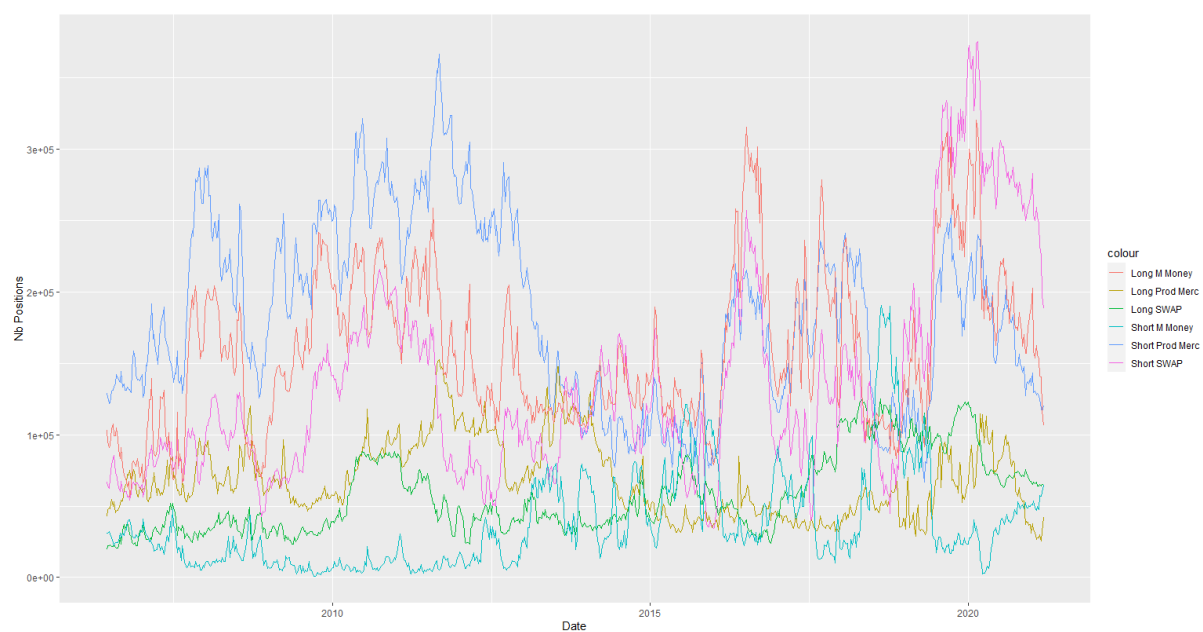
### Annexe 13.1 : WTI



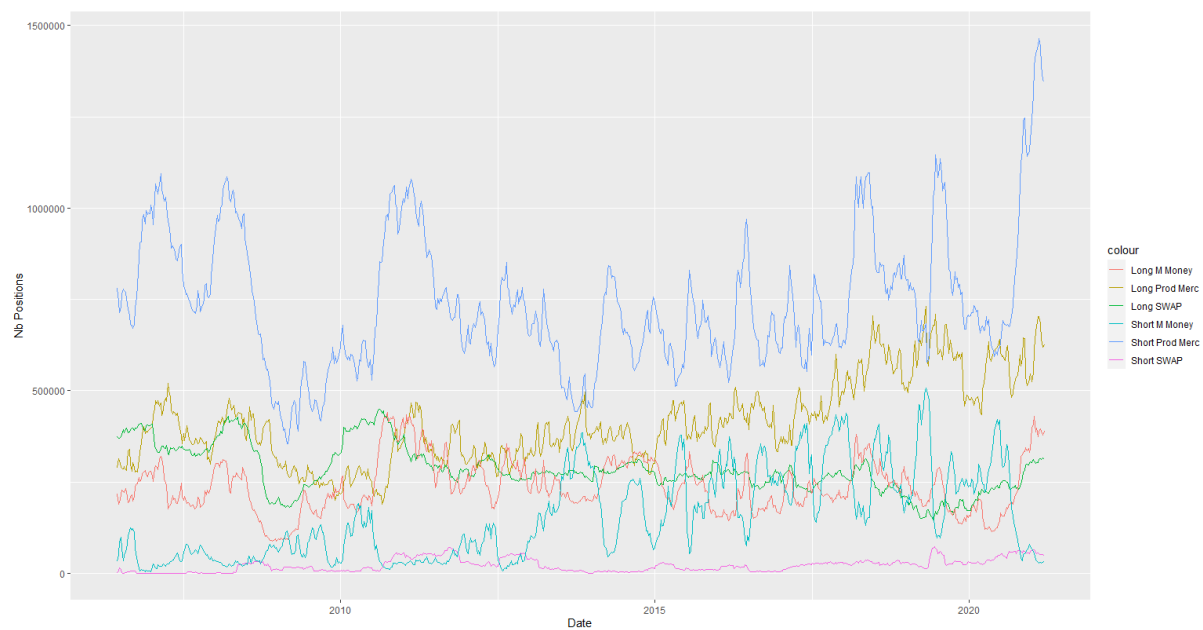
### Annexe 13.2 : Cuivre



### Annexe 13.3 : Or



### Annexe 13.4 : Maïs



## Annexe 14 : Corrélations Conditionnelles entre les changements de positions des agents financiers et les rendements financiers du contrat futures

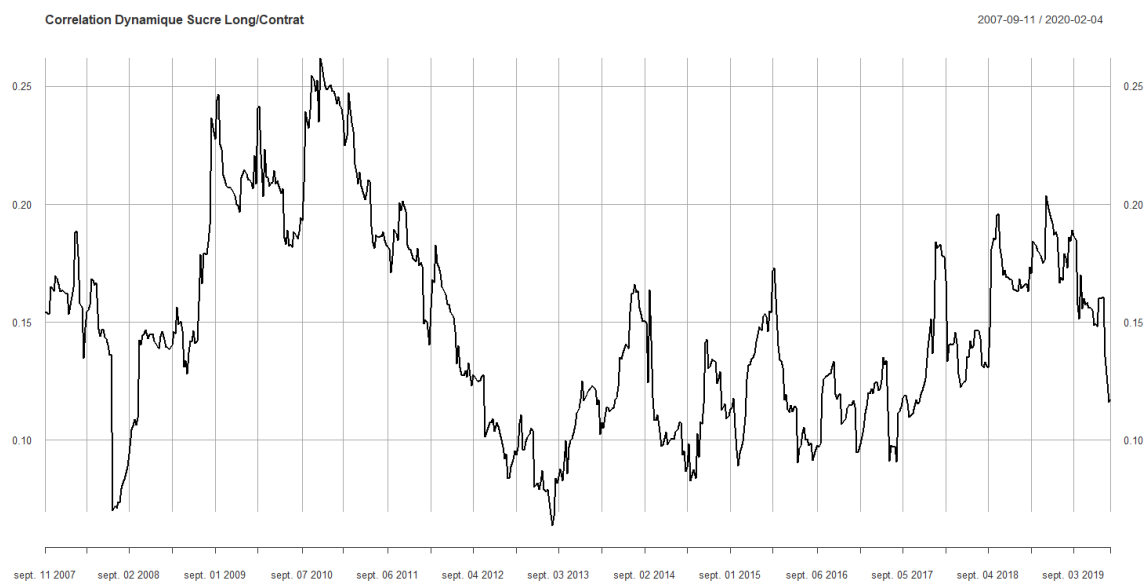
### Annexe 14.1 : Relation entre la totalité des positions long et les rendements financiers pour le soja



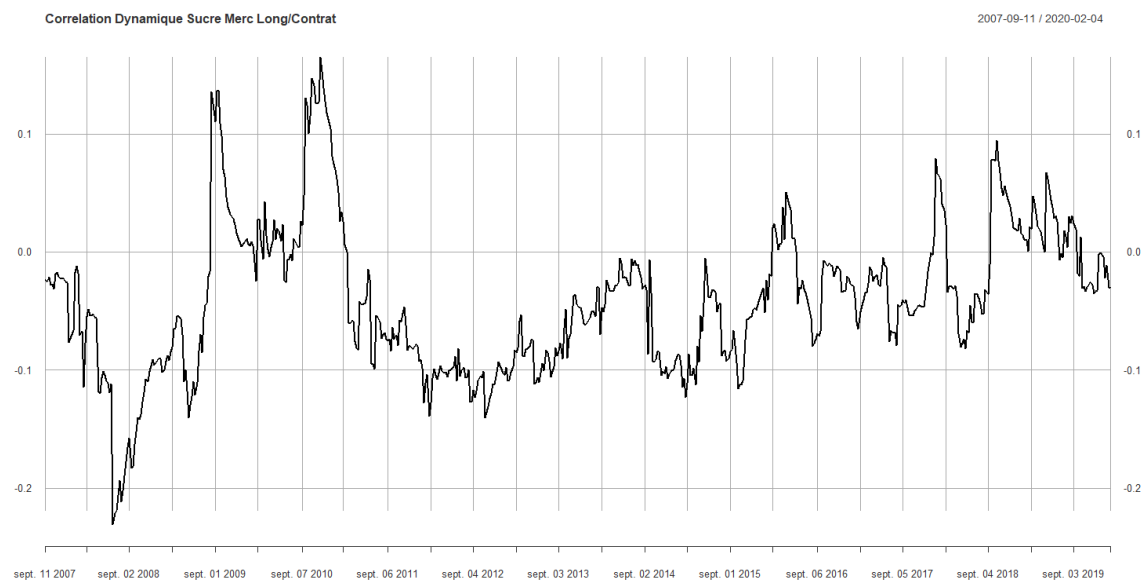
### Annexe 14.2 : Relation entre les positions long des producteurs et les rendements financiers pour le soja



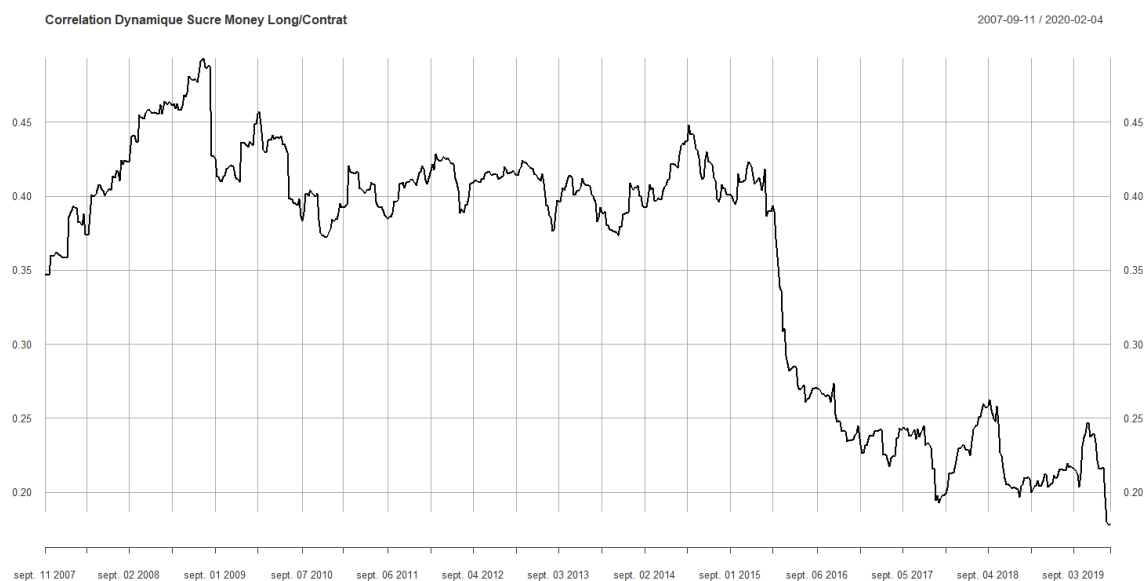
### Annexe 14.3 : Relation entre la totalité des positions long et les rendements financiers pour le sucre



### Annexe 14.4 : Relation entre les positions des producteurs et les rendements financiers pour le sucre



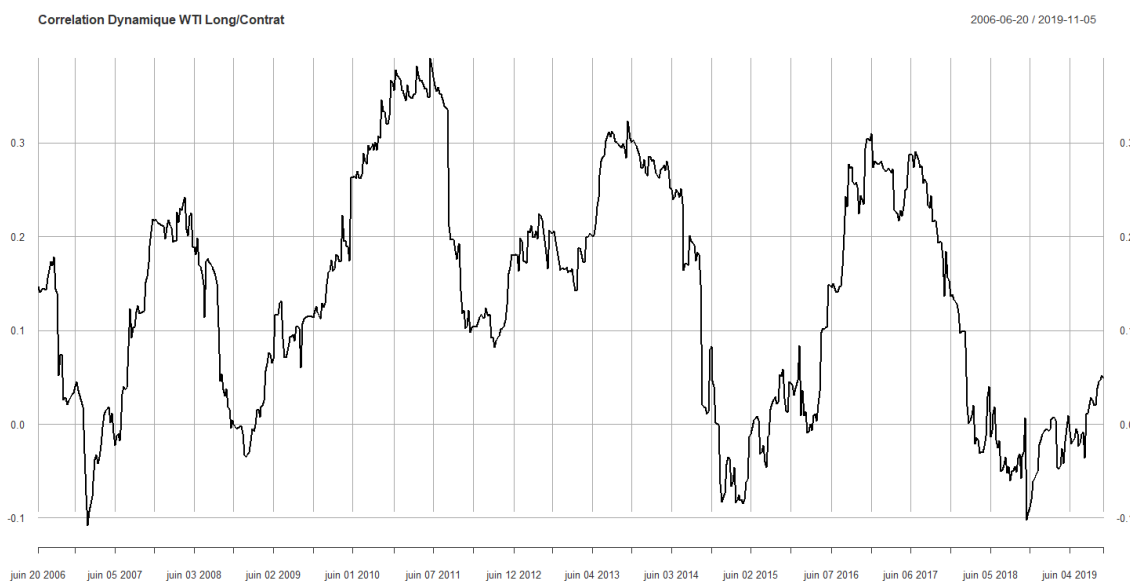
## Annexe 14.5 : Relation entre les positions long des money management et les rendements financiers pour le sucre



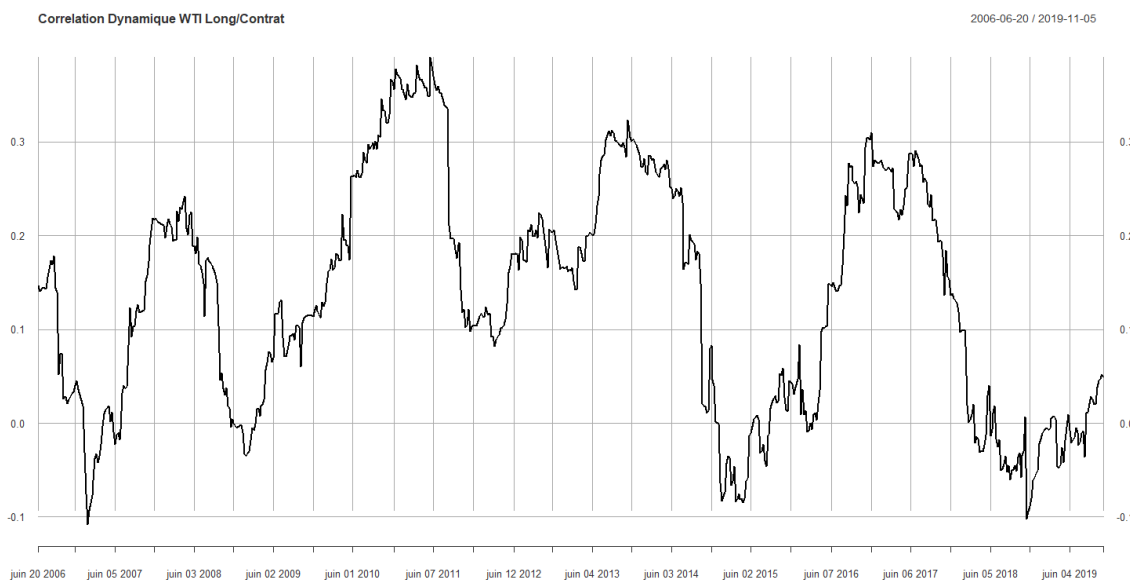
## Annexe 14.6 : Relation entre les positions long des producteurs et les rendements financiers du pétrole brut



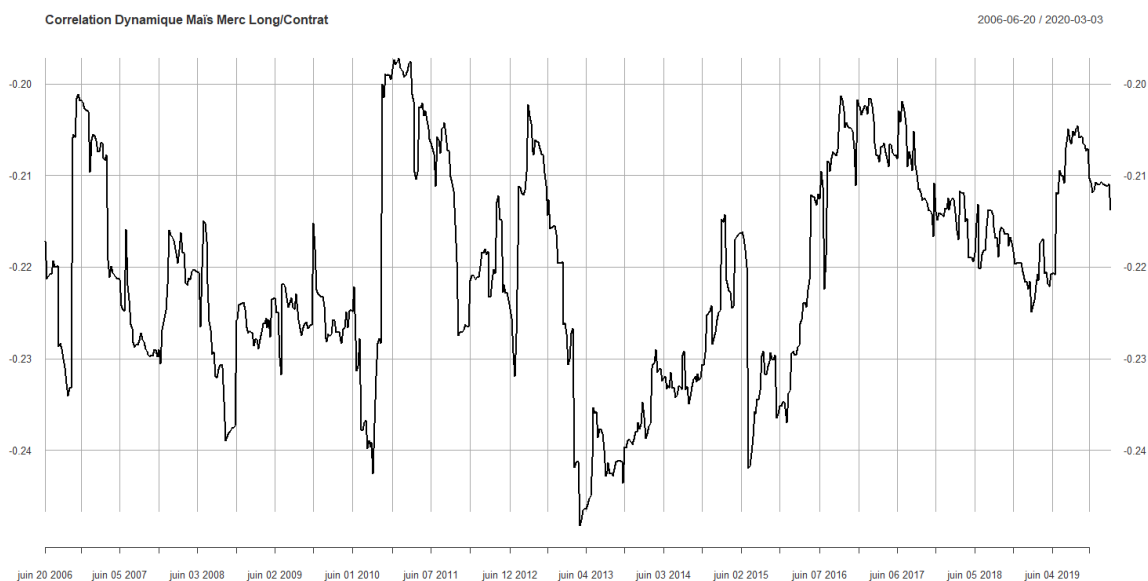
## Annexe 14.7 : Relation entre la totalité des positions et les rendements financiers pour le pétrole brut



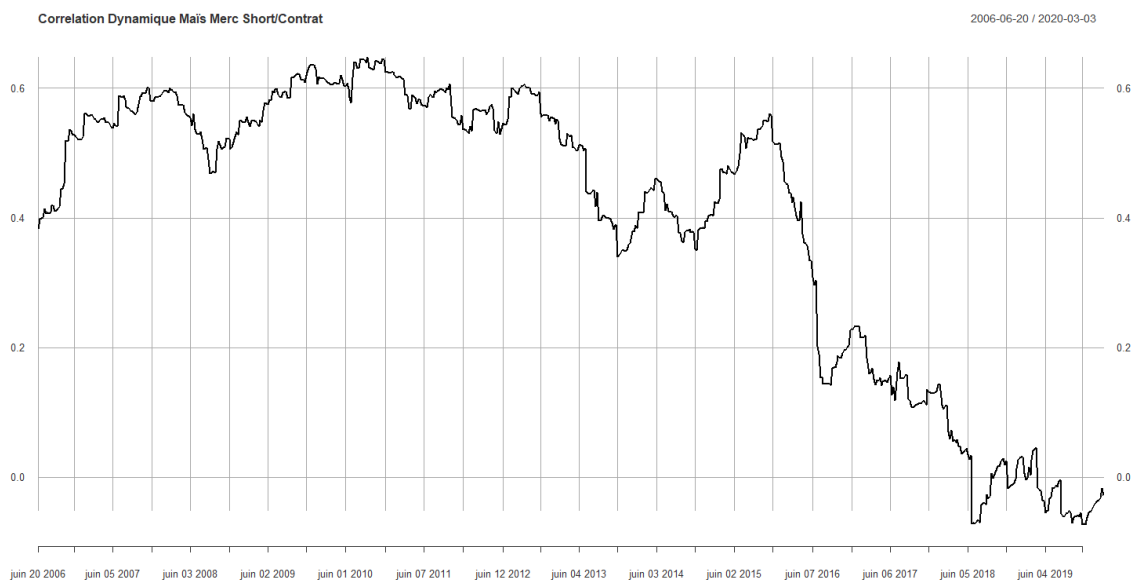
## Annexe 14.8 : Relation entre la totalité des positions long et les rendements financiers du pétrole brut



## Annexe 14.9 : Relation entre les positions long des producteurs et les rendements financiers du maïs



## Annexe 14.10 : Relation entre les positions short des producteurs et les rendements financiers du maïs





## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Remerciements .....  | 2  |
| Résumé .....   | 3  |
| Abstract .....   | 4  |
| Sommaire .....   | 5  |
| Introduction .....   | 6  |
| Revue de la Littérature .....  | 9  |
| Partie Econométrique et Explications.....  | 12 |
| Modèle DCC-GARCH.....  | 12 |
| Introduction aux termes et équations utilisés à l'élaboration du modèle DCC-GARCH..... | 14 |
| Mise en place du modèle DCC-GARCH .....  | 16 |
| Estimation du Modèle.....  | 17 |
| Explications de la mise en place des modèles économétriques .....                      | 17 |
| Données et Résultats.....  | 20 |
| Présentation des données .....   | 20 |
| Données CFTC .....   | 20 |
| Prix des contrats futures .....  | 21 |
| Résultats.....   | 24 |
| Conclusion .....   | 40 |
| Bibliographie .....  | 42 |
| Annexes .....  | 46 |