

**ÉTUDE EMPIRIQUE SUR LES INTERACTIONS ENTRE MARCHÉS
FINANCIERS ET MARCHÉS AGRICOLES :
APPROCHE PAR LE MODÈLE DCC-MGARCH
AN EMPIRICAL STUDY ON THE INTERACTIONS BETWEEN FINANCIAL
MARKETS AND AGRICULTURAL MARKETS:
THE DCC-MGARCH MODEL APPROACH**

Radhia ZEMIRLI*

Maître de conférences « B »

*Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie*

radhia_zemirli@hotmail.fr

Date de soumission : 24/06/2022; **Date d'acceptation:** 11/11/2022; **Date de publication :** 22/12/2022

Résumé : L'objectif de cet article est d'examiner la dynamique des corrélations entre les marchés financiers et agricoles, plus précisément les marchés du blé, afin de mesurer la transmission de la volatilité suite au déclenchement de la crise de Covid-19. Il s'agira aussi d'analyser la relation causale tout en identifiant quel marché influence l'autre. Le modèle DCC-MGARCH d'Engle (2002) permettra de mesurer l'intensité des corrélations conditionnelles dynamiques (DCC) entre les prix spot et du futures sur le blé ainsi que l'indice VIX-S&P500 qui représente l'indicateur d'aversion au risque des investisseurs sur les marchés financiers mondiaux. Nous nous attendons à une corrélation positive entre les marchés financiers et les marchés du blé et à une augmentation significative des DCC dans la mesure où l'interconnexion entre ces deux marchés a accentué le phénomène d'interdépendance qui laisse suggérer que les périodes de stabilité et de crise coïncident.

Mots-clés : Marchés financiers, Contrats à terme du blé, Volatilité, Modèle DCC-MGARCH, Causalité de Granger.

Codes JEL : O16, P34, P43.

Abstract: The objective of this article is to examine the dynamics of correlations between financial and agricultural markets, more specifically wheat markets, in order to measure the transmission of volatility following the outbreak of the Covid-19 crisis. It will also be a question of analyzing the causal relationship while identifying which market influences the other. Engle's DCC-MGARCH model (2002) will measure the intensity of dynamic conditional correlations (DCC) between spot prices and wheat futures as well as the VIX-S&P500 index which represents the aversion indicator to the risk of investors in global financial markets. We expect a positive correlation between the financial markets and the wheat markets and a significant increase in DCC insofar as the interconnection between these two markets has accentuated the phenomenon of interdependence which suggests that periods of stability and crises coincide.

Keywords: Financial markets, Wheat futures, Volatility, DCC-MGARCH model, Granger causality.

JEL Codes: O16, P34, P43.

* Auteur correspondant .

Introduction

La volatilité des prix est une caractéristique structurelle des marchés agricoles. En effet, les prix des denrées alimentaires ont connu ces deux dernières décennies une augmentation significative notamment en 2008, 2012, 2018 et 2020 dû à plusieurs facteurs. L'instabilité des prix peut être liée à une cause naturelle (sécheresses, inondations, pandémie, ...etc.) devenue plus fréquente et/ou à des facteurs conjoncturels (problèmes d'approvisionnement, faiblesse des niveaux de stocks, spéculation, stratégies des producteurs, demande des ménages, ...etc.). Mais pas seulement, cette instabilité peut s'expliquer aussi par la transmission de volatilité des marchés financiers vers les marchés agricoles, ce qui constitue un facteur de risque majeur aujourd'hui.

En effet, les liens entre les marchés agricoles et financiers sont de plus en plus étroits du fait que la volatilité des prix des contrats à terme se répercute inévitablement sur les marchés agricoles au comptant. Ces liens inter-marchés sont renforcés surtout en période de crise. Subséquemment, la pandémie de Covid-19 a déstabilisé l'économie mondiale et a suscité des fortes craintes quant aux perspectives économiques sombres. Cela a entraîné la volatilité des marchés financiers causée par les incertitudes concernant la durée et les effets de cette pandémie. Les marchés agricoles caractérisés aujourd'hui par une forte financiarisation, se trouvent dans la tourmente en raison des effets de contagion suite à l'interconnexion de ces deux marchés.

Cette volatilité des marchés agricoles a des conséquences directes sur la capacité des ménages notamment ceux des pays en développement dépendants des denrées alimentaires extérieures où la sécurité alimentaire pourrait être menacée quand la hausse des prix mondiaux se répercute localement en entraînant la perte de pouvoir d'achat, la sous-alimentation voire des tensions sociales dans certaines régions.

De ce constat, il semble important de déterminer l'intensité des corrélations entre les marchés financiers et agricoles afin d'appréhender l'ampleur de la transmission des chocs et son effet sur la dynamique des prix des produits agricoles.

L'objectif de cet article vise donc à analyser la dynamique des corrélations entre les marchés financiers et les marchés des matières premières agricoles, plus précisément des marchés du blé, pendant un épisode de choc lié au déclenchement de la crise Covid-19 en mars 2020 afin de mesurer l'amplification des co-mouvements et donc la transmission de la volatilité entre ces marchés interdépendants durant cette crise. Ainsi, ce travail s'est articulé autour d'une question centrale, à savoir : « *La corrélation entre les marchés financiers et les marchés du blé s'est-elle intensifiée durant la crise de Covid-19 ?* ».

Par ailleurs, il s'agira d'analyser la relation causale tout en identifiant quel marché influence l'autre afin d'expliquer la volatilité des marchés financiers comme éventuel déterminant du prix du blé.

Afin d'atteindre cet objectif et de répondre à la problématique posée, nous mobiliserons une méthode robuste pour modéliser l'interaction entre les deux marchés étudiés à savoir les modèles non linéaires de type ARCH/GARCH, plus particulièrement l'approche DCC-MGARCH d'Engle (2002) qui nous permettra de mesurer l'intensité des corrélations conditionnelles dynamiques (DCC) entre le prix spot du blé et les prix du contrat à terme sur

le blé ainsi que l'indice VIX-S&P500 qui représente l'indicateur d'aversion au risque des investisseurs sur les marchés financiers mondiaux. En outre, pour étudier le rôle des marchés à terme sur la hausse des prix du blé sur le marché physique, le test de causalité de Granger (1988) sera appliqué afin de déterminer le sens de causalité des prix du blé sur les deux marchés étudiés.

Ainsi, ce travail sera structuré comme suit: Premièrement, nous allons effectuer un tour d'horizon sur la littérature traitant de la relation entre les marchés financiers et les marchés des matières premières. Deuxièmement, nous allons présenter des faits stylisés sur les deux marchés étudiés. Dans le dernier point, nous allons analyser empiriquement la transmission de volatilité du marché financier vers le marché du blé tout en présentant la démarche méthodologique où nous expliquerons les propriétés du modèle choisi, l'échantillon et les données, puis, les résultats obtenus de la modélisation.

1. -Revue de la littérature

La question de la compréhension des multiples facettes de la transmission de volatilité entre les marchés financiers et les marchés des matières premières est une nécessité absolue et suscite un intérêt crucial dans la recherche mais dont les résultats de certains travaux demeurent divergents et tantôt controversés.

Le but de cette revue de littérature est de recenser les études antérieures portant sur les dynamiques des marchés financiers et des matières premières qui mettent en avant l'influence des marchés à terme des produits agricoles sur le marché au comptant et l'amplification des liens entre marchés financiers et agricoles.

Ait Youcef et Del Lo (2017), ont étudié l'influence de l'activité financière sur la volatilité des prix des denrées alimentaires à l'aide d'un modèle DCC-GARCH combiné à un test de causalité en variance afin de déterminer la relation de causalité entre les volatilités des produits agricoles et les marchés financiers. Leurs résultats montrent l'intensification accrue des relations entre les marchés financiers et agricoles suggérant ainsi une implication potentielle des marchés financiers dans la récente hausse des prix des produits agricoles.

D'autres auteurs soutiennent cette idée sur l'existence des liens forts entre ces deux marchés notamment, Sadorsky (2014) qui ont utilisé les modèles VARMA-AGARCH et DCC-AGARCH pour modéliser les volatilités et les corrélations conditionnelles entre les prix des actions des marchés émergents, les prix du cuivre, les prix du pétrole et les prix du blé. Cette étude précise que les corrélations entre ces actifs ont considérablement augmenté après 2008 et la financiarisation des marchés des matières premières permet une large gamme de moyens de diversification du portefeuille des investisseurs. Gozgor et al. (2016) ont estimé un modèle GJR-GARCH pour analyser les transmissions de la volatilité des prix entre les marchés des matières premières. Leurs résultats ont montré que, d'une part, une perception plus élevée du risque sur les marchés financiers réduit les rendements du maïs et du soja sur la période du 1er août 2008 au 31 juillet 2015, et d'autre part, une plus grande incertitude sur les marchés financiers est négativement liée aux rendements du maïs et du soja pour la période du 1er juin 2010 au 31 juillet 2015. Mensi et al. (2013) ont aussi étudié les corrélations entre les marchés des actions et des matières premières en utilisant un modèle VAR-GARCH pour analyser les liens de rendement et la transmission de la volatilité entre le S&P 500 et les indices des prix des produits énergétiques, alimentaires et de l'or au cours de la période turbulente de 2000 à

2011. Les résultats montrent une transmission significative entre le S&P 500 et les marchés des matières premières notamment les marchés du pétrole et de l'or lors des chocs survenus durant cette période.

D'autres auteurs notamment Irwin et al. (2009) précisent que ce sont les prix sur les marchés au comptant qui affectent les prix futures, c'est-à-dire que la spéculation se manifeste sur les marchés à terme que lors d'un changement des fondamentaux.

Fattouh et al. (2013), qui ont utilisé un modèle SVAR, bondent également dans ce sens en confirmant l'importance des fondamentaux macro-économiques dans le processus de la formation des prix, c'est-à-dire que les prix futures ne peuvent pas s'écarter des prix spot.

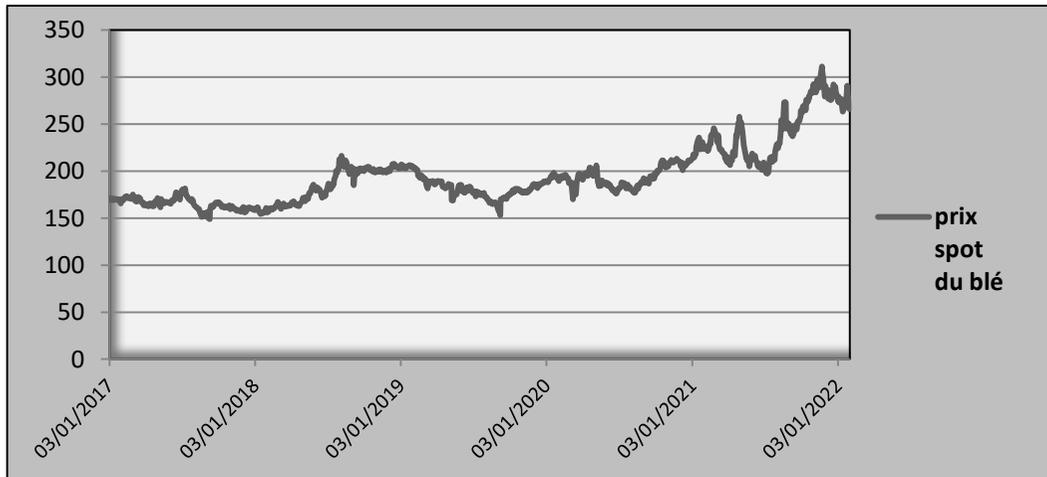
Ces résultats divergents démontrent l'importance d'une étude approfondie sur la transmission de volatilité des marchés financiers vers les marchés des matières premières afin de lever l'ambiguïté.

Par ailleurs, la littérature s'est également forcée à expliquer l'effet de volatilité des marchés de l'énergie sur les marchés des produits agricoles, deux marchés connus par leur évolution concomitante. Pour montrer cette contagion entre les marchés des matières premières, Nazlioglu et al. (2013) ont examiné la transmission de la volatilité entre les prix du pétrole et des matières premières agricoles comme le blé, maïs, soja et sucre en utilisant le test de causalité dans la variance et les fonctions de réponse impulsionnelle aux données quotidiennes du 1er janvier 1986 au 21 mars 2011. Leurs résultats montrent que la volatilité des marchés pétroliers se répercute sur les marchés agricoles (à l'exception du sucre) durant la période allant de janvier 2006 jusqu'en mars 2011. Du et al. (2011) ont tenté aussi d'évaluer le lien possible entre la volatilité du marché du pétrole et des marchés des matières premières agricoles à l'aide des modèles de volatilité stochastique appliqués aux prix à terme hebdomadaires sur une période allant de novembre 1998 à janvier 2009. Ces auteurs ont constaté une interdépendance accrue entre le pétrole brut et les marchés de matières premières (blé et maïs). Reboredo (2012) a tenté de mettre en avant la dépendance entre les marchés agricole et énergétique dû à la forte demande de biocarburants qui, à son tour, répond aux préoccupations et aux prix élevés du pétrole, en précisant que le blé dur est peu utilisé dans ce processus de production.

L'apport de cette étude réside dans l'analyse de l'amplification des co-mouvements entre les marchés financiers et les marchés du blé et de l'effet de l'augmentation de l'aversion au risque des investisseurs sur la dynamique des prix du blé lors d'un épisode récent de tensions sans précédent, à savoir la crise de Covid-19. De plus, cette étude s'attache à déterminer le sens de causalité du marché à terme du blé vers le marché physique afin de vérifier l'hypothèse qui stipule que c'est la volatilité des marchés financiers qui se transmet aux marchés du blé.

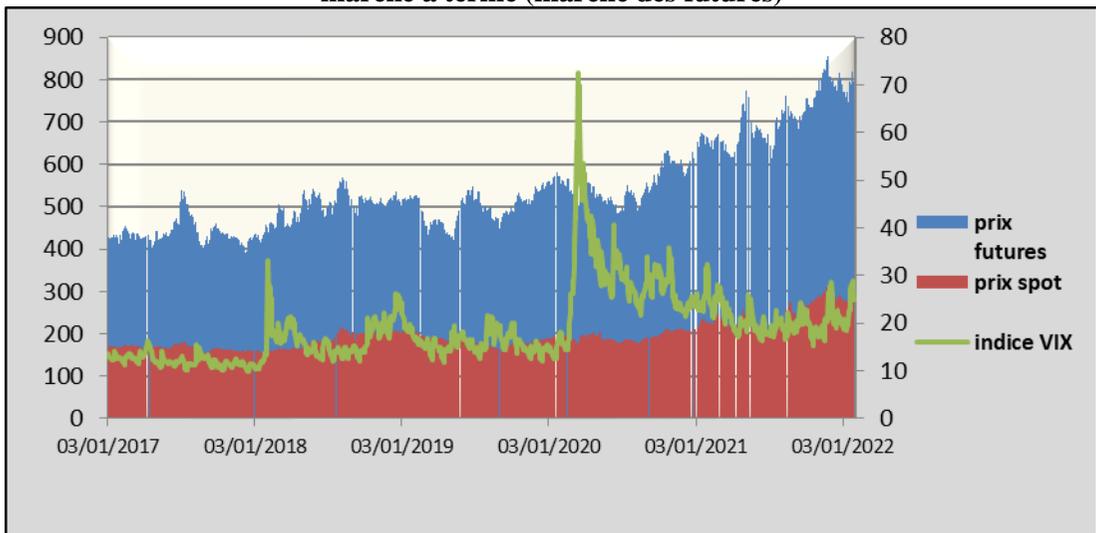
2. -Faits stylisés sur l'évolution des marchés financiers et des marchés du blé

Les marchés agricoles, plus particulièrement du blé, sont caractérisés par une instabilité causée par des facteurs conjoncturels et structurels. L'analyse des séries de données statistiques des prix du blé permet d'identifier les périodes de volatilité, comme le montre la figure suivante :

Figure 1. Tendence journalière du prix du blé sur le marché au comptant

Source : Construit à partir de la base de données lesechos.fr.

L'observation de la figure 1 permet de constater une hausse continue des prix du blé qui s'est amorcée dans la fin 2018. Cette évolution haussière s'est accentuée en 2020 et plus encore en 2021 à la suite de l'aggravation de la crise sanitaire mondiale minée par une forte incertitude quant aux perspectives futures de croissance. Durant cette période, les prix du blé ont atteint leur paroxysme simultanément de la volatilité sur les marchés financiers alimentée par une augmentation de l'aversion au risque des investisseurs (figure 2).

Figure 2. Relation entre l'évolution du prix du blé sur le marché au comptant et sur le marché à terme (marché des futures)

Source : Construit à partir de la base de données investing.com et lesechos.fr.

En effet, la comparaison entre l'évolution du marché futures du blé et le marché au comptant laisse suggérer la présence d'un phénomène de contagion qui peut s'expliquer par

l'interdépendance accrue de ces marchés. Mais pas seulement, la figure 2 montre l'existence du phénomène de « clustering volatility », c'est-à-dire des changements regroupés dans la variation dans une amplitude forte, et ce pendant le choc considéré. Ainsi, le choix d'un modèle dynamique non linéaire avec processus GARCH est justifié.

Cette crise qui a provoqué d'importants bouleversements sur les marchés financiers internationaux, principalement dans le domaine des matières premières, le contrat à terme pour le blé a également atteint des sommets insoupçonnés.

3. -Analyse empirique : modélisation de la transmission de volatilité entre les marchés financiers et les marchés du blé durant la crise de Covid-19

3.1. -Démarche méthodologique

Dans l'analyse et l'identification des phénomènes de contagion, un certain nombre d'instruments et de modélisations existent qui permettent de tenir compte des dynamiques non linéaires qui caractérisent les séries financières. Dans cet article, le modèle DCC-MGARCH sera appliqué pour analyser la volatilité et les corrélations entre les marchés financiers et marchés physiques du blé. A noter qu'un changement significatif entre les corrélations à la suite d'un choc permet de mettre en évidence l'existence du phénomène de transmission de volatilité. Pratiquement, cela revient à vérifier si les liens entre les marchés étudiés deviennent forts au moment de la crise de Covid-19 ou si ces liens restent inchangés, et dans quelle mesure la volatilité des marchés financiers peuvent entraîner dans leur sillage les autres marchés physiques des matières premières notamment du blé avec l'amplification des relations d'interdépendance et des effets de contagion.

Le modèle DCC-MGARCH (Dynamic Conditional Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) d'Engle (2002) est une approche permettant de modéliser à la fois les variances et les corrélations conditionnelles de plusieurs séries temporelles. C'est un modèle autorégressif généralisé avec hétéroscédasticité conditionnelle et corrélations conditionnelles dynamiques, qui est particulièrement intéressant avec sa flexibilité et sa capacité à déterminer des corrélations conditionnelles qui varient dans le temps.

DCC-MGARCH estime les paramètres multivariés de la corrélation conditionnelle dynamique (DCC) des modèles autorégressifs conditionnellement hétéroscédastiques généralisés (MGARCH) dans lesquels les variances conditionnelles sont modélisées comme modèles autorégressifs hétéroscédastiques généralisés univariés (GARCH) et les covariances conditionnelles sont modélisées comme des fonctions non linéaires des variances conditionnelles.

Le modèle DCC-MGARCH proposé par Engle (2002), s'écrit comme suit :

$$y_t = Cx_t + \epsilon_t$$

$$\epsilon_t = H_t^{-1/2} v_t$$

$$H_t = D_t^{-1/2} R_t D_t^{-1/2}$$

$$R_t = \text{diag}(Q_t)^{-1/2} Q_t \text{diag}(Q_t)^{-1/2}$$

$$Q_t = (1 - \lambda_1 - \lambda_2) R + \lambda_1 \epsilon_{t-1} \epsilon_{t-1}' + \lambda_2 Q_{t-1}$$

Où :

y_t : est un $m \times 1$ vecteur de la variable dépendante;

C : est un $m \times k$ matrice des paramètres;

x_t : est un $k \times 1$ vecteur des variables indépendantes, qui peut contenir des décalages de y_t ;

Ht $\frac{1}{2}$: est le facteur Cholesky de la matrice de covariance conditionnelle Ht variant dans le temps;

vt: est un m x 1 vecteur normal;

Dt: est une matrice diagonale de variances conditionnelle

Comme proposé par Engle (2002), l'estimation du modèle se fait principalement en deux étapes. Premièrement, il faudrait filtrer les rendements des actifs afin d'obtenir des rendements résiduels. Deuxièmement, les paramètres des modèles de variance sont estimés en utilisant les rendements résiduels, et ce, en maximisant la fonction de vraisemblance qui détermine les paramètres de la matrice des corrélations dynamiques. De ce fait, la spécification est suffisante pour saisir les caractéristiques de l'hétéroscédasticité des variables financières et la matrice de variance-covariance obtenue permet de capter les liens dynamiques entre les actifs et de mettre en évidence des changements brusques de corrélations.

Par ailleurs, afin de déterminer le sens de causalité de l'indicateur d'aversion au risque des investisseurs vers le prix futures du blé et puis de ce dernier vers le prix spot du blé, le test de causalité à la Granger (1988) sur des données journalières des variables sélectionnées sera mobilisé. Il s'agira de vérifier à travers ce test les hypothèses suivantes :

L'hypothèse nulle : le prix futures ne cause pas le prix spot ;

L'hypothèse alternative : le prix futures cause le prix spot.

Quand la probabilité est supérieure à 5%, nous acceptons l'hypothèse nulle ce qui signifie que le marché des contrats à terme ne cause pas le marché physique du blé, mais si la probabilité ressort inférieure à 5%, nous acceptons l'hypothèse alternative, donc le prix futures cause le prix spot du blé.

3.2. Données

L'analyse est réalisée sur la base de données journalières tirées des sites investing.com et lesechos.fr sur une période qui s'étend de janvier 2017 à janvier 2022. Ces données sont relatives aux prix spot du blé qui représente la dynamique du marché physique des matières premières, et aux prix futures du blé qui reflètent l'activité sur les marchés financiers. L'indice VIX-S&P 500 a été sélectionné aussi pour analyser l'augmentation d'aversion au risque des investisseurs sur l'amplification de la volatilité sur les marchés financiers et marchés du blé.

Avant de passer à la modélisation, il est important de calculer les statistiques descriptives afin de comprendre l'information contenue dans les données et de les décrire de façon synthétique pour mieux les analyser. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Statistiques descriptives

| <i>Variables</i> | <i>Obs</i> | <i>Mean</i> | <i>Std. Dev.</i> | <i>Min</i> | <i>Max</i> | <i>Skewness</i> | <i>Kurtosis</i> |
|------------------|------------|-------------|------------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| <i>Spot</i> | 1 233 | 194.3741 | 32.26885 | 149 | 311.5 | 1.399665 | 4.647185 |
| <i>Futures</i> | 1 233 | 537.3781 | 102.3399 | 387.25 | 856 | 1.03765 | 3.298423 |
| <i>VIX</i> | 1 233 | 18.9882 | 7.718528 | 9.88 | 72.63 | 2.238335 | 11.34803 |

Source : Construit à partir de l'exploitation de la base de données sous le logiciel Stata 15.

Il apparaît à travers le tableau 1, qui décrit sommairement les variables de l'échantillon de produits, que nous disposons d'un nombre d'observations large et la différence entre le minimum et le maximum est considérable, et ce en raison du pic de volatilité enregistré par le

prix spot du blé et le prix du futures. Cela accentue le kurtosis, l'indicateur d'aplatissement de la distribution, qui est supérieur à 3 indiquant la présence de queues épaisses et une distribution leptokurtique. Nous pouvons remarquer aussi, que l'écart type est stable signifiant que la dispersion est moindre. Le skewness est supérieur à 1, ce qui signifie que la distribution est asymétrique vers la gauche.

Par ailleurs, il est impératif de déterminer dans une série temporelle si les variables sont stationnaires, comme dans l'ensemble des analyses empiriques qui considèrent des processus strictement stationnaires. Nous démontrerons la stationnarité au moyen de test spécifié à savoir le test de la racine unitaire, en l'occurrence, le test de Dickey-Fuller Augmented (ADF).

Tableau 2. Les résultats du test de racine unitaire (Test ADF)

| Variables | Stationnaires à niveau | Stationnaires à première différence |
|----------------|------------------------|-------------------------------------|
| <i>Spot</i> | 0.9133 | 0.0000*** |
| <i>Futures</i> | 0.2970 | 0.0000*** |
| <i>VIX</i> | 0.0049*** | -- |

Source : Construit à partir de l'exploitation de la base de données sous le logiciel Stata 15.

NB : Si les P-values sont inférieures à 0.01 ; 0.05 ; 0,10 cela signifie que les variables sont stationnaires respectivement au seuil de 1%*, 5%***, 10%*.**

A travers le test de stationnarité ADF, nous constatons que deux variables (*Spot*, *Futures*) sont non stationnaires à niveau mais deviennent stationnaires après différenciation première. La variable (*VIX*) ressort stationnaire à niveau. Donc, nous allons estimer un modèle par un processus stationnaire tenant compte de cette transformation des variables.

3.3. - Résultats et discussion

Tout d'abord, le modèle DCC-MGARCH a été appliqué pour analyser la volatilité et les corrélations entre les marchés financiers et les marchés physiques du blé durant la crise de Covid-19. Pour rappel, l'objectif est d'examiner le degré d'intensité des relations qui lient ces marchés et leur évolution après la survenance du choc.

A noter, qu'un examen de la stationnarité a été appliqué sur les séries et nous considérons des variables stationnaires en différence première logarithmique (*Spot*, *Futures*) et stationnaire à niveau transformée en log pour la variable (*VIX*). De ces nouvelles variables, les séries de rendements sur les prix ont été calculés afin de respecter une condition primordiale de l'estimation du modèle DCC-MGARCH.

Les résultats empiriques sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3. Résultats de l'estimation du modèle GARCH (1,1)

| | <i>Paramètres α</i> | <i>Paramètres β</i> | <i>Constante</i> |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Modèle 1 | | | |
| <i>Spot</i> | 1.083997*** (0.0541714) | 0.0037407** (0.0042851) | 0.0000363 *** (0.0000136) |
| <i>Futures</i> | 1.002175*** (0.0505626) | 0.0136795*** (0.0069234) | 0.0000514*** (0.0000184) |
| <i>VIX</i> | 1.094923*** (0.0583699) | 0.0081731** (0.0092886) | 0.0003932*** (0.0001418) |

En parenthèses : Ecart-type

Seuil de signification : *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Source : Construit à partir de l'exploitation de la base de données sous le logiciel Stata 15.

Le tableau 3 présente les estimations du modèle GARCH notamment celles des équations de la variance conditionnelle avec les termes ARCH (*Paramètres α*) qui ressortent significativement positifs indiquant la sensibilité du marché cible (du blé) par le choc provenant des marchés financiers. Autrement dit, la variation du contrat à terme a un impact considérable sur la dynamique des prix du blé, d'où la raison de l'amplification des mouvements entre ces marchés à la suite du déclenchement de la crise sanitaire. Ce résultat correspond aux attentes et rejoint celui des travaux antérieurs, entre autres, Ait Youcef et Del Lo (2017), Sadorsky (2014), Mensi et al. (2013), ...etc., qui stipulent une transmission de volatilité et l'influence accrue de l'activité financière sur la détermination des prix des matières premières agricoles notamment du blé.

Les termes GARCH (*Paramètres β*) qui démontre l'effet de la volatilité de l'instant (t-1) sont significativement positifs, ce qui justifie le choix d'un modèle autorégressif.

Le tableau 4 représente les niveaux des corrélations conditionnelles moyennes qui permettent de tenir compte de l'intensité de la relation entre les variables sélectionnées et montrent le niveau moyen d'interconnexion des marchés financiers et du blé.

Tableau 4. Résultats des coefficients de corrélation conditionnelle moyenne

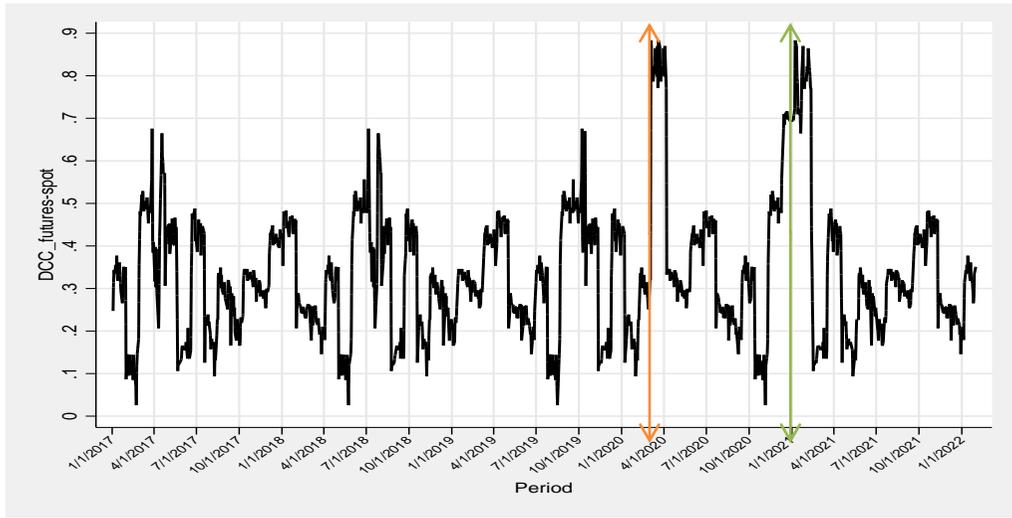
| <i>Combinaison de variables</i> | <i>Coefficients</i> | <i>P-value</i> |
|---------------------------------|---------------------|----------------|
| <i>Spot/Futures</i> | 0.7918114 | 0.000*** |
| <i>Spot/VIX</i> | 0.6644625 | 0.001*** |
| <i>Futures/VIX</i> | 0.5922626 | 0.000*** |

Seuil de signification : *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

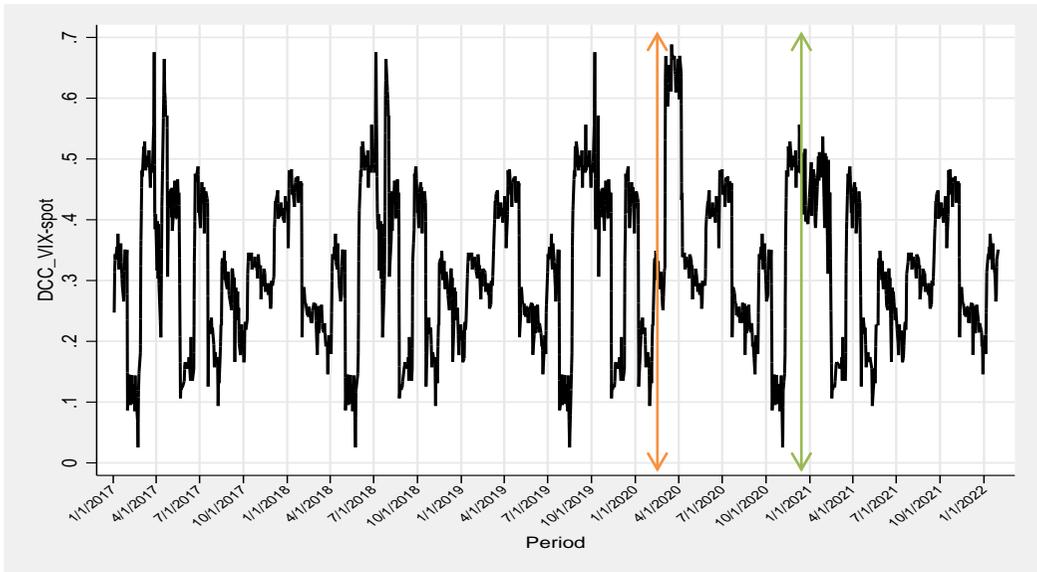
Source : Construit à partir de l'exploitation de la base de données sous le logiciel Stata 15.

Par ailleurs, les niveaux des corrélations conditionnelles dynamiques (DCC) et leur évolution dans le temps, permettent de déceler les points et les niveaux de changement de régime (d'un régime de faible volatilité vers un régime de forte volatilité), comme le montre la figure 3.

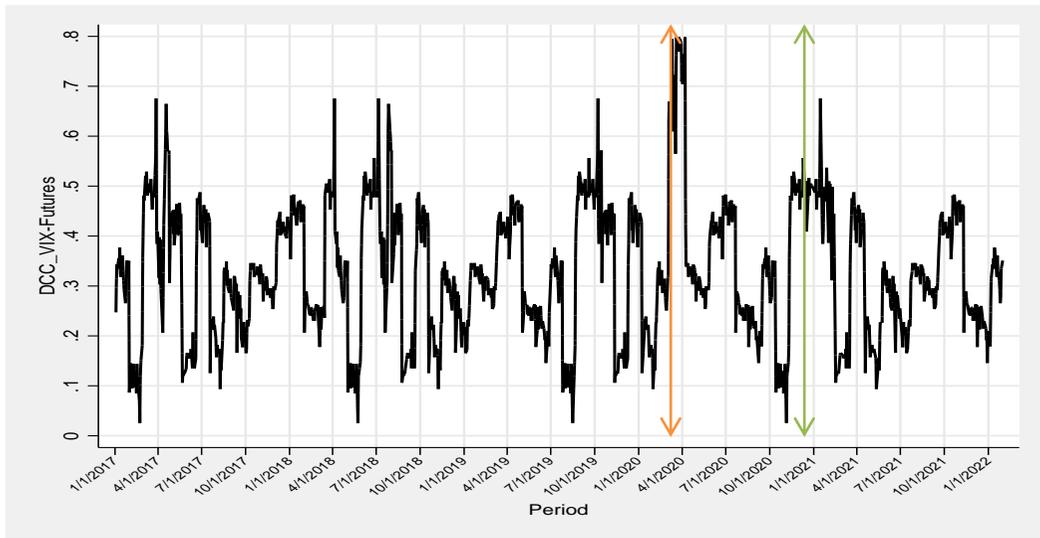
Figure 3. Représentation graphique des corrélations conditionnelles dynamiques (DCC)



Combinaison *Futures/Spot*



Combinaison *VIX/Spot*



Combinaison VIX/Futures

Source : Construit à partir de l'exploitation de la base de données sous le logiciel Stata 15.

Ces graphiques représentent l'intensité des co-mouvements entre les marchés financiers et les marchés physiques du blé. Autrement dit, le niveau des DCC montre la forte interdépendance qui existe entre les marchés financiers et du blé, ce qui confirme encore une fois la transmission des tensions et l'ampleur de la contagion au regard de la signification statistique de la variance conditionnelle des résidus pour ces corrélations. Ces résultats affirment donc la variation de la volatilité dans le temps et justifie le choix du modèle utilisé (DCC-MGARCH). A noter que, la combinaison (prix spot du blé/prix futures du blé) a enregistré une hausse excessive de la corrélation avec un coefficient avoisinant les 80%, un taux relativement élevé. Une forte augmentation mais temporaire des corrélations avant de retourner à leurs niveaux normaux. En effet, cette situation de co-mouvements significatifs notamment sur la période allant de mars 2020 à avril 2021, intervient en réaction à l'ampleur du choc et à l'augmentation de l'aversion au risque des investisseurs avec le déclenchement de la crise Covid-19 et la mise en place des programmes de confinement.

Cette amplification des co-mouvements peut-être aussi expliquée par l'incertitude qui planait quant à la paralysie de la production céréalière due au confinement général à partir de la mi-Mars 2020 et l'arrêt brutal de la logistique entre autres. Un ensemble de facteurs qui a fait naître auprès des investisseurs un sentiment de méfiance en termes de risque à l'égard des marchés des matières premières en particulier du blé. Ce constat peut être confirmé par l'augmentation significative des corrélations entre l'indicateur VIX et prix spot du blé et dans une moindre mesure entre le VIX avec le prix futures du blé. En conséquence, l'effet psychologique des investisseurs comme canal de transmission des chocs peut être mis en avant pour justifier la transmission de volatilité d'un marché à un autre sans qu'il y ait nécessairement des liens entre eux. Cette transmission s'opère par l'intermédiaire des investisseurs qui modifient leurs stratégies d'investissement.

Après la modélisation de la dynamique des marchés financiers et du blé qui a montré l'existence d'une transmission de volatilité et des mouvements fortement corrélés, il semble important d'analyser aussi le sens de la relation causale entre les marchés financiers et du blé

afin d'identifier quel marché influence l'autre. Pour étudier le rôle des marchés à terme sur la hausse des prix du blé sur le marché physique, nous avons utilisé le test de causalité de Granger (1988). Le sens de causalité entre les prix du blé sur les deux marchés et l'indicateur d'aversion au risque sur les marchés financiers permet de capter l'influence de l'activité financière mais aussi du changement de comportement des investisseurs sur les marchés céréaliers notamment du blé. Ce test vient compléter l'analyse des corrélations conditionnelles dynamiques effectuée précédemment. Le tableau suivant illustre les résultats du test de causalité :

Tableau 5. Résultats du test de causalité de Granger

| <i>Equation</i> | <i>Excluded</i> | <i>Chi2</i> | <i>Prob.</i> |
|-----------------|-----------------|-------------|--------------|
| <i>Spot</i> | <i>futures</i> | 8.9632 | 0.022** |
| <i>Spot</i> | <i>VIX</i> | 7.597 | 0.062* |
| <i>Spot</i> | <i>All</i> | 16.007 | 0.042** |
| <i>Futures</i> | <i>spot</i> | 12.267 | 0.015** |
| <i>Futures</i> | <i>VIX</i> | 8.2455 | 0.083* |
| <i>Futures</i> | <i>All</i> | 23.045 | 0.003*** |
| <i>VIX</i> | <i>spot</i> | 9.8847 | 0.042** |
| <i>VIX</i> | <i>futures</i> | 7.451 | 0.114 |

Seuil de signification : * p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1**

Source : Construit à partir de l'exploitation de la base de données sous le logiciel Stata 15.

La dynamique des marchés financiers a vraisemblablement un impact sur les marchés physiques du blé. Les résultats obtenus démontrent que l'activité sur les marchés à terme des matières premières et le comportement des investisseurs sur les marchés financiers causent le prix du blé. De ce fait, un changement de positions des acteurs financiers sur les marchés à terme de ce produit va influencer automatiquement le prix spot du blé, puisque le comportement souvent irrationnel et de panique des investisseurs, ne fait qu'amplifier les effets de contagion et l'intensité des corrélations.

A noter que, cette étude se distingue par l'ajout de ce facteur (effet psychologique des investisseurs), supposé complémentaire aux dynamiques du marché à terme et par leur estimation dans un cadre unifié exclusivement dans le contexte de la crise sanitaire mondiale de 2020.

Cela prouve ainsi l'implication de la sphère financière sur les variations des prix du blé. Plus intéressant encore, le sens de causalité traduit que l'information sur les marchés financiers influence la détermination des prix physiques du blé. De plus, ces résultats laissent suggérer que les chocs sur les marchés financiers se transmettent à l'économie réelle et donc au secteur agricole, ce qui peut provoquer des situations de crises alimentaires indépendamment des causes naturelles.

Ce résultat conforte les conclusions tirées de la modélisation DCC-MGARCH, à savoir, une forte synchronisation des marchés financiers et du blé et une intensification des corrélations entre ces marchés est évidente à la suite d'un choc qu'il soit réel ou financier. Ces conclusions vont dans le sens des travaux qui affirment le rôle des liens étroits entre les marchés financiers et marchés agricoles notamment Ait Youcef et Del Lo (2017), Huang (2020), Mobarek et al. (2016), ce qui permet à ce travail de contribuer ainsi à une vaste littérature traitant la financiarisation des marchés des matières premières.

Conclusion

Dans cet article, nous avons tenté d'analyser la transmission de la volatilité des marchés financiers vers les marchés agricoles, notamment le blé qui représente une céréale fortement consommée au niveau mondial. Le modèle utilisé à cette fin est le modèle à hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive généralisée avec corrélations conditionnelles dynamiques (DCC-MGARCH) d'Engle (2002), car il permet de capturer la dynamique des coefficients de corrélation et de tenir compte de l'hétéroscédasticité conditionnelle qui caractérise les séries financières à haute fréquence. Les résultats empiriques ont révélé qu'il y a une augmentation significative de la corrélation entre les marchés étudiés pendant la période de crise, ce qui confirme l'existence du phénomène de transmission de volatilité avec une présence de co-mouvements importants entre les marchés. Ces résultats ont montré aussi la significativité statistique des termes ARCH et GARCH qui indiquent la sensibilité du marché spot du blé à la volatilité sur les marchés financiers.

Par ailleurs, nous avons tenté d'expliquer le sens de la relation causale entre les marchés financiers et du blé afin d'identifier quel marché influence l'autre à l'aide du test de Granger (1988). Les résultats obtenus ont montré que l'activité sur les marchés à terme des matières premières et le comportement des investisseurs sur les marchés financiers causent le prix du blé. Donc, la dynamique des marchés financiers influence vraisemblablement la détermination du prix spot du blé, d'autant plus que le mouvement de panique des investisseurs à la suite de la crise sanitaire n'a fait qu'amplifier les co-mouvements et renforcer l'intensité des corrélations entre les marchés financiers et agricoles.

Enfin, il convient de souligner que l'effet de l'activité financière sur les prix de matières premières ne constitue pas l'unique cause qui provoque la volatilité sur le marché des produits agricoles. Il semble que l'impact des facteurs liés à l'inélasticité entre l'offre et la demande est ancré sur ce marché, laquelle est influencée à son tour par des causes conjoncturelles telles des accidents climatiques mais aussi par des facteurs d'ordre structurel qui se traduisent par la modification des habitudes de consommation ou par le caractère limité de la quantité de terres mobilisables pour la production d'aliments.

De nombreux facteurs contribuent ainsi à la hausse et à la volatilité des prix agricoles, d'où la nécessité d'une combinaison de réponses politiques, en agissant notamment sur l'incertitude qui caractérise à la fois les marchés agricoles et marchés financiers, la réduction des liens inter-marchés en limitant la financiarisation des marchés des matières premières. Mais surtout, il faudrait que la volatilité des prix reflète au mieux les indicateurs de base du marché et qu'elle n'émette pas de signaux alarmants à cause du manque d'information, de la spéculation, ou de mouvement de panique.

Ainsi, ce travail qui a consisté à analyser les dynamiques de corrélation entre les marchés financiers et du blé peut apporter une réponse quant à l'identification du phénomène de contagion et de ses canaux de transmission entre ces marchés et permet de donner une idée claire sur les mécanismes qui ont joué un rôle important dans l'amplification des co-mouvements lors de la crise de Covid-19. Ceci peut intéresser les autorités publiques dans le processus de décision pour atténuer les effets de spillovers afin de limiter la volatilité des prix qui affecte inévitablement les populations les plus vulnérables dépendants des denrées alimentaires extérieures.

Références bibliographiques

AIT YUCEF C. et DEL LO G. (2017). L'influence de l'activité financière sur la volatilité des prix des denrées alimentaire. *Mondes En Développement*, vol.45, n°179, pp.45-66.

AVOUYI-DOVI S. et NETO D. (2004). Interdépendance des marchés d'actions : analyse de la relation entre les indices boursiers américain et européen. *Revue de la Stabilité Financière*, n°4, pp. 115-133.

BENSAFTA K. M. et GERVASIO S. (2011). Chocs, chocs de volatilité et contagion entre les marches boursiers. *Revue Economique*, Vol. 62, n°02, pp. 277-311.

BENSAFTA K.M. et SEMEDO G. (2009). De la transmission de la volatilité à la contagion entre marchés boursiers: l'éclairage d'un modèle VAR non linéaire avec bris structurels en variance. *Revue d'Analyse Economique*, vol. 85, n°01, pp. 14-76.

BERTSCH C. et AHNERT T. (2015). A Wake-Up Call Theory of Contagion. *Staff Working Papers from Bank of Canada*, pp. 1-69.

BILLIO M., CAPORIN M., et GOBBO M. (2003). Block dynamic conditional correlation multivariate GARCH models. *GRETA Working paper*, n°03, pp. 1-23.

CHOE K., CHOI P., NAM K. et VAHID F. (2012). Testing financial contagion on heteroskedastic asset returns in time-varying conditional correlation. *Pacific-Basin Finance Journal*, vol. 20, pp. 271-291.

CORSETTI G., PERICOLI M. et SBRACIA M. (2011). *Correlation analysis of financial contagion*. Ed. Robert W. Kolb.

DU X., YU C. et HAYES D. J. (2011). Speculation and volatility spillover in the crude oil and agricultural commodity markets: A Bayesian analysis. *Energy Economics*, vol. 33, pp. 497-503.

ENGLE R. (2002). Dynamic conditional correlation: a simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 20, n°03, pp. 339-350.

GOZGOR G., KEUNG MARCO LAU C. et BILGIN M. H. (2016). Commodity markets volatility transmission: Roles of risk perceptions and uncertainty in financial markets. *Journal of International Financial Markets*, vol. 44, pp. 35-45.

GUO J. et TANAKA T. (2019). Determinants of international price volatility transmissions: the role of self-sufficiency rates in wheat-importing countries. *Palgrave Communications*, vol.5, n°124, pp. 1-13.

HENNANI, R. & TERRAZA, M. (2017). Analyse des interdépendances non linéaires des principaux marchés boursiers de la zone euro. *Revue d'Economie Politique*, vol. 127, 2017, pp. 47-70.

HEKIMIAN, R. (2017). *Contagion et intégration financière pendant l'entre deux guerres*. Thèse de Doctorat, Université Paris Nanterre, p-p. 1-176.

HURLIN C. et MIGNON V. (2015). *Statistiques et probabilités en Economie-Gestion*. Ed. Dunod, Collection Open Book, Paris.

HUANG Y. et SU, W. (2010). Comparison of DCC GARCH and BEKK GARCH models: an empirical study. *Conference paper*, pp. 99-110.

<https://fr.investing.com>, (Consulté le : 13/03/2022).

MENSI W., BELJID M., BOUBAKER A. et MANAGI S. (2013). Correlations and volatility spillovers across commodity and stock markets: Linking energies, food, and gold. *Economic Modelling*, Vol. 32, pp.15-22.

NAZLIOGLU S., ERDEM C. et SOYTAS U. (2013). Volatility spillover between oil and agricultural commodity markets. *Energy Economics*, vol. 36, pp. 658-665.

SADORSKY P. (2014). Modeling volatility and correlations between emerging market stock prices and the prices of copper, oil and wheat. *Energy Economics*, vol. 43, pp. 72-81.

ZEMIRLI R. (2021). *Analyse empirique de la contagion financière*. Thèse de Doctorat, Université de Tizi-Ouzou, pp. 01-280.