

Volatilité de l'endettement financier : une analyse par les modèles ARCH/GARCH dans les entreprises publiques congolaises.

Par :

January KASEREKA KOMBI^{*},
Félix LUMONANSONI MAKWALA^{**} et
Junior KANA KIWE^{***}

Résumé

Ce papier a pour objectif d'analyser la volatilité de l'endettement financier dans les entreprises publiques congolaises à travers les modèles ARCH et GARCH. En s'appuyant sur un panel de 36 entreprises sur la période 2018–2023, l'étude met en évidence le caractère instable, asymétrique et leptokurtique de la dette, traduisant un niveau élevé de risque financier. Les résultats économétriques confirment l'existence d'une volatilité conditionnelle significative, caractérisée par une forte persistance des chocs, particulièrement pour les dettes à long terme. Le modèle GARCH (1,1) apparaît comme le plus pertinent pour capturer cette dynamique. Ces résultats impliquent que les entreprises publiques doivent renforcer leurs dispositifs de gestion des risques et intégrer les fluctuations macroéconomiques dans leurs stratégies financières. Ils suggèrent également la nécessité, pour les autorités publiques, d'améliorer la stabilité économique et le cadre institutionnel afin de limiter l'exposition des entreprises aux chocs externes et d'assurer une gestion soutenable de l'endettement.

Mots clés : Volatilité, Endettement financier, Risque financier, ARCH, GARCH, Entreprises publiques

Abstract

This paper aims to analyze the volatility of financial indebtedness in Congolese public enterprises using ARCH and GARCH models. Drawing on a panel of 36 firms over the period 2018–2023, the study highlights the unstable, asymmetric, and leptokurtic nature of debt, reflecting a high level of financial risk. The econometric results confirm the presence of significant conditional volatility, characterized by strong shock persistence, particularly in long-term debt. The GARCH (1,1) specification emerges as the most appropriate model for capturing this dynamic behavior. These findings imply that public enterprises need to strengthen their risk management frameworks and systematically incorporate macroeconomic fluctuations into their financial strategies. They also suggest the need for public authorities to enhance economic stability and improve the institutional environment in order to reduce firms' exposure to external shocks and ensure sustainable debt management.

^{*} Doctorant en Sciences de Gestion, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion
jvkombi@gmail.com/ +243994197002

^{**} Professeurs, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion

^{***} Professeur à la faculté des sciences économiques et de gestion à l'université de Kinshasa.

Keywords : Volatility; Financial Indebtedness; Financial Risk; ARCH; GARCH; Public Enterprises

JEL Code: C22 ; G32 ; G01 ; C58 ; H82

Introduction

En finance comme en économétrie, l'analyse et la modélisation de la volatilité des données financières est une thématique fondamentale. En effet, les séries financières ne sont pas constantes dans le temps. Elles sont volatiles, leptokurtiques et asymétriques. Pour Michelzakoian (1992), leur principale caractéristique est le fait que leur variabilité instantanée (volatilité ou risque) est une fonction du temps.

Au début des années 1980, pour capturer cette volatilité variable dans le temps, les modèles ARCH ont été introduits par Robert Engle (1982). Mais, ils sont largement utilisés pour modéliser avec plus de précision la dynamique de la volatilité. A travers une paramétrisation endogène de l'hétéroscédasticité dans les séries temporelles, les modèles ARCH ont fourni un outil particulièrement adapté tant pour l'analyse et la prévision de la volatilité que pour le test de diverses théories économiques. (Jean-Michelzakoian, 1992, p.50)

Ainsi, les modèles ARCH fournissent un cadre adapté au test des principales théories financières classiques (Jean-Michelzakoian 1992, p40). Ils offrent un cadre puissant pour capturer l'hétéroscédasticité conditionnelle et modéliser la volatilité dans le temps qui représente le risque en termes financiers.

En effet, les firmes publiques congolaises sont surendettées (Mpoy 2015, Mangala 2012, Batamba 2003, Banque mondiale 2015). Ce surendettement peut être la source de risque. L'estimation de la volatilité de la dette est donc très importante dans la gestion de la structure financière des entreprises. Cet aspect est une nouveauté en finance quantitative d'entreprise.

L'objectif de cette étude est d'appliquer la modélisation ARCH de Engel (1982), en finance

d'entreprise, afin de rechercher le meilleur modèle qui capte la volatilité de l'endettement financier des firmes publiques congolaises. Ce travail vise à mettre en évidence le modèle de gestion du risque de l'endettement financier dans les entreprises.

Notre hypothèse stipule que l'endettement financier au sein des entreprises publiques congolaises est volatil.

Cet article porte sur 4 points dont le premier est consacré à la revue de la littérature. Le deuxième point décrit la méthodologie adoptée dans cette étude. Le troisième point présente les résultats d'estimation des modèles ARCH/GARCH. Le quatrième point discute des résultats par rapport à la littérature.

1. Revue de la littérature

Avant d'examiner les contributions théoriques et empiriques relatives à cette étude, il convient de rappeler brièvement le cadre conceptuel dans lequel s'inscrit l'analyse du risque financier. En finance, la volatilité est généralement considérée comme la meilleure proxy du risque, dans la mesure où elle mesure l'ampleur et la fréquence des fluctuations d'une variable financière, notamment les rendements et les niveaux d'endettement (Engle, 1982 ; Bollerslev, 1986). Plus la volatilité est élevée, plus l'incertitude et, par conséquent, le risque associé à cette variable sont importants (Poon & Granger, 2003).

On distingue principalement deux formes de volatilité. D'une part, la volatilité historique, calculée à partir des données passées, permet d'appréhender le comportement effectif d'une variable dans le temps. D'autre part, la volatilité implicite, extraite des prix de marché, notamment des options, reflète les anticipations des agents économiques quant à l'évolution future de cette variable (Black & Scholes, 1973 ; Hull, 2018). Ces deux approches apparaissent

ainsi complémentaires : la première repose sur une analyse rétrospective, tandis que la seconde s'inscrit dans une logique prospective.

Par ailleurs, la littérature financière met en évidence l'existence d'un effet de levier, selon lequel les chocs négatifs ont tendance à accroître davantage la volatilité que les chocs positifs de même amplitude. Ce phénomène a été largement documenté par Black (1976) et Christie (1982), et formalisé dans les modèles asymétriques tels que les modèles GARCH étendus (Nelson, 1991). Dans le contexte de l'endettement, cet effet est particulièrement pertinent dans la mesure où une détérioration de la structure financière d'une entreprise peut amplifier le risque perçu et accentuer la volatilité des indicateurs financiers.

Dans ce cadre, l'utilisation des modèles ARCH

et GARCH s'avère particulièrement appropriée pour capter la dynamique de la volatilité, notamment sa dépendance temporelle et sa persistance (Engle, 1982 ; Bollerslev, 1986). Ces modèles permettent de mieux comprendre les mécanismes de transmission des chocs et d'analyser les risques financiers dans des environnements marqués par l'incertitude.

Dès lors, cette section présente la revue de la littérature théorique et empirique ayant trait à cette étude, afin de situer les résultats obtenus dans le prolongement des travaux existants et d'en apprécier les contributions.

1.1. Revue de la littérature théorique

Les différentes théories mobilisées dans cette étude sont présentées dans le tableau 1.

Théories	Auteurs de référence	Idées principales
Théorie du portefeuille	Markowitz (1952)	Les investisseurs choisissent de façon optimale les portefeuilles efficients en minimisant le risque, mesuré par la variance, pour un niveau de rendement espéré. Le modèle d'évaluation d'actifs financiers (MEDAF) et le modèle d'évaluation par arbitrage (MEA) sont des modèles financiers qui permettent d'évaluer le risque associé aux actifs financiers. Le premier modèle est basé sur la théorie du risque de marché et du risque spécifique. Il postule que le rendement d'un actif doit être équivalent à la prime de risque. Cette dernière est fonction de la prime de marché et du coefficient de bêta de l'actif. Par contre, le MEA prend en compte les facteurs macroéconomiques et spécifiques pour accroître le pouvoir prédictif du modèle. Ces deux modèles sont utilisés pour évaluer la rentabilité des actifs financiers et le risque, en tenant compte des variations du marché et des caractéristiques spécifiques des firmes.
Théorie de signal	Spence (1973)	Le niveau de risque est un signal envoyé aux investisseurs. La dette envoie plus de signaux positifs aux investisseurs que les capitaux propres (Nguyen, 2025).
Théorie des coûts de transaction	Jensen & Mecking (1976)	Une entreprise doit minimiser son niveau de risque pour être efficiente.
Théorie de compromis dynamique	Fisher et al. (1989), Leland (1994), Goldstein et al. (2001)	La décision d'une entreprise concernant la structure du capital au cours de la période en cours dépend du revenu attendu de l'organisation au cours de la période suivante. Les coûts d'ajustement de la structure du capital sont souvent élevés. Par conséquent, les entreprises ne modifieront leur structure du capital que si les avantages l'emportent sur les coûts.

Source : Auteurs, sur la base de la littérature

1.2. Revue de la littérature empirique

La littérature empirique ayant utilisé les modèles ARCH standard et généralisé renseigne que son application couvre un champ très vaste. Depuis l'introduction par Engle (1982), ces modèles ont connu de nombreuses applications en finance et en économie. Ils sont couramment utilisés dans la prévision de la volatilité, la gestion des risques, la tarification des options et l'optimisation des portefeuilles.

Tels sont les cas de l'évaluation de la volatilité des indices boursiers par Royer (2022), Karem (2003), Akgiray (1989), l'évaluation d'options de Black-Scholes par Alban (1989), la rentabilité d'actions par Schwert (1990), les taux de change (Chuffart, 2016), le taux d'intérêt par Engle, Lilen et Robins (1987), le taux de change par Milhoj (1987), les prix des matières premières par Dam (1998), l'analyse des instruments financiers dans les modèles d'évaluation d'actifs et de stratégies de couvertures par Mahamat (2017), la volatilité des cryptomonnaies (Anas, 2023).

Il ressort que la volatilité intervient donc de façon cruciale dans les modèles d'évaluation d'actifs et de stratégies de couvertures et aussi dans la détermination du prix des options.

Plusieurs études ont fait recours à l'approche ARCH ou GARCH pour analyser la volatilité des séries chronologiques en finance de marché. Les études qui implémentent dans la gestion de la structure du capital des entreprises, particulièrement en gestion de l'endettement financier sont rares. La prise en compte de cet aspect dans la gestion de la dette constitue l'innovation de cette étude.

2. Méthodologie

Plusieurs modèles ont été proposés pour modéliser et décrire le processus de la volatilité. Le plus connu est le modèle GARCH défini par Bollerslev (1986) en considérant les volatilités pas-

sées comme variables explicatives au moment présent. Beaucoup d'études ont été menées dans ce sens et ont prouvé la pertinence de ce modèle. Nous citons les travaux de Chou (1988) et de Lamoureux & Lastrapes (1993).

2.1. Présentation de l'échantillon

2.1.1. Choix de l'échantillon et critères de sélection

Les rapports des Ministères du Portefeuille et du Budget (2023) renseignent, qu'au 31 décembre 2022, le portefeuille de l'Etat congolais était constitué des 96 entreprises en participation directe et 116 en participation indirecte. Ce papier se limite aux 96 sociétés à participation directe de l'Etat du secteur marchand réparties dans neuf branches d'activité.

Le critère de sélection des entreprises a reposé sur la disponibilité des états financiers audités pendant la période d'étude.

2.1.2. Justification sectorielle

L'échantillon comprend uniquement des sociétés non financières. Il exclut les institutions financières notamment les banques et les compagnies d'assurance. Ces secteurs sont soumis à des normes d'information financière et à des exigences réglementaires distinctes, susceptibles de fausser la valeur de l'endettement. La structure financière de ces secteurs est différente des autres domaines d'activités.

Dans la littérature empirique, ces sociétés sont aussi exclues dans les études portant sur la structure du capital. Tel est le cas de Thị Nhung (2025), Naidu (2024), Rajan & Zingales (1995), Jiang et al. (2021), Gaud et al. (2005), Alzomaia (2014), Lemma & Negash (2013).

Compte tenu de ces exclusions et la disponibilité des données, la taille de l'échantillon de cette étude est composée de 36 sociétés du sec-

teur marchand à participation directe de l'Etat congolais. La liste des firmes de l'échantillon est en annexe de ce travail.

2.2. Description des données

Les données retenues dans cet article sont relatives aux variables comptables. Elles sont quantitatives. Elles proviennent de différentes bases des données dont la DGDP, le Conseil Supérieur du Portefeuille CSP et la centrale des bilans du Conseil Permanent de la comptabilité au Congo (CPCC). D'autres données ont été directement obtenues des sociétés publiques à travers leurs directions financières ou sites web.

Sur le plan temporel, l'analyse prend en compte la période allant de 2018 à 2023. Cet intervalle est dicté principalement par la disponibilité des données. Nous avons un panel équilibré comprenant 36 entreprises pendant six années consécutives, soit 216 observations issues de 7 branches

d'activités.

2.3. Variables de l'étude

L'endettement financier est l'unique variable retenue pour cette étude. En Droit comptable OHADA (2017, p.172), l'endettement financier est constitué des ressources stables provenant d'emprunts ou des dettes contractées pour une durée supérieure à un an. Il s'agit des ressources contractées auprès d'établissements de crédit et/ou auprès de tiers afin de couvrir les besoins de financement durables de l'entité.

Dans cet article, nous définissons l'endettement financier comme toute dette pouvant engendrer des charges financières. Il peut être de long ou court terme. Sur la base de ce critère, le SYSCO-HADA (OHADA 2017, p.1063) distingue les dettes financières de l'endettement financier brut et net comme l'indique le tableau 2.

Tableau 2. Mesure de l'endettement financier

Emprunts et Dettes financières diverses
+ Dettes de location-acquisition
= Dettes financières (ou dettes financières à moyen et long terme DLT)
+ Trésorerie-passif (Dettes financières à court terme : sans dettes commerciales)
= Endettement financier brut (END_B)
- Trésorerie-actif (Valeurs mobilières de placement – Disponibilités)
= Endettement financier net ou dette nette (END_N)

Source : OHADA (2017).

Pour tester la volatilité de l'endettement financier. Ainsi, nous avons trois mesures de l'endettement financier. Il s'agit de l'endettement

financier stricto sensu notamment les dettes financières (DLT), l'endettement financier lato sensu ou endettement financier brut END_B

ainsi que l'endettement financier net END_N).

Ainsi, nous avons trois différents ratios de l'endettement financier :

$$\begin{cases} END_B = \frac{\text{Endettement financier brut}}{\text{Total actif}} \\ END_N = \frac{\text{Endettement financier net}}{\text{Total actif}} \\ DMLT = \frac{\text{Dettes financières}}{\text{Total actif}} \end{cases} \quad (1)$$

En appliquant les modèles ARCH/GARCH à chacune de ces variables (END_B , END_N , DLT), nous apprécions si la variance conditionnelle dépend des erreurs passées, évaluer la sensibilité de la dette aux chocs ou perturbations économiques et identifier le meilleur modèle de gestion du risque lié à l'endettement financier.

2.4. Modélisation de la volatilité

2.4.1. Sélection des modèles ARCH/GARCH

Le modèle ARCH est une technique économétrique utilisée pour évaluer la volatilité des séries chronologiques. Il a été mis en place par Engle (1982) avec une extension GARCH par son étudiant Bollerslev en 1986. Ce modèle est particulièrement adapté pour détecter et modéliser les variations instables de la variance dans les séries temporelles économiques ou financières.

Cette approche nous est utile pour capturer les fluctuations irrégulières de l'endettement financier dans le temps, identifier les phases de stress financier, quantifier l'impact des chocs passés sur la volatilité actuelle de l'endettement financier et évaluer le risque lié à la dette. La volatilité de l'endettement financier est une estimation du risque qui lui est attaché. Elle mesure l'amplitude des variations de l'endettement financier dans les entreprises publiques congolaises. Elle évalue donc la propension de l'endettement, qui varie significativement à la hausse ou à la baisse. Il s'agit d'un paramètre de quantification du risque lié à la dette. Les modèles GARCH sont appropriés pour l'estimer.

2.4.2. Estimation des modèles ARCH

Ce modèle permet d'estimer les paramètres d'une régression avec des erreurs hétéroscédastiques conditionnelles, ce qui est essentiel dans l'analyse des données financières.

Il existe plusieurs méthodes d'estimation disponibles, notamment l'estimation par le maximum de vraisemblance (MLE) et la méthode des moments généralisés (GMM). La méthode MLE est largement utilisée et fournit des estimations efficaces sous certaines hypothèses. GMM, en revanche, est une méthode plus flexible qui peut gérer les erreurs de spécification du modèle. Cette étude utilise la première technique économétrique. Dans la littérature, les modèles GARCH sont classiquement estimés par la méthode d'estimation maximum de vraisemblance (Mahamat, 2017, p.100).

2.4.3. Spécification des modèles ARCH et GARCH

Nous utilisons les modèles ARCH standard et généralisé (GARCH) pour analyser l'incertitude de l'endettement financier (mesurée par sa variance) qui varie dans le temps.

Engle (1982) a introduit le processus ARCH, un modèle économétrique, en tenant compte de variances conditionnelles qui varient dans le temps. Les modèles ARCH sont des modèles autorégressifs conditionnellement hétéroscédastiques et sont basés sur une paramétrisation endogène de la variance conditionnelle, mesurant le risque.

La modélisation de l'endettement financier END_t avec le modèle ARCH avec erreur est spécifié comme suit :

$$END_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

où μ_t l'espérance conditionnelle à l'information disponible à la date $t-1$ de l'endettement .

La variance conditionnelle des résidus END_t à la date t est une fonction du carré des résidus des dates précédentes. L'équation de base d'un modèle ARCH (p) est donnée par :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 \quad (3)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (4)$$

sous les restrictions $\alpha_0 > 0, \alpha_i > 0, i = 1, \dots, p$ pour assurer la positivité de $\sigma_t^2 > 0$ (condition nécessaire et suffisante).

Il y a deux contraintes : celles de positivité et de stationnarité. La variance conditionnelle est positive si les contraintes $\alpha_0 > 0, \alpha_i > 0, i = 1, \dots, p$ sont vérifiées. Elle est stationnaire si la contrainte $\sum_{i=1}^p \alpha_i < 1$ est vérifiée. Si ces deux conditions sont vérifiées, le modèle ARCH est valide.

Ce modèle permet d'exprimer la volatilité conditionnelle à la date t en fonction des valeurs passées des erreurs quadratiques au carré ou chocs exogènes. Il permet de capturer les changements ou variations de la volatilité de l'endettement financier en tenant compte de la dépendance passée.

Dès lors si END_t suit une dynamique de type ARCH(p), les autocorrélations totales dont les retards supérieurs à (p) deviennent nulles pour le carré des innovations ε_t^2 . Dans la pratique, on peut constater qu'il y a une persistance plus ou moins prononcée dans la décroissance des autocorrélations totales dans les innovations (ε_t^2), ce qui revient empiriquement de retenir une valeur (p) plus élevée.

L'application de ce principe pour la variance conditionnelle a conduit Bollerslev (1986) à la spécification du modèle GARCH.

La raison essentielle derrière le développement des modèles GARCH était de capter les caractéristiques de la volatilité des séries temporelles et ils sont les plus adaptés pour se faire surtout lorsque ces séries temporelles ont une volatilité non constante dans le temps. Désormais, les modèles GARCH sont utilisés pour modéliser la volatilité conditionnelle des séries temporelles financières qui présentent souvent une hétéroscédasticité conditionnelle et la captent à perfection comparés aux modèles ARIMA, d'autant plus, les GARCH permettent la différenciation entre les périodes de fortes volatilités et cette capacité offre la possibilité de modéliser les dynamiques de la série temporelle et enfin, les GARCH assurent convenablement la prévision de risque vue que la compréhension de la volatilité induit directement l'évaluation des risques (ANAS, 2025, p.166).

Le modèle GARCH (p, q) permet non seulement de prendre en compte les erreurs quadratiques passées comme ARCH mais aussi les valeurs passées de la variance conditionnelle.

Dans les modèles ARCH, le terme d'erreur ε_t^2 , représente un choc ou une innovation, c'est-à-dire l'écart imprévu entre la valeur observée et la valeur expliquée par le modèle. Lorsqu'on considère son carré, ε_t^2 , on mesure l'intensité de ce choc indépendamment de son signe. En effet, qu'il soit positif ou négatif, un choc de grande amplitude traduit une perturbation importante. Ainsi, le terme d'erreur au carré capte la magnitude des fluctuations passées et permet d'évaluer l'impact immédiat des événements inattendus sur la dynamique de la variable étudiée. Plus les chocs passés sont importants, plus ils contribuent à accroître la volatilité actuelle.

La variance conditionnelle σ_t^2 , quant à elle, re-

présente le niveau de volatilité attendu à la période t , compte tenu de l'information disponible dans le passé. Dans le cadre du modèle ARCH, cette variance dépend directement des chocs passés, ce qui traduit un mécanisme de transmission intertemporelle de la volatilité. Autrement dit, les perturbations observées dans le passé ne disparaissent pas instantanément, mais influencent durablement le niveau de risque actuel. Ce phénomène traduit une certaine persistance de la volatilité, souvent observée dans les séries financières, où des périodes de forte instabilité tendent à être suivies par d'autres périodes également instables.

Ainsi, le terme d'erreur au carré capte l'effet immédiat des chocs, tandis que la variance conditionnelle en assure la propagation dans le temps. Ensemble, ils permettent de modéliser le caractère dynamique et persistant du risque, notamment dans des contextes économiques marqués par l'incertitude, comme celui de l'endettement des entreprises publiques.

Les modèles GARCH ont en commun deux composantes essentielles en l'occurrence la moyenne conditionnelle exprimée comme suit :

$$r_t = \mu + \varepsilon_t \quad (5)$$

Avec r_t est le rendement ou le retour d'un actif à l'instant t dans notre cas :

$r_t = \frac{END_t}{END_{t-1}} - 1$ est l'endettement financier à l'instant t , μ est la moyenne conditionnelle (peut inclure des termes AR ou MA) et enfin le terme ε_t constituant l'innovation ou le choc aléatoire.

En plus de la composante moyenne conditionnelle les modèles GARCH ont en commun une composante de volatilité conditionnelle qui s'exprime :

Il est spécifié comme suit :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (6)$$

sous contraintes : $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p$, $\beta_j \geq 0, j = 1, \dots, q$.

Avec σ_t^2 est la variance conditionnelle à l'instant t , α_0 est une constante intrinsèque, ε_{t-j}^2 les coefficients des chocs passés souvent appelés termes ARCH et σ_{t-j}^2 coefficients de la volatilité passée souvent appelés termes GARCH.

Lorsque $\beta_j = 0, j = 1, \dots, q$, on obtient l'équation (4) du modèle ARCH(p) de Engle.

Il y a aussi deux contraintes comme le modèle ARCH. La variance conditionnelle est positive si les contraintes $\alpha_0 > 0, \alpha_i > 0, i = 1, \dots, p$ et $\beta_j \geq 0, j = 1, \dots, q$ sont vérifiées. Elle est stationnaire si la contrainte $\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j < 1$ est vérifiée. Si ces deux conditions sont vérifiées, le modèle GARCH est valide.

Le degré de la persistance de la volatilité est mesuré par le terme :

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j \quad (7)$$

A partir de ce terme, on peut déterminer la variance non conditionnelle à long terme qui mesure le niveau du risque qui ne fluctue pas au fil du temps. Elle est obtenue par (Mahamat 20147, p.99-100) :

$$\sigma^2 = \frac{\alpha_0}{[1 - (\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j)]} = E(\sigma^2) \quad (8)$$

C'est la valeur moyenne de la variance conditionnelle ou mieux du risque lié à l'endettement financier. Il reflète le comportement du retour à la moyenne (mean reverting).

Notre travail se focalise sur les modèles GARCH asymétriques du type GARCH (1,1). Ce dernier est le plus largement utilisé sur le plan empirique

dans la littérature. Il respecte aussi le principe de parcimonie. Il est spécifié comme suit :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \tag{9}$$

sous contraintes : $\alpha_0 > 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0$

$$\alpha + \beta < 1$$

Si $\alpha + \beta < 1$, le modèle GARCH est bon.

La variance non conditionnelle est égale à :

$$\sigma^2 = \frac{\alpha_0}{[1-\alpha-\beta]} \tag{10}$$

Les modèles d'hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive généralisée (GARCH) sont une extension des modèles ARCH standards qui capturent non seulement la relation autorégressive entre les carrés des résidus, mais également la persistance des chocs de volatilité. Ils sont souvent préférés car ils fournissent des prévisions de volatilité plus précises.

Le modèle GARCH est robuste qu'ARCH standard car il permet de filtrer la forte hétéroscédasticité de la volatilité et la persistance du modèle. La structure de ce modèle est plus riche qu'ARCH. Dans cette étude, nous utilisons les deux afin d'identifier celui qui modélise le mieux le risque lié à l'endettement.

3. Résultats

Après la présentation du cadre méthodologique et des outils d'estimation mobilisés, cette section expose les principaux résultats empiriques obtenus, en mettant en évidence les dynamiques de volatilité de l'endettement ainsi que leur interprétation économique.

3.1. Statistiques descriptives de la volatilité

En statistique, il existe plusieurs manières de mesurer la volatilité dont les plus couramment utilisées étant l'écart type, la variance, le bêta et la plage des données. Cette dernière mesure n'est pas appropriée pour le calcul du risque La variance et l'écart type calculent la dispersion de l'endettement financier autour de la moyenne. Ce dernier aspect est évidemment particulièrement important, la variabilité ayant en finance une interprétation directe en termes de risque (Tuncer, Ruhi, 1995). D'autre part, l'étendue mesure la fourchette ou l'écart entre le niveau d'endettement minimum et maximum.

Les statistiques descriptives pour chaque niveau d'endettement financier pendant la période d'étude sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3. Descriptif de l'endettement financier

Variab	Min	Max	Plage	Moyenne	Ecartype	Skewness	Kurtosis	Jacque B	Leven Chu	Lin
END_B	0.000	1.7638	1.7638	0.2067	0.3021	2.4892	7.046	0.000	0.000	
END_N	-0.8996	1.7534	2.6531	0.1116	0.3661	1.0445	4.610	0.000	0.000	
DLT	0.000	1.7638	1.7638	0.1919	0.3069	2.4913	6.921	0.000	0.000	

Source : Calculs des auteurs, sur la base des données collectées

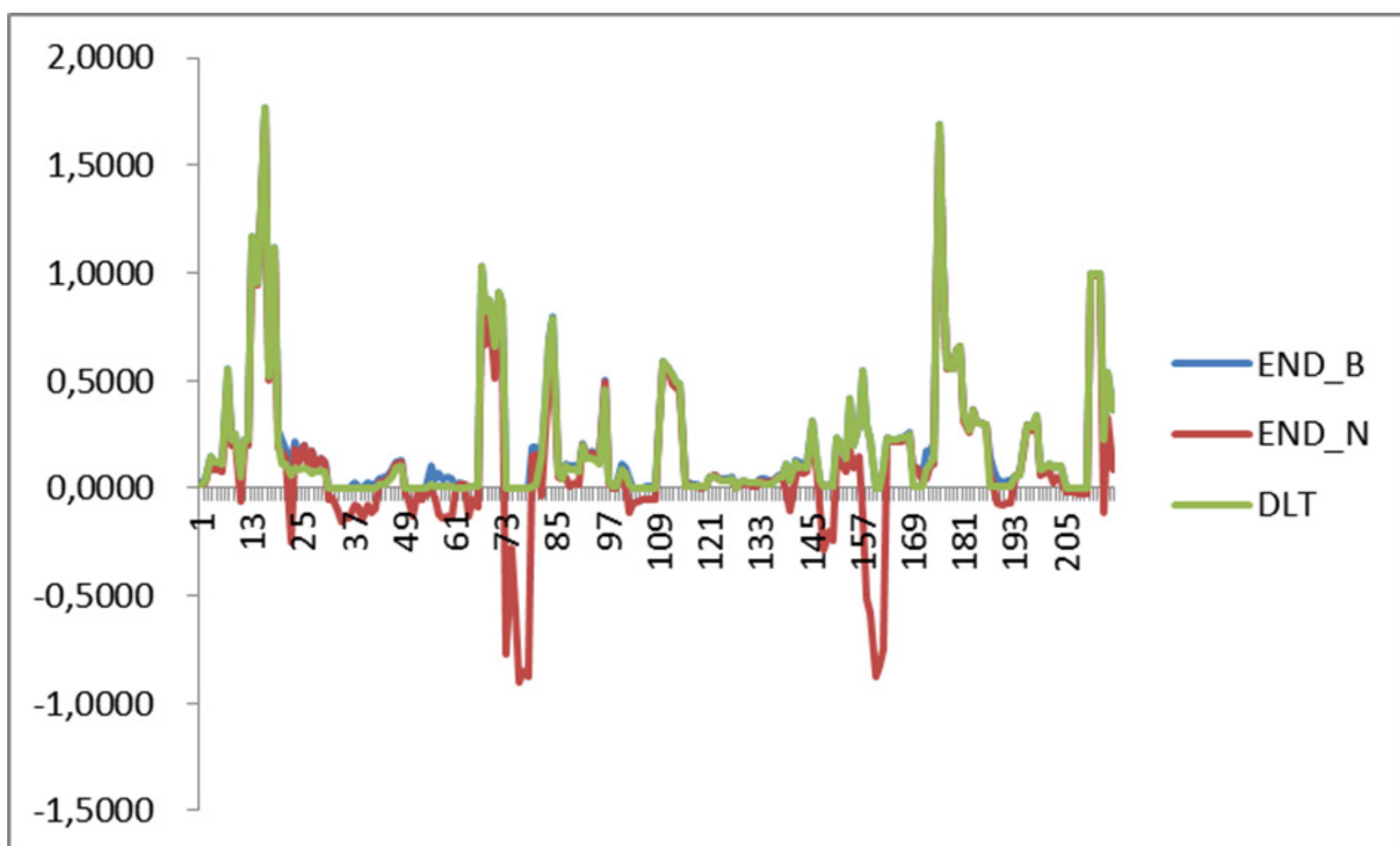
Les différents écarts-types et étendues renseignent que la dispersion autour de la moyenne est élevée.

De ce tableau, il ressort que le coefficient d'aplatissement de Kurtosis pour les 3 niveaux d'endettement financier est élevé et largement supérieur à 3 (valeur de Kurtosis pour une loi normale). Cet excès de Kurtosis témoigne d'une forte probabilité d'occurrence de points extrêmes. La distribution d'endettement financier est donc

pointue. Elle est leptokurtique. Ceci confirme l'idée du surendettement des firmes publiques congolaises.

De même, le coefficient d'asymétrie de Skewness est positif et différent de 0 dans tous les cas, ce qui justifie la présence d'une asymétrie dans la distribution. Ceci peut être un indicateur de non linéarité de l'endettement financier comme le montre le graphique n° 1, puisque les modèles linéaires gaussiens sont forcément symétriques.

Figure 1. Évolution des variantes d'endettement financier



L'obtention des moments d'ordre deux et quatre permet ainsi de mettre en évidence une propriété de leptokurticité caractéristique des modèles ARCH et GARCH.

La statistique de Jarque-Bera indique que l'hypothèse nulle de normalité de l'endettement financier est rejetée. Les distributions de l'endettement financier ne suivent pas une loi normale, ce qui relève des caractéristiques générales des données financières volatiles. Les coefficients de Kurtosis et Skewness des distributions de l'endettement financier sont donc différents à ceux

d'une loi normale.

Enfin, le test Levin-Lin-Chu de racine unitaire renseigne que les p-values sont inférieures à 5 %. Les niveaux d'endettement sont donc stationnaires. La racine unitaire est inférieure à 1.

3.2- Estimation des modèles ARCH/GARCH

Nous modélisons la volatilité de l'endettement financier en appliquant les modèles **ARCH(2)** et **GARCH (1. 1)**. Les résultats de l'estimation sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Estimation des modèles ARCH(2) et GARCH(1.1)

	END B	END N	DLT	END B	END N	DLT
END_Cons	-0.0033 (0.0089)	-0.0178 (0.1436)	0.0017 (0.0084)	-0.0034 (0.0086)	-0.0181 (0.0141)	-0.0181 (0.0084)
ε_{t-1}^2	0.6063*** (0.0824)	0.5377*** (0.0891)	0.6657*** (0.0891)	0.6072*** (0.0814)	0.5433*** (0.0841)	0.6659*** (0.8857)
ε_{t-2}^2	-0.0133 (0.0387)	-0.0418 (0.0423)	-0.0067 (0.0363)	-	-	-
σ_{t-1}^2	-	-	-	-0.0256 (0.0593)	-0.0984 (0.0610)	-0.0117 (0.0526)
Cons	0.0094*** (0.0004)	0.0179*** (0.0009)	0.0085*** (0.0003)	0.0096*** (0.0006)	0.0197*** (0.0013)	0.0086*** (0.0005)
AIC	-233,8529	-134,4242	-242,8277	-233,8901	-134,7146	-242,8369
BIC	-221,081	-121,6524	-230,0558	-221,3325	-121,9427	-230,0651
Degré de persistance de la volatilité	0,593<1	0,4959<1	0,659<1	0,5816<1	0,4449<1	0,6542<1
Variance non condi- tionnelle	0,023	0,036	0,025	0,023	0,035	0,025

Source : Calculs des auteurs, sur la base des données recueillies.

Les coefficients des résidus ou des erreurs quadratiques ε_{t-1}^2 , sont positifs et significatifs mais aussi inférieurs à 1. Cela confirme la présence d'un effet ARCH(2). Un choc à l'instant $t-1$ a un impact sur la volatilité actuelle. L'endettement est instable dans le temps. Ceci illustre le fait que la modélisation non linéaire peut être efficace si l'on souhaite modéliser la dynamique du risque lié à l'endettement.

L'endettement financier suit un processus stochastique. Car, la variance des résidus dépend fortement des résidus passés. Il y a donc une volatilité conditionnelle dans la série. Il y a une forte incertitude liée à la dette due à l'environnement externe de l'entreprise.

Les termes constants sont aussi significatifs. Ils représentent la base de la variance ou le niveau du risque de l'endettement financier à long terme. Ce paramètre est le coefficient de la volatilité conditionnelle du modèle. Il représente le seuil de variance minimal en dessous duquel la variance conditionnelle c'est-à-dire la volatilité ne descend pas. Il est généralement très faible et proche de 0 pour toutes les distributions confondues. Ces termes constants représentent le niveau moyen du risque sur le long terme. Ils sont significatifs, ce qui implique que le risque de long terme est élevé.

Le modèle GARCH indique que le risque de l'endettement financier dépend fortement des chocs passés à $t-1$. Mais ces choix n'influencent pas significativement la variance conditionnelle. Les chocs sont persistants. Un fort endettement à $t-1$ augmente l'incertitude à la période t . La volatilité est aléatoire (sensible aux chocs exogènes).

Le paramètre du degré de persistance de la volatilité qui représente la somme des variances passées ou risques antérieurs, renseigne qu'il y a une forte persistance de la volatilité dans la distribution. Cela veut dire : si, la volatilité à l'ins-

tant t est faible, sa contribution dans la variance conditionnelle à l'instant $t + 1$ le sera également, et vice versa. Cette persistance est élevée pour les dettes à long terme. Les dettes financières sont donc sensibles aux fluctuations externes.

Ces coefficients sont presque identiques dans les modèles ARCH et GARCH. Ceci traduit que l'impact ou les conséquences des chocs sur la volatilité est fort. Lorsqu'une baisse soudaine (krach) intervient à l'instant t , le risque augmentera en $t+1$.

La variance non conditionnelle indique qu'à chaque nouvelle information ou toute décision d'endettement de l'année antérieure, la volatilité va varier à la hausse. Mais, une force de rappel va toujours ramener le risque d'endettement autour de 2,3 % pour END_B, 3,5 % pour END_N et 2,5 % pour DLT. Un bon signal va augmenter l'endettement, alors qu'un mauvais va diminuer la volatilité mais à long terme, le niveau du risque va revenir autour de ces valeurs. En moyenne, la valeur du risque de l'endettement financier oscille autour de ces valeurs. Il s'agit donc du risque moyen irréversible auquel le recours de l'endettement financier gravite. Ce risque est un coût pour la firme.

D'après le tableau ci-dessus, il paraît que de la volatilité de l'endettement financier peut s'expliquer par les chocs récents et non par les variations dues à la persistance de la volatilité passée. Avec une somme envoisinant 65 % pour les dettes à long terme, $\alpha + \beta = 65,42$ %, on peut s'attendre à ce que les périodes de volatilité élevée soient relativement longues, mais qu'elles finissent par se résorber.

Avec les critères de Akaike AIC et BIC, nous considérons le modèle GARCH car il donne les valeurs AIC et BIC les plus faibles. Car, ce dernier est plus robuste que le modèle ARCH. Il est le meilleur modèle qui capte la volatilité de l'endettement financier des entreprises publiques

congolaises. Il implique qu'à part les chocs, la volatilité de l'endettement financier a un comportement de persistance. La dette est donc en soi un risque pour les firmes publiques congolaises. Le risque d'aujourd'hui est fonction du

niveau du risque passé.

Les modèles de gestion de l'endettement financier sont :

END_B	$y_t = -0.0034 + \varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = 0.0096 + 0.6072\varepsilon_{t-1}^2 - 0.0256\sigma_{t-1}^2$ $y_t = -0.0181 + \varepsilon_t$
END_N	$\sigma_t^2 = 0.0197 + 0.5433\varepsilon_{t-1}^2 - 0.0984\sigma_{t-1}^2$ $y_t = 0.0086 + \varepsilon_t$
DLT	$\sigma_t^2 = 0.0086 + 0.6659\varepsilon_{t-1}^2 - 0.0117$

Ces modèles sont valides au moins à court terme car les coefficients des chocs (innovations financières) sont significatifs. Pour la variance conditionnelle, par contre, les coefficients sont non significatifs à t-1. Ces modèles permettent de prévoir la volatilité future. L'accroissement du choc (erreur) à l'époque actuelle augmentera la volatilité future pour tous les variantes de l'endettement financier.

4. Discussion des résultats

Les résultats obtenus mettent en évidence une volatilité élevée et persistante de l'endettement financier des entreprises publiques congolaises. Cette persistance, caractéristique des modèles ARCH/GARCH, traduit le fait que les chocs passés continuent d'influencer durablement la variance actuelle, confirmant ainsi le phénomène de volatility clustering largement documenté dans la littérature financière (Engle, 1982 ; Bollerslev, 1986). Il en ressort que le risque d'endettement n'est pas transitoire, mais s'inscrit dans une dynamique cumulative où les perturbations successives renforcent l'instabilité.

Par ailleurs, les résultats suggèrent que cette

volatilité est davantage déterminée par des facteurs externes que par les caractéristiques intrinsèques de la gestion interne des entreprises. Cette conclusion est cohérente avec les analyses de Schwert (1990) et Poon et Granger (2003), qui montrent que les fluctuations macroéconomiques et les chocs exogènes constituent des sources majeures de volatilité financière. Dans le contexte des entreprises publiques congolaises, ces facteurs incluent notamment les variations des taux d'intérêt et de change, l'inflation, les décisions de politique monétaire, ainsi que les incertitudes politiques et institutionnelles.

La forte volatilité observée peut également être interprétée à la lumière de la théorie du signal (Spence, 1973), dans la mesure où elle peut être perçue par les investisseurs et créanciers comme un indicateur d'instabilité financière ou d'inefficience dans la gestion de la dette. En outre, dans le cadre de la théorie des options appliquée à la structure du capital (Black & Scholes, 1973 ; Merton, 1974), l'endettement peut être assimilé à une option détenue par les actionnaires. Dans ce contexte, une hausse de la volatilité accroît la valeur de l'option mais augmente simultanément

ment le risque de défaut, ce qui se traduit par une exigence accrue de prime de risque de la part des créanciers.

Les résultats mettent également en évidence que les décisions d'endettement sont sensibles au niveau d'incertitude. En situation de forte volatilité, les créanciers exigent une rémunération plus élevée pour compenser le risque, tandis que les actionnaires demandent des rendements accrus, conformément à la théorie du portefeuille (Markowitz, 1952) et aux modèles d'évaluation des actifs financiers. Cette situation engendre un coût du capital plus élevé et peut limiter les capacités d'investissement des entreprises publiques.

Toutefois, l'absence d'effet significatif du risque passé sur le risque actuel, mise en évidence dans certains résultats, semble contredire les prédictions de la théorie du compromis dynamique (trade-off theory), selon laquelle les entreprises ajustent progressivement leur structure de capital en fonction du risque et des coûts associés. Ce résultat suggère que, dans le cas des entreprises publiques congolaises, les décisions d'endettement pourraient être moins guidées par des considérations optimales internes que par des contraintes institutionnelles et politiques.

Enfin, ces résultats confirment le caractère stochastique et élevé de la volatilité de l'endettement, en cohérence avec plusieurs travaux empiriques antérieurs (Akgiray, 1989 ; Schwert, 1990 ; Milhøj, 1987 ; Dam, 1998 ; Mahamat, 2017 ; Anas, 2023). Ils soulignent la nécessité pour les gestionnaires financiers d'intégrer explicitement les facteurs macroéconomiques et institutionnels dans leurs stratégies d'endettement, notamment les fluctuations des taux d'intérêt, des taux de change, de l'inflation et les risques liés à la gouvernance.

Conclusion

Ce papier avait pour objectif d'analyser la dynamique de la volatilité de l'endettement financier des entreprises publiques congolaises à l'aide des modèles ARCH et GARCH. Les résultats empiriques mettent en évidence une volatilité élevée, persistante et asymétrique, traduisant une exposition significative au risque financier. La forte persistance des chocs confirme que les perturbations ne sont pas transitoires, mais s'inscrivent dans une dynamique cumulative, caractéristique des environnements économiques instables.

L'étude révèle également que cette volatilité est davantage déterminée par des facteurs externes — notamment les fluctuations macroéconomiques, les incertitudes institutionnelles et les contraintes liées à l'environnement des affaires — que par les mécanismes internes de gestion. Elle remet en question les approches traditionnelles centrées sur l'optimisation interne de la structure financière et souligne le poids déterminant du contexte macro-institutionnel dans la gestion de la dette publique.

À la lumière de la théorie des options (Merton, 1974), la volatilité de l'endettement peut être interprétée comme un facteur ambivalent : si elle peut accroître la valeur potentielle pour les actionnaires, elle augmente simultanément le risque de défaut, renforçant ainsi les exigences des créanciers en termes de prime de risque. Ce mécanisme contribue à alourdir le coût du capital et à limiter les capacités d'investissement des entreprises publiques.

Par ailleurs, l'absence d'un ajustement significatif du risque d'une période à l'autre suggère que les décisions d'endettement ne s'inscrivent pas dans une logique dynamique d'optimisation, mais sont fortement influencées par des contraintes institutionnelles, politiques et structurelles. Cela traduit une gouvernance financière encore insuffisamment orientée vers la gestion proactive des risques.

Cette étude met en évidence que la maîtrise de la volatilité de l'endettement constitue un enjeu stratégique majeur pour la soutenabilité financière des entreprises publiques. Elle souligne la nécessité d'intégrer explicitement les risques macroéconomiques dans les décisions financières, tout en renforçant les mécanismes de gouvernance, de transparence et de gestion des risques. À cet égard, la stabilisation de l'environnement économique et l'amélioration du cadre institutionnel apparaissent comme des conditions indispensables pour réduire l'exposition aux chocs et favoriser une gestion durable de la dette.

Bibliographie

1. Akgiray, V. (1989). Conditional heteroskedasticity in time series of stock returns: Evidence and forecasts. *Journal of Business*, 62, 55–80.
2. Akgiray, V., & Booth, G. (1987). Compound distribution models of stock returns: An empirical comparison. *Journal of Financial Research*.
3. Alban, T. (1989). L'économétrie des variances conditionnelles : Application des processus ARCH à la modélisation financière (Thèse de doctorat). Université Toulouse 1. <http://www.theses.fr/1989TOU10032>
4. Alzomaia, T. S. F. (2014). Capital structure determinants of publicly listed companies in Saudi Arabia. *The International Journal of Business and Finance Research*, 8(2), 53–67.
5. Anas, E. (2023). Comparaison des modèles GARCH dans l'estimation de la volatilité des cryptomonnaies (Mémoire de maîtrise). Université du Québec.
6. Anas, M. (2025). Préviation de la capitalisation boursière totale de la bourse de Casablanca : Comparaison entre la modélisation ARIMA, GARCH et LSTM. *Alternatives Managériales et Économiques*, 7(1), 158–181.
7. Banque mondiale. (2015). République démocratique du Congo : Revue de la gestion des dépenses publiques et de la responsabilisation financière. Accroître l'efficacité et l'efficience du secteur public pour promouvoir la croissance et le développement (Rapport No. 96172-ZR, Vol. 1).
8. Batamba, B. A. (2003). Redynamisation des entreprises du portefeuille : Vers la rationalisation des relations entre l'État-propritaire et les mandataires. *Lettre de l'IRES*, 10–11.
9. Black, F. (1976). Studies of stock price volatility changes. *Proceedings of the American Statistical Association*.
10. Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637–654. <https://doi.org/10.1086/260062>
11. Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
12. Chou, R. Y. (1988). Volatility persistence and stock valuations: Some empirical evidence using GARCH. *Journal of Applied Econometrics*, 3, 279–294.
13. Christie, A. A. (1982). The stochastic behavior of common stock variances. *Journal of Financial Economics*, 10(4), 407–432.
14. Chuffart, T. (2016). Problèmes de choix de modèles dans la volatilité conditionnelle (Thèse de doctorat). Aix-Marseille Université. <http://www.theses.fr/2016AIXM2022>
15. Dam, X. H. (1998). Dynamique des marchés de matières premières : Chaos, processus ARCH et jeux (Thèse de doctorat). Université Grenoble 2. <http://www.theses.fr/1998GRE20001>

- fr/1998GRE21028
16. Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
17. Engle, R. F., Lilien, D., & Robins, R. (1987). Estimation of time varying risk premiums in the term structure. *Econometrica*, 55, 391–408.
18. Fischer, E. O., Heinkel, R., & Zechner, J. (1989). Dynamic capital structure choice: Theory and test. *The Journal of Finance*, 44(1), 19–40.
19. Gaud, P., Jani, E., Hoesli, M., & Bender, A. (2005). The capital structure of Swiss companies: An empirical analysis using dynamic panel data. *European Financial Management*, 11(1), 51–69.
20. Goldstein, R., Ju, N., & Leland, H. (2001). An EBIT-based model of dynamic capital structure. *The Journal of Business*, 74(4), 483–512.
21. Hull, J. C. (2018). *Options, futures, and other derivatives* (10th ed.). Pearson.
22. Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360.
23. Jiang, X., Huangnan, S. J., & Lee, C. C. (2021). Toward an empirical investigation of the long-term debt and financing deficit nexus: Evidence from Chinese listed firms. *Applied Economics*, 53(33), 3832–3853.
24. Karem, A. (2003). *Contribution à l'économétrie financière* (Thèse de doctorat). Université de Caen. <http://www.theses.fr/2003CAEN0608>
25. Lamoureux, C. G., & Lastrapes, W. D. (1990). Persistence in variance, structural change and the GARCH model. *Journal of Business and Economic Statistics*, 8, 225–234.
26. Leland, H. (1994). Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure. *Journal of Finance*, 49(4), 1213–1252.
27. Lemma, T. T., & Negash, M. (2013). Institutional, macroeconomic and firm-specific determinants of capital structure. *Management Research Review*, 36(11), 1081–1122.
28. Mahamat, H. S. (2017). *Estimation de la volatilité des données financières à haute fréquence : Une approche par le modèle score-GARCH* (Thèse de doctorat). Université de Montpellier.
29. Mangala, G. A. (2012). *Historique des lois du 7 juillet sur la réforme des entreprises publiques : De la conception à la promulgation*. *Congo-Afrique*, 51(461), 7–22.
30. Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
31. Milhoj, A. (1987). A conditional variance model for daily deviations of an exchange rate. *Journal of Business and Economic Statistics*, 5, 99–103.
32. Ministère du Portefeuille. (2023). *Rapport annuel de l'État actionnaire : Exercice 2021*.
33. Ministère du Portefeuille & Ministère du Budget. (2023). *Rapport de la situation consolidée des entreprises publiques : Exercice 2021* (Document 12).
34. Mpoy Kadima, G. (2015). *La Banque mondiale et la réforme des entreprises publiques (RDC) : Une analyse critique des enjeux politiques, économiques et sociaux*. L'Harmattan.

35. Naidu, D. (2024). Ownership structure and capital structure dynamics in South African firms. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 27(1), 1–11.
36. Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370.
37. Nguyen, H. T., & Vu, T. H. (2025). Capital structure and firm performance: Evidence from the retail industry of Vietnam. *Journal of Finance & Accounting Research*, 3(34), 92–96.
38. OHADA. (2017). Acte uniforme relatif au droit comptable et à l'information financière (AUDCIF). OHADA.
39. Poon, S. H., & Granger, C. W. J. (2003). Forecasting volatility in financial markets: A review. *Journal of Economic Literature*, 41(2), 478–539.
40. Rajan, R. G., & Zingales, L. (1995). What do we know about capital structure? Some evidence from international data. *The Journal of Finance*, 50(5), 1421–1460.
41. Royer, J. (2022). Processus ARCH d'ordre infini, bêtas dynamiques et applications financières (Thèse de doctorat). Institut Polytechnique de Paris. <http://www.theses.fr/2022IP-PAG012>
42. Schwert, G. W. (1990). Stock volatility and the crash of '87. *Review of Financial Studies*, 3, 77–102.
43. Spence, M. (1973). Job market signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355–374. <https://doi.org/10.2307/1882010>
44. Thị Nhung, Ô. (2025). The impact of capital structure on the business performance of listed companies on the Vietnamese stock exchange. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 5(3), 791–795.
45. Tuncer, R. (1995). Les modèles ARCH multivariés (Thèse de doctorat). Université Paris IX Dauphine. <https://portail.bu.dauphine.fr/fileviewer/index.php?doc=1995PA090011>
46. Zakoian, J.-M. (1992). Modèles ARCH : Une revue de la littérature. *Journal de la Société Statistique de Paris*, 133(1–2), 40–57.