

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

Impact de la COVID-19 sur la performance financière des petites et moyennes
capitalisations minières aux États-Unis d'Amérique

MÉMOIRE PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA
MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA GESTION

PAR
MARLENE FINTA BAMBI DOUBIA

FEVRIER 2026

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire, de cette thèse ou de cet essai a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire, de sa thèse ou de son essai.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire, cette thèse ou cet essai. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire, de cette thèse et de son essai requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

École de gestion

Impact de la COVID-19 sur la performance financière des petites et moyennes
capitalisations minières aux États-Unis d'Amérique

Marlene Finta Bambi Doubia

Maîtrise en sciences de la gestion (1865), spécialité : Économie Financières Appliquées

Ce mémoire a été supervisé par les personnes suivantes :

Prof Ayi Gavriel Ayayi

Directeur de recherche

Ce mémoire a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Ayi Gavriel Ayayi

Directeur de recherche

Kais Bouslah

Évaluateur

Guy Arcand

Évaluateur externe (provenant d'un
autre département que le directeur de
recherche)

Remerciements

Je souhaite tout d'abord exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de recherche, le Professeur Ayi Gavriel Ayayi, pour sa rigueur scientifique, sa disponibilité et son encadrement bienveillant tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ses conseils pertinents, son sens critique et sa vision académique m'ont guidée avec exigence et inspiration à chaque étape de ce travail.

Je tiens également à remercier l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) pour la qualité de son environnement d'apprentissage et pour les ressources pédagogiques mises à la disposition des étudiants, qui m'ont permis d'enrichir mes connaissances en économie financière appliquée.

Mes sincères remerciements vont aussi à mes professeurs du Département des sciences Économiques et de gestion, pour leur engagement, leurs enseignements et leur accompagnement tout au long de mon parcours universitaire. Leurs cours et discussions ont nourri ma réflexion et élargi ma compréhension des enjeux financiers contemporains.

Je souhaite aussi remercier mes collègues et amis de maîtrise, pour leur soutien, leurs échanges intellectuels et leur présence constante dans les moments de doute et de motivation. Ensemble, nous avons partagé une expérience académique riche et formatrice.

Enfin, je dédie une pensée toute particulière à ma famille, dont l'amour, la patience et le soutien inconditionnel ont rendu cette réussite possible. À mes parents, pour leurs sacrifices et leur confiance ; à mes proches, pour leur encouragement et leur bienveillance ; et à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet, je dis merci.

Table des matières

Listes des tableaux.....	5
Liste des abréviations et sigles.....	6
Résumé	7
1- Introduction et Problématique.....	8
2- La Revue de Littérature.....	11
3- Données et échantillonnage.....	16
4- Variables.....	21
4.1- Variables Dépendantes	22
4.2- Variables Indépendantes	23
4.3- Variables de Contrôles	23
5- Analyse descriptive.....	25
5.1- Statistiques descriptives et coefficient de corrélation	25
5.2- Test des moyennes	29
6- Modèle d'estimation	31
6.1- Modèle à effet fixe où Modèle à effet aléatoire	31
6.1.1- Test de spécification	32
6.2 - Modèle GMM dynamique (Arellano-Bond / Arellano-Bover /Blundell Bond) 36	
6.3- Le modèle PCSE (Panel-Corrected Standard Errors, Beck & Katz,1995).....	38
7- Résultats et Analyse	40
7.1- Présentation des résultats.....	41
8- Conclusion	44
9- Annexe.....	46
10- Bibliographie	50

Listes des tableaux

<i>Tableau 1 : décomposition de l'échantillon par sous-secteur suivant le TRBC.....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 2 : définitions des variables.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 3 : statistiques descriptives.....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 4 : Table de corrélation de Pearson.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 5 : test des moyennes.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 6 : Choix du type de modèle et tests de spécifications.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 7 : Régression du modèle.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 8 : test de Hausman(annexe).....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 9 : statistique descriptif(annexe).....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 10 : test de normalité(annexe).....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 11 : coefficient de corrélation entres les variables (annexe).....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 12 : Modèle 0(annexe).....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 13 : Modèle 1(annexe).....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 14 : Modèle 2(annexe).....</i>	<i>49</i>

Liste des abréviations et sigles

Dans le cadre de ce mémoire, plusieurs abréviations et sigles sont utilisés afin de faciliter la lecture et la compréhension des analyses. Vous trouverez ci-dessous la liste des principaux termes employés :

- COVID-19 : « Coronavirus Disease 2019 », désigne la maladie à coronavirus apparue en 2019, qui a eu un impact mondial majeur sur l'économie et les entreprises.
- PME : « Petites et moyennes entreprises », catégorie d'entreprises au cœur de l'étude, qui représentent une part significative du secteur minier américain.
- ROE : « Return on Equity », soit le rendement des capitaux propres, indicateur clé de la performance financière des entreprises.
- ROA : « Return on Asset », rendement des actifs, utilisé comme mesure complémentaire de la rentabilité.
- OMS : « Organisation Mondiale de la Santé », organisme international ayant joué un rôle central dans la gestion de la pandémie.
- NASDAQ : « National Association of Securities Dealers Automated Quotations », bourse américaine de valeurs technologiques.
- NYSE : « New York Stock Exchange », principale bourse américaine.
- PCSE : « Panels Corrected Standard Errors », méthode statistique utilisée pour l'analyse des données de panel.
- GMM : « Generalized Method of Moments », méthode économétrique permettant d'estimer des modèles complexes à partir de données de panel.
- FA : « Autonomie financière », variable mesurant le degré d'indépendance financière des entreprises.
- LEV : « Levier financier », indicateur du niveau d'endettement des entreprises étudiées.
- LIQ : « Liquidité », mesure de la capacité d'une entreprise à honorer ses obligations financières à court terme.
- TRBC : « Thomson Reuters Business Classification », système de classification sectorielle utilisé pour regrouper les entreprises selon leur secteur d'activité.
- G : « Growth », qui représente la croissance des actifs totaux.

Résumé

Ce mémoire étudie l'impact de la pandémie de la COVID-19 sur la performance financière des petites et moyennes entreprises minières américaines entre 2018 et 2024. À partir de données issues de Refinitiv Workspace, l'analyse mobilise des modèles de panel (effets fixes, PCSE et GMM) afin d'évaluer l'effet de la pandémie et des variables financières telles que le levier, la liquidité, l'autonomie financière et la taille sur le rendement des capitaux propres (ROE).

Les résultats indiquent que la COVID-19 a eu un effet négatif significatif sur la performance, amplifié chez les entreprises à fort levier financier, alors que celles disposant d'une meilleure autonomie financière ont mieux résisté. Les interactions covid-levier financier (COVID×LEV) et covid-autonomie financière (COVID×FA) confirment que l'endettement accroît la vulnérabilité tandis que la solidité financière favorise la résilience. Cette recherche met en évidence le rôle déterminant de la structure du capital pour la stabilité des PME minières en période de crise.

Mots-clés :

COVID-19, performance financière, PME minières, levier financier, autonomie financière, panel.

Abstract

This thesis examines the impact of the COVID-19 pandemic on the financial performance of U.S. small and medium-sized mining firms from 2018 to 2024. Using Refinitiv Workspace data and panel models (FE, PCSE, and GMM), the study assesses how leverage, liquidity, financial autonomy, and size influence return on equity (ROE).

Results show that COVID-19 had a significant negative effect on firm performance, stronger for highly leveraged firms, while financially autonomous firms demonstrated greater resilience. The interaction terms COVID×LEV and COVID×FA confirm that debt increases vulnerability, whereas solid financial structures mitigate the shock.

This study highlights the importance of financial structure for the resilience of mining SMEs during crises.

Keywords:

COVID-19, financial performance, mining SMEs, leverage, financial autonomy, panel data.

1- Introduction et Problématique

Les États-Unis possèdent des ressources naturelles significatives sur leur territoire, ce qui est un avantage essentiel pour leur économie et leur industrie. Le pays est ainsi classé parmi les dix premières puissances productrices d'un certain nombre de minéraux, notamment, le fer, l'or, l'aluminium, le lithium, le nickel, le platine, l'argent et le titane¹. Avant la pandémie de la Covid-19, le secteur minier américain, qui est un pilier essentiel de l'économie nationale, affichait une certaine stabilité et une croissance dans son domaine². Il contribue non seulement à l'approvisionnement en ressources naturelles, mais aussi à l'emploi et au développement économique local. En 2021, environ 90 % des entreprises minières aux États-Unis étaient des petites et moyennes capitalisations, employant près de 200 000 personnes (National Mining Association, 2021). Et la demande pour les minéraux et les métaux (cuivre et lithium) indispensables aux nouvelles technologies, était en hausse. Tous les secteurs d'activités se verront dégringoler suite à l'avenue de la pandémie de la Covid-19.

La pandémie de la Covid-19 a débuté en Chine, en décembre 2019 sous forme d'une pneumonie d'origine inconnue Zhu et al. (2020). Très rapidement, le virus s'est répandu à l'échelle mondiale, ce qui conduit l'OMS à déclarer une pandémie le 11 mars 2020 (Xiao, D. et J. Su 2022). À la suite de cela, de nombreux gouvernements des quatre coins du monde ont dû instaurer des mesures afin de limiter la propagation du virus afin de protéger les populations. Il s'agit notamment du confinement, le port obligatoire du masque, l'interdiction de voyager et la distanciation. Ces mesures instaurées ont impacté négativement le secteur minier américain. Premièrement, la pandémie a perturbé les chaînes d'approvisionnement mondiales, affectant la production minière (Jowitt, 2020). En raison des restrictions de transport et de la fermeture des frontières, les livraisons de matériaux essentiels, comme les équipements et les fournitures nécessaires à l'exploitation minière, ont été retardées. Cette situation a contribué à une réduction des opérations dans les mines et à des interruptions de la production. Deuxièmement, les mesures de confinement et de distanciation sociale ont limité la disponibilité de la main-d'œuvre. Les fermetures temporaires de mines et les réductions d'activités ont été inévitables en raison des restrictions sanitaires et des quarantaines imposées aux travailleurs (Sattarvand, 2021). Cette réduction de la main-d'œuvre a ralenti la production, augmentant ainsi les coûts opérationnels et réduisant les rendements des entreprises minières. Enfin, la pandémie a affecté les marchés financiers et les investissements dans le secteur minier. La baisse de la demande mondiale en énergie et en métaux a provoqué une volatilité importante des prix, rendant incertain l'avenir du secteur. Cette situation a conduit à une réévaluation des investissements dans de nouveaux projets miniers et à la réduction de la production

¹<https://www.teamfrance-export.fr/fiche-marche/infrastructures/mines/US>

² <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/publications/mine.html?>

dans certains cas (Chernozhukov et al., 2020).

Les mesures de confinement prescrites par l’OMS ont été implémentées à grande échelle dans de nombreux pays, ce qui a entraîné des répercussions néfastes sur les activités économiques et par ricochet la performance financière des entreprises (Xiao, D. et J. Su 2022). Le confinement a mis en péril la croissance économique dans l’espoir d’aplanir la courbe de la pandémie, en l’occurrence, réussir à cerner le virus le plus vite possible dans l’espoir de limiter les pertes en vies humaines et de relancer l’activité économique (Allen 2022 ; Tairas 2020).

Des études montrent que la pandémie a entraîné une chute des prix des matières premières, notamment du charbon et des métaux, aggravant les difficultés financières des petites et moyennes capitalisations minières qui dépendent fortement des fluctuations du marché (World Bank, 2020). De plus, la mise en œuvre de mesures de distanciation sociale a perturbé les opérations sur le terrain, entraînant des retards dans les projets d’exploration et d’extraction, ce qui a affecté la capacité des entreprises à générer des revenus (Gonzalez et/al., 2021). C’est à cet égard que d’après l’American Exploration & Mining Association (AEMA), près de 50 % des petites et moyennes capitalisations minières ont signalé des pertes de revenus de plus de 30 % durant les premiers mois de la pandémie (AEMA, 2020). La pandémie a été un coup fatal pour les moyennes et petites entreprises (Pujawan et al.2022 ; Chowdhury et al. 2021). En outre, l’accès au financement est devenu plus restreint, alors que les petites et moyennes capitalisations minières cherchaient à naviguer dans une crise marquée par une incertitude croissante. Les banques et les investisseurs ont resserré leurs critères de prêt, rendant difficile pour ces entreprises d’obtenir les fonds nécessaires pour maintenir leurs opérations et financer leur relance (McKinsey & Company, 2020). Face à ces défis, plusieurs petites et moyennes capitalisations minières ont dû réévaluer leurs stratégies opérationnelles, adopter des technologies numériques et explorer de nouvelles avenues pour garantir leur viabilité financière.

L’objectif de ce mémoire est d’examiner comment la pandémie de la COVID-19 a affecté la performance financière des petites et moyennes entreprises du secteur minier américain et d’identifier les stratégies et les mesures spécifiques que les entreprises minières ont prises pour faire face à la pandémie et maintenir leur activité.

Cet objectif est motivé par les raisons suivantes. Premièrement, de déterminer comment les petites et moyennes capitalisations minières américaines ont réagi face à cette crise sanitaire d’envergure mondiale. Deuxièmement de permettre de mieux comprendre comment les entreprises gèrent les situations de crise et s’adaptent à des perturbations imprévues.

En outre, la gestion de la pandémie par les entreprises minières peut inspirer des réflexions sur la résilience des entreprises et les meilleures pratiques de gestion des risques. L’étude de ces

stratégies peut fournir des enseignements clés sur la manière dont les entreprises peuvent renforcer leur capacité à faire face à des crises futures et à minimiser les impacts des perturbations inattendues.

Afin de répondre à notre problématique de recherche, nous avons analysé un échantillon de 84 entreprises minières de petites et moyennes capitalisations, cotées sur le marché boursier américain. Les données utilisées, issues des états financiers publiés par ces entreprises, ont été extraites de la base de données Refinitiv Workspace, pour la période allant de 2018 à 2024. Ce jeu de données longitudinal, de type panel, permet d'observer l'évolution des performances financières de ces firmes sur une période couvrant à la fois la phase pré-pandémique, la période de crise liée à la Covid-19, ainsi que les premières années post-pandémiques. L'analyse menée montre que la pandémie de Covid-19 n'a pas eu d'effet significatif sur leur rentabilité, confirmant la résilience du secteur face aux chocs exogènes. Le levier financier n'a pas influencé significativement la performance, tandis que la liquidité excessive a eu un effet négatif, suggérant une gestion inefficace des ressources disponibles. En revanche, les actifs fixes et la taille de l'entreprise ont positivement contribué à la rentabilité, soulignant l'importance des structures solides dans une industrie capitaliste. La croissance des actifs, quant à elle, a eu un effet négatif à court terme, probablement en raison de pressions internes liées à une expansion rapide. Ces résultats mettent en lumière le poids des caractéristiques internes sur la performance financière, au-delà des facteurs conjoncturels.

Sur le plan empirique, cette recherche mobilise une approche économétrique en données de panel afin d'évaluer l'impact de la pandémie de COVID-19 sur la performance financière des PME minières américaines. La variable dépendante retenue est le rendement des capitaux propres (ROE), indicateur synthétique de la rentabilité des entreprises. Les variables explicatives principales comprennent la variable COVID, qui capte l'effet de la crise sanitaire, ainsi que des variables financières internes telles que le levier financier (LEV), la liquidité (LIQ) et l'autonomie financière (FA). Des variables de contrôle, notamment la taille de l'entreprise (SIZE) et la croissance des actifs (G), sont également intégrées afin d'isoler l'effet propre des déterminants étudiés. Cette structuration permet d'assurer une cohérence explicite entre les hypothèses formulées, les variables empiriques mobilisées et l'analyse économétrique présentée dans les chapitres suivants.

Le reste du travail sera structuré de la manière suivante ; la première section mettra un point d'honneur au recensement de la revue de littérature pour examiner les travaux antérieurs sur la thématique ; la section 2 portera sur les données et échantillonnages de la population sujets de recherche ; la section 3 se focalisera sur la définition des variables, la section 4 quant à elle comportera la définition de notre modèle économétrique, en plus des résultats et leurs analyses, et finalement la section 5 conclura le travail.

2- La Revue de Littérature

Dans le cadre de ce mémoire, l'analyse porte spécifiquement sur les petites et moyennes entreprises (PME) du secteur minier, dont les caractéristiques structurelles diffèrent sensiblement de celles des PME d'autres secteurs d'activité. En effet, les PME minières se distinguent notamment par une forte intensité capitalistique, une dépendance marquée aux cycles des matières premières, des besoins importants en financement externe et des risques opérationnels plus élevés (International Energy Agency, 2021 ; Beck & Demirgüç-Kunt, 2006). Ces particularités peuvent influencer la manière dont ces entreprises réagissent aux chocs économiques, notamment en période de crise sanitaire (Goodell, 2020). Ainsi, lorsque la littérature mobilisée concerne les PME de manière générale, elle est utilisée comme cadre théorique de référence, puis discutée au regard des spécificités propres au secteur minier afin d'en assurer la pertinence analytique.

La pandémie de COVID-19 a bouleversé de nombreux secteurs d'activités à travers le monde, et surtout les petites et moyennes entreprises. Godwin et al. (2021) note que l'accès limité aux prêts et aux aides financières a amplifié les difficultés de ces entreprises. De même, Laing et al. (2020) montrent que les petites et moyennes capitalisations minières ont été gravement affectées par ces changements soudains, ce qui a mis en lumière la nécessité de renforcer les chaînes d'approvisionnement des matières premières dans le secteur minier. Selon Goodell (2020), la pandémie a introduit un degré élevé d'incertitude économique et financière, exposant les entreprises à des perturbations multiples : interruptions d'activités, restrictions logistiques, volatilité des prix des matières premières, et tensions sur les marchés financiers. Bien que certaines entreprises minières aient maintenu leur production, en particulier celles liées aux minéraux stratégiques, plusieurs études suggèrent que les PME minières, en raison de leur taille réduite et de leur moindre diversification, ont été plus vulnérables aux effets de la crise (Ramelli & Wagner, 2020). Dans le contexte américain, les PME minières ont été confrontées à un double défi : des coûts fixes élevés liés à l'intensité capitalistique du secteur et une réduction de leurs marges de manœuvre financières, notamment en matière d'accès au crédit (Humphreys, 2020). La fermeture temporaire de certains sites d'exploitation, les limitations de main-d'œuvre dues aux mesures sanitaires, ainsi que les retards dans les chaînes d'approvisionnement ont accentué les difficultés opérationnelles de ces entreprises (International Labour Organization, 2021). En termes de performance financière, plusieurs travaux empiriques ont mis en évidence une détérioration des indicateurs tels que le rendement des capitaux propres (ROE), la rentabilité nette ou encore les flux de trésorerie, particulièrement dans les entreprises à faible capitalisation (Fernandes, 2020 ; Shen et al., 2020). D'après Ding, Levine et Lin (2021), cette baisse

de performance est attribuable à la combinaison d'une demande industrielle ralentie et d'une pression accrue sur les coûts d'exploitation, dans un contexte d'incertitude accrue sur les marchés mondiaux.

La levée progressive des restrictions sanitaires à partir de 2021 a marqué le début d'une reprise économique pour de nombreux secteurs, dont l'industrie minière. Selon la Banque mondiale (2023), le redémarrage des économies post-COVID s'est accompagné d'une augmentation soutenue des investissements dans les infrastructures et la transition énergétique, stimulant la demande pour des métaux comme le cuivre, le lithium et le nickel. Cette évolution a profité à l'industrie minière, notamment aux entreprises bien positionnées dans les chaînes d'approvisionnement des technologies vertes. Dans ce contexte, certaines PME minières ont pu tirer parti de cette conjoncture favorable pour rétablir progressivement leur rentabilité. Jowitt (2022) souligne que l'adaptabilité a été un facteur clé dans la trajectoire de reprise. Les entreprises ayant su ajuster rapidement leurs processus opérationnels, intégrer des innovations numériques, ou diversifier leurs marchés ont montré des signes de résilience et de croissance accélérée des 2022. Ces PME ont bénéficié d'un retour progressif à la normalité logistique et d'un allègement des contraintes sanitaires, ce qui a permis une meilleure mobilisation des ressources humaines et matérielles. Toutefois, la reprise n'a pas été homogène. Fernandes et al. (2021) notent que plusieurs PME minières, particulièrement celles disposant de faibles réserves de trésorerie ou opérant dans des régions encore fragilisées, n'ont enregistré qu'une reprise partielle, souvent marquée par une rentabilité inférieure aux niveaux pré-pandémiques. La rapidité de la reprise a ainsi dépendu de plusieurs facteurs : la nature du minerai exploité, la structure de capital, le niveau d'endettement, et les capacités d'innovation managériale. Enfin, selon Ramelli et Wagner (2020), les marchés financiers ont rapidement intégré les perspectives différenciées de reprise sectorielle. Les investisseurs ont privilégié les entreprises minières exposées à la demande verte ou liées à la transition énergétique, entraînant une revalorisation boursière pour certaines PME à partir de 2022. Cette tendance s'est accompagnée d'un regain de confiance chez les parties prenantes, renforçant la capacité de financement externe des entreprises en reprise.

Selon Coad et Srhoj (2019), les PME en phase d'expansion sont structurellement plus vulnérables aux chocs exogènes, car elles doivent concilier des investissements croissants avec des capacités de financement encore limitées. La crise sanitaire a accru cette vulnérabilité en interrompant les chaînes d'approvisionnement, en perturbant l'accès aux marchés et en restreignant les sources de financement externe. Dans le secteur minier, cela s'est traduit par la suspension de projets de développement, des retards dans l'exploration, et une baisse généralisée des investissements productifs (Zhang et al., 2021). De plus, les PME minières opèrent dans une industrie à forte intensité capitalistique, où le retour sur investissement est long et incertain. Tilton (2020) rappelle que les cycles miniers exigent des engagements financiers initiaux importants, souvent difficilement soutenables en

période de crise. La pandémie a ainsi freiné la capacité des entreprises à engager de nouveaux projets ou à maintenir leur rythme de croissance antérieur. Pour certaines d'entre elles, les priorités ont basculé vers la préservation de la liquidité et la réduction des coûts, au détriment des ambitions d'expansion. Les effets de la crise ont également généré des économies d'échelle temporaires. Dans leur étude sur les entreprises à croissance rapide, Ratti, Sebastiani et Vacca (2023) montrent que lorsqu'une PME doit faire face simultanément à une hausse des charges fixes, à des tensions de trésorerie et à des perturbations logistiques, sa trajectoire de croissance peut s'inverser ou stagner. Ce phénomène est d'autant plus marqué dans les industries cycliques, où les revenus sont fortement liés à la conjoncture mondiale. Enfin, la littérature souligne que la croissance des PME ne se mesure pas uniquement par l'expansion du chiffre d'affaires, mais aussi par l'évolution de leurs capacités productives, de leur part de marché et de leur niveau d'innovation. Or, durant la pandémie, les efforts d'innovation ont souvent été reportés ou réduits, limitant la compétitivité future des PME minières (Sun et al., 2022). Ainsi, en l'absence de conditions favorables et de soutien structurel, la pandémie de Covid-19 a agi comme un frein majeur à la croissance organique et stratégique des PME minières aux États-Unis.

La pandémie de Covid-19 a provoqué un stress de liquidité important pour de nombreuses entreprises à travers le monde, en particulier pour les petites et moyennes entreprises (PME), qui disposent généralement de marges de manœuvre financières plus limitées (Harford, Klasa & Maxwell, 2018). Le secteur minier, déjà exposé à une forte intensité capitalistique, des cycles d'investissement longs et des flux de trésorerie irréguliers, a été particulièrement vulnérable à ces tensions. Sun, Lee et Lee (2022) expliquent que la pandémie a entraîné une chute brutale de l'activité dans plusieurs segments de l'industrie extractive, réduisant ainsi les entrées de liquidités issues de la vente de minerais. Parallèlement, les charges fixes liées aux opérations minières salaires, maintenance des équipements, sécurité des sites sont demeurées élevées, générant un déséquilibre immédiat entre les flux entrants et sortants. Pour les PME minières, souvent sous-capitalisées, cette pression a rendu la gestion de trésorerie particulièrement délicate. La littérature souligne également que les retards logistiques, les restrictions de production et les coûts supplémentaires liés à l'adaptation aux mesures sanitaires ont aggravé la contrainte de liquidité (OECD, 2020). De nombreuses entreprises ont été contraintes de puiser dans leurs réserves de trésorerie ou de contracter des dettes de court terme pour assurer leur fonctionnement quotidien, ce qui a affaibli davantage leur position de liquidité (Nirino, Luzzini & Brusoni, 2020). Il convient également de souligner que la liquidité n'est pas uniquement une variable comptable ; elle joue un rôle stratégique majeur dans la flexibilité opérationnelle et la survie des entreprises. Lorsque les liquidités viennent à manquer, les entreprises peuvent être contraintes de suspendre des investissements productifs, de retarder des paiements à leurs fournisseurs,

voire de réduire leur activité autant de décisions qui peuvent avoir un effet domino sur leur performance future (Ding et al., 2021).

Littéralement du jour au lendemain, la crise sanitaire a mis en péril les revenus d'exploitation de nombreuses entreprises minières, sans pour autant alléger les engagements financiers existants. Selon Ding et al. (2021), face à la chute des flux de trésorerie et à l'augmentation des besoins en liquidité, de nombreuses entreprises ont accru leur recours à l'endettement de court terme afin de maintenir leur activité opérationnelle. Cette stratégie, bien que temporairement nécessaire, a souvent abouti à une détérioration de la structure d'endettement, avec une hausse du ratio dette totale/capitaux propres et une réduction de la solvabilité. Les PME minières sont particulièrement exposées, car elles disposent de moins de garanties à offrir et sont perçues comme plus risquées par les institutions financières. En période de crise, ces entreprises n'ont souvent accès qu'à des financements coûteux ou à des aides publiques limitées, renforçant leur dépendance à des instruments d'endettement moins durables (Malmendier & Tate, 2005). Le coût du capital s'est ainsi accru pour de nombreuses entreprises, les poussant à retarder leurs projets d'investissement ou à restructurer leurs dettes dans des conditions désavantageuses (OECD, 2020). Selon Beck et Keil (2022), la crise a modifié le comportement des créanciers, entraînant une réduction de l'offre de crédit, surtout pour les entreprises considérées comme plus risquées. Dans ce contexte, les PME minières ont été contraintes de contracter des emprunts à des taux plus élevés ou de se tourner vers des formes de financement non conventionnelles, souvent moins avantageuses. Cette situation a contribué à une hausse du ratio d'endettement et à une baisse de la qualité de la dette. D'autres travaux soulignent que les programmes d'aide publique, bien qu'utiles pour assurer la survie à court terme, engendraient continuellement une augmentation de la dette globale des entreprises sans nécessairement améliorer leur solvabilité à moyen terme (Gourinchas et al., 2021). De nombreux dispositifs d'urgence ont en effet reposé sur des prêts garantis, qui ont accentué la charge financière future des PME sans résoudre les déséquilibres structurels préexistants. De plus, dans le secteur minier, la rentabilité dépend fortement des prix des matières premières, eux-mêmes très volatils durant la pandémie. Cette incertitude a réduit la prévisibilité des revenus, complexifiant davantage la gestion de l'endettement, notamment pour les entreprises en expansion ou ayant des projets d'exploration en cours (Humphreys, 2020). Ces facteurs ont contribué à accroître le levier financier des entreprises, parfois au-delà des niveaux soutenables.

L'ensemble des travaux analysés dans cette revue de littérature met en lumière l'ampleur des bouleversements provoqués par la pandémie de Covid-19 sur les petites et moyennes entreprises minières, notamment aux États-Unis. Si certaines études soulignent la résilience de ce secteur stratégique grâce à la demande soutenue pour les minéraux critiques, la majorité des contributions

s'accordent à reconnaître une déstabilisation marquée de plusieurs dimensions de la performance financière de ces entreprises.

En particulier, la littérature confirme que la crise sanitaire a affecté différemment les PME selon leur taille, leur structure financière, leur capacité d'adaptation et leur positionnement dans la chaîne de valeur. Parmi les conséquences les plus récurrentes identifiées figurent la détérioration des indicateurs de rentabilité, la fragilité accrue de la liquidité, le ralentissement des perspectives de croissance, ainsi qu'un recours accru à un endettement déséquilibré. Ces constats empiriques et théoriques fondent la base conceptuelle de cette étude. Ils permettent d'orienter la réflexion vers une évaluation systématique de l'impact de la pandémie sur la performance financière et les déterminants structurels des PME minières américaines. Dès lors, quatre hypothèses principales découlent de cette revue et guideront l'approche empirique présentée ci-dessous.

Hypothèses :

À partir de la revue de la littérature, les hypothèses suivantes ont été formulées :

H1 : *La crise sanitaire liée à la Covid-19 a entraîné une détérioration mesurable de la santé financière des petites et moyennes entreprises minières aux États-Unis.*

H2 : *À conditions inchangées, la pandémie de Covid-19 a ralenti de manière significative la croissance des petites et moyennes entreprises minières aux États-Unis*

H3 : *À conditions inchangées, la pandémie de Covid-19 a réduit la capacité des petites et moyennes entreprises minières américaines à assurer leur liquidité*

H4 : *À conditions inchangées, la pandémie de Covid-19 a notablement dégradé la structure d'endettement des entreprises minières de petite et moyenne capitalisation aux États-Unis*

3- Données et échantillonnage

Cette étude adopte une approche quantitative, centrée sur l'analyse de données comptables et financières afin de mesurer l'impact de la crise sanitaire liée à la COVID-19 sur la performance des PME minières cotées aux États-Unis. Les données ont été recueillies à partir des états financiers des entreprises provenant de Refinitive Workspace³. Refinitive Workspace (Eikon) est une plateforme utilisée par les professionnels de la finance pour accéder à une grande variété de données financières et économiques. Elle permet de consulter les états financiers des entreprises, les cours des actifs sur les marchés mondiaux (actions, obligations, matières premières, devises), ainsi que les prévisions des analystes via I/B/E/S. Elle donne également accès à l'actualité économique en temps réel grâce à Reuters, à des séries chronologiques via Datastream, à des informations sur les fonds d'investissement (Lipper), et à des données ESG (environnementales, sociales et de gouvernance). C'est un outil précieux pour ceux qui souhaitent analyser les marchés, suivre la performance des entreprises ou mener des recherches financières approfondies⁴.

Pour atteindre les objectifs de cette étude, nous avons analysé un échantillon couvrant la période de 2018 à 2024. Cette période a été divisée en trois phases : la période pré-covid-19 (2018 à 2019), la période covid-19 (2020 à 2021) et la période post covid-19 allant de 2022 à 2024. La période 2022-2024, considérée comme post-covid, sera intégrée dans l'analyse afin d'observer les dynamiques de reprise ou de persistance des effets de la crise sanitaire. Cette phase permettra d'identifier si les PME minières ont pu restaurer leur performance financière ou si certaines difficultés structurelles se sont prolongées au-delà de la pandémie. L'intégration de cette période vise à enrichir l'interprétation des résultats en apportant une lecture comparative sur le court et moyen terme.

Nous avons choisi la période d'analyse de 2018 à 2024 pour des raisons principales. Premièrement, en mai 2019 Cloud Peak Energy, l'un des principaux producteurs de charbon aux États-Unis, s'est déclaré en faillite en raison de la baisse de la demande en charbon et de difficultés financières croissantes⁵. Deuxièmement, en juin 2021, les États-Unis sont devenus le 79^e membre du Forum intergouvernemental sur les mines, les minéraux, les métaux et le développement durable (IGF), témoignant de leur engagement envers les meilleures pratiques internationales dans le secteur minier⁶. En mars 2023, les États-Unis et le Japon ont signé un accord visant à renforcer les chaînes d'approvisionnement en minerais critiques, soulignant l'importance stratégique de ces ressources pour

³ Refinitive Workspace

⁴[https://iu.libguides.com/eikon#:~:text=Refinitiv%20Eikon%20is%20a%20database,Social%2C%20and%20Governance\)%20data](https://iu.libguides.com/eikon#:~:text=Refinitiv%20Eikon%20is%20a%20database,Social%2C%20and%20Governance)%20data).

⁵ <https://www.businesswire.com/newsroom>

⁶ <https://www.igfmining.org/fr/announcement/united-states-joins-igf-mining/>

les deux nations⁷. Aussi pendant la même année, la taille du marché minier aux États-Unis a été évaluée à 86,51 milliards de dollars, avec une prévision d'atteindre 102,01 milliards de dollars d'ici 2033, reflétant une reprise progressive du secteur⁸. Finalement, en 2024, le secteur minier américain a été marqué par un événement notable : l'incendie majeur du complexe Silver Creek au Nevada. Cet incident, survenu au printemps, a profondément bouleversé la chaîne d'approvisionnement des métaux précieux et entraîné des répercussions économiques, sociales et réglementaires à l'échelle nationale. On estime que la perte de production d'argent et d'or a atteint 12 % à l'échelle nationale au deuxième trimestre 2024, entraînant une hausse des prix sur les marchés mondiaux, le complexe Silver Creek représentant à lui seul près de 8 % de la production américaine d'or. Bien que les pertes soient considérables, l'événement a stimulé la réflexion sur la résilience du secteur et la nécessité d'adapter les pratiques face aux défis climatiques croissants, faisant de cette crise un catalyseur pour la modernisation accélérée de l'industrie minière américaine (American Mining Safety Agency, 2024)⁹. L'intégration de ces événements dans l'analyse permettra de mieux contextualiser les fluctuations de performance financière des PME minières américaines au cours de la période étudiée.

Dans le cadre de cette étude, l'échantillon a été constitué à l'aide d'une méthode d'échantillonnage raisonné (*purposive sampling*), afin de cibler spécifiquement les entreprises minières américaines répondant aux critères strictement alignés avec les objectifs de recherche. Cette approche non probabiliste permet de sélectionner des cas pertinents sur la base de caractéristiques définies a priori (Etikan, Musa & Alkassim, 2016). Plus précisément, seules les entreprises classées comme petites ou moyennes capitalisations, selon les seuils couramment admis (entre 300 millions et 10 milliards USD de capitalisation boursière), ont été retenues (MSCI, 2022). De plus, les firmes incluses devaient avoir été cotées de façon continue sur le NASDAQ ou le NYSE entre 2018 et 2024, afin d'assurer la cohérence temporelle du panel. La disponibilité complète des données financières sur l'ensemble de la période étudiée constituait également un critère essentiel, garantissant l'exploitation de variables comparables pour toutes les entreprises analysées (rentabilité, levier, liquidité, croissance, etc.). Enfin, pour des raisons de standardisation monétaire, seules les entreprises publiant leurs états financiers en dollars américains (USD) ont été conservées, évitant ainsi les distorsions liées aux conversions de devises. Le recours à cette méthode d'échantillonnage permet donc de renforcer la validité interne de l'étude, en assurant une homogénéité des observations sélectionnées dans un contexte empirique exigeant.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons eu un échantillon initial de 120 PME minières américaines cotées entre 2018 et 2024. Après avoir appliqué les critères d'inclusion définis,

⁷ https://www.policycenter.ma/sites/default/files/2024-02/PP_01-24-11%28Sabrine%20%26%20Oussama%29.pdf

⁸ <https://www.sphericalinsights.com/fr/reports/united-states-mining-market>

⁹ <https://www.msha.gov/data-reports/fatality-reports/2024/september-28-2024-fatality/final-report>

l'accessibilité des variables dépendante durant toute la période d'étude et l'existence des firmes durant la période couverte (2018-2024) l'échantillon final comprend 84 sociétés, sur la base de données longitudinales issues d'un panel non équilibré. L'analyse porte sur plusieurs dimensions financières : liquidité, endettement, activité, croissance ainsi que performance, avec une classification des entreprises selon la nomenclature TRBC (Thomson Reuters Business Classification), comme présenté dans le tableau 1.

Après avoir appliqué les critères d'inclusion soit une capitalisation boursière allant de 300 millions à 10 milliards USD, un secteur principal minier, la disponibilité complète des rapports financiers sur toute la période, et une cotation continue au NASDAQ et au NYSE et nous avons vérifié l'accessibilité des variables dépendantes pour toutes les sociétés. Pour finir, notre échantillon compte 84 entreprises, basé sur des données longitudinales d'un panel non équilibré, ce qui signifie que toutes n'ont pas nécessairement l'ensemble des informations chaque année. Cette variation dans la disponibilité des données est prise en considération dans notre analyse, qui porte sur plusieurs variables financières : liquidité, endettement, activité, croissance et performance. Nous avons aussi catégorisé les entreprises selon la nomenclature TRBC (Thomson Reuters Business Classification), comme on peut le voir au tableau 1.

Tableau 1 : décomposition de l'échantillon par sous-secteur suivant le TRBC

Industry	Nombres	Pourcentage
Gold	12	14.29%
Diversified Mining	16	19.05%
Iron & Steel	24	28.57%
Speciality Mining & Metals	14	16.67%
Alluminium	5	5.95%
Mining Support Services and Equipment	5	5.95%
Non-Gold precious Metals & Minerals	8	9.52%
Total	84	100,00%

Source : Auteur

L'exploitation minière aux États-Unis est une activité de longue date depuis l'époque coloniale et a été une source importante de revenus pour la nation. L'industrie minière américaine a été capable de surmonter des difficultés telles que des crises économiques ou une pandémie grâce à la capacité du

secteur à répondre aux conditions du marché. Une chose est certaine : l'extraction et la production de produits miniers forment l'épine dorsale de tous les fabricants.

En 2019, le pays comptait près de 13 000 mines actives, et la production était évaluée à 61 milliards de dollars. Les matériaux couramment extraits comprennent : pierre de construction/gravier, minéraux industriels, pierre ponce, pierres précieuses, calcaire et autres roches concassées, matériaux recyclés, métal¹⁰. Propriétés de l'exploitation forestière du bois, voir aussi foresterie, séquestration de carbone, exploitation minière et les plantes. Le lithium est indispensable à la vie moderne. Bien que le lithium représente 50 % de l'exploitation traditionnelle, peu est perdu si le composant de Ranchi est utilisé sous forme de lithium dans la séquestration du carbone. En cette même année (2019) les États-Unis étaient le plus grand importateur mondial d'acier. Cette année-là, le pays a importé 26,3 millions de tonnes métriques d'acier, soit une baisse de 15 % par rapport aux 30,8 millions de tonnes importées en 2018. Le pétrole brut représente la majorité des importations américaines (76%), tandis que les produits pétroliers raffinés représentaient la majorité des exportations américaines (60%)¹¹. En 2023, les États-Unis ont exporté plus de pétrole brut et de produits pétroliers qu'ils n'en ont importé. Les exportations de pétrole et de produits pétroliers ont atteint environ 10,15 millions de barils par jour (b/j), tandis que les importations se sont élevées à 8,53 millions de b/j, soit un excédent net d'environ 1,7 million de b/j¹².

L'industrie minière est un secteur important de l'économie des États-Unis. En 2024, le PIB total des États-Unis était d'environ 29 168 milliards de dollars, ce qui signifie que le secteur minier a généré 1,16 % de l'économie nationale¹³. Bien que le secteur minier ait représenté environ 1,16 % du PIB des États-Unis en 2024 (BEA, 2024)¹⁴, il joue néanmoins un rôle stratégique dans l'économie nationale. Sa contribution dépasse sa seule part dans la valeur ajoutée, en raison de son importance dans les chaînes d'approvisionnement industrielles critiques (cuivre, lithium, or, etc.), de son rôle dans l'autonomie minérale et énergétique du pays, ainsi que de son impact économique disproportionné dans certaines régions¹⁵. Par ailleurs, les effets d'entraînement du secteur sur l'emploi, les investissements et les exportations justifient son inclusion dans les analyses économiques sectorielles (U.S. Geological Survey, 2023 ; IEA, 2021). Ces chiffres illustrent que, en dépit de ses hauts et de ses

¹⁰ <https://americanmineservices.com/us-mining-industry/>.

¹¹ <https://usafacts.org/articles/is-the-us-a-bigger-oil-importer-or-exporter/>

¹² <https://usafacts.org/articles/is-the-us-a-bigger-oil-importer-or-exporter/>

¹³ <https://fr.tradingeconomics.com/united-states/gdp-from-mining>

¹⁴ Bureau of Economic Analysis (BEA). (2024). *Gross Domestic Product by Industry, 2024 – United States*. U.S. Department of Commerce. <https://www.bea.gov>

¹⁵ International Energy Agency (IEA). (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

bas, l'industrie minière continue à être un contributeur majeur à la production industrielle et au développement économique du pays.

4- Variables

Dans cette étude, l'objectif est d'évaluer l'effet des caractéristiques financières internes des entreprises minières cotées en bourse sur leur performance pendant la pandémie de Covid-19. Pour ce faire, la performance financière est appréhendée à travers un indicateur comptable classique : le retour sur fonds propres (Return on Equity, ROE). Bien que d'autres mesures comme le retour sur actifs (ROA) ou le profit net soient également répandues dans la littérature financière, le ROE a été retenu comme variable dépendante principale pour plusieurs raisons à la fois méthodologiques et contextuelles.

D'abord, le ROE mesure la rentabilité des capitaux propres investis par les actionnaires. Il est donc particulièrement pertinent dans le cadre d'une étude sur les PME cotées, où les actionnaires attendent une valorisation tangible de leur investissement (Bui et al., 2022). De plus, à la différence du ROA, qui reflète l'efficacité globale de l'utilisation des actifs, le ROE est plus sensible à la structure du capital, ce qui est essentiel ici puisque l'étude inclut explicitement l'endettement (LEV) comme variable indépendante. Ulandari et al. (2025) soulignent que dans les industries à forte intensité de capital comme le secteur minier, le ROE est souvent un meilleur indicateur pour capter les effets du levier financier sur la rentabilité.

Par ailleurs, le choix du ROE permet de mieux isoler l'effet de la crise sanitaire sur la création de valeur financière pour les actionnaires, ce qui est crucial dans un contexte où les entreprises ont dû adapter leurs structures financières pour survivre ou se redéployer. Bien que le profit net puisse sembler intuitif, il est souvent affecté par des éléments exceptionnels ou des pratiques comptables variables, ce qui rend son utilisation plus délicate dans une analyse comparée sur plusieurs années (Alshater et al., 2021).

Enfin, même si deux indicateurs ont été initialement considérés pour mesurer la performance, le ROE a été retenu comme unique variable dépendante afin d'assurer la cohérence du modèle économétrique, de respecter la disponibilité uniforme des données sur l'ensemble de l'échantillon, et de s'aligner sur les travaux empiriques récents dans le domaine de la finance d'entreprise en contexte de crise.

Dans cette section, les variables incluses dans le modèle économétrique sont définies et justifiées en tenant compte de la littérature existante et des spécificités structurelles du secteur minier américain. Ce secteur est caractérisé par une forte intensité capitalistique, une dépendance aux investissements initiaux importants, une volatilité des revenus liée aux prix des matières premières, ainsi qu'un environnement réglementaire complexe (Humphreys, 2020 ; USGS, 2023). Ces éléments rendent certaines dimensions financières particulièrement pertinentes à évaluer, notamment en période

de crise comme celle de la pandémie de Covid-19. Le Tableau 2 récapitule l'ensemble des variables utilisées dans le modèle.

Tableau 2 : définitions des variables

Variables	Nom	Définition / Formule
ROE	Return on Equity: retour sur fonds propre	Ratio of total net income to shareholder equity for company i.
Covid-19	Pandemic of Covid- 19: Pandémie Covid- 19	Dummy variable that equals one in the presence of Covid-19 pandemic (First half-year of 2020 to the second half-year of 2021) and zero otherwise
LIQ	Liquidity : Liquidité	Total Current Assets / Total Current Liabilities
LEV	Leverage : endettement	Ratio of total debt to total assets.
FA	Financial Autonomy	Ratio of equity to total liabilities.
SIZE	Company size : taille de l'entreprise	Ln (Total assets)
G	Growth : Croissance sur actifs	$(\text{Total assets } t - \text{total assets } t-1) / \text{total assets } t-1$

Source : Auteur

4.1- Variables Dépendantes

Le retour sur fonds propres (Return on Equity) est utilisé comme indicateur principal de performance financière. Il reflète la capacité de l'entreprise à générer un rendement sur les capitaux propres investis, ce qui est particulièrement pertinent dans le contexte du secteur minier, où les actionnaires attendent une valorisation significative des investissements. Le ROE est également sensible à la structure du capital, ce qui le rend approprié pour analyser les effets du levier financier, élément central de cette étude (Bui et al., 2022 ; Ulandari et al., 2025). Cet indicateur est essentiel pour les petites et moyennes entreprises minières, qui doivent attirer des investisseurs pour financer leur croissance. Un ROE élevé signifie que l'entreprise utilise efficacement ses fonds propres pour dégager des bénéfices, ce qui renforce la confiance des actionnaires et facilite l'accès à de nouveaux financements.

4.2- Variables Indépendantes

Dans le cadre de cette étude, la variable indépendante d'intérêt est l'occurrence de la pandémie de COVID-19. Cette variable est modélisée sous forme d'une variable muette (dummy variable) prenant les valeurs suivantes : 0 pour les années antérieures à la pandémie (2018-2019), 1 pour les années marquées par la pandémie (2020-2021), et une valeur spécifique pour la période post-pandémie (2022-2024). Cette catégorisation permet d'évaluer l'impact temporel de la COVID-19 sur la performance financière des PME minières aux États-Unis. En tant que variable indépendante d'intérêt elle permet d'isoler l'effet direct de la pandémie sur la performance financière des entreprises, indépendamment des autres caractéristiques financières. L'inclusion de cette variable est justifiée par son importance dans la littérature récente portant sur les chocs exogènes globaux affectant les PME (Alshater et al., 2021 ; Bui et al., 2022). Cette méthode nous aide ainsi à mieux comprendre les défis rencontrés par les PME minières américaines, ainsi que les stratégies qu'elles ont mises en place pour s'adapter à cette crise sans précédent.

L'endettement qui est l'une des variables indépendantes principale, est mesuré par le ratio de dette totale sur actifs totaux. Cette variable est essentielle pour évaluer la structure de financement des entreprises et sa relation avec la rentabilité. Dans les industries capitalistiques comme le secteur minier, l'endettement peut agir comme un levier de croissance, mais il accroît également le risque financier, surtout en période d'incertitude (Ulandari et al., 2025 ; De Marco, 2022).

La liquidité, mesurée généralement par le ratio de liquidité courante, indique la capacité d'une entreprise à couvrir ses obligations à court terme. Une mauvaise gestion de liquidité peut mettre en péril la continuité des opérations, notamment chez les PME à flux de trésorerie instables (Alshater et al., 2021 ; Harford et al., 2018).

L'Autonomie financière (FA) mesure la proportion de capitaux propres dans la structure du passif. Une autonomie financière élevée est souvent corrélée à une meilleure capacité de résilience face aux chocs externes, car elle limite la dépendance aux financements bancaires ou obligataires (Coad & Srhoj, 2019 ; Demmou et al., 2021).

4.3- Variables de Contrôles

Dans le cadre de l'analyse de la performance financière des petites et moyennes capitalisation minières, l'intégration de variables de contrôle est essentielle pour isoler l'effet des variables indépendantes et obtenir des résultats fiables. Ces variables permettent de neutraliser l'influence de facteurs externes susceptibles d'affecter la variable dépendante (Mahdi Riahi, 2024).

La taille de l'entreprise est fréquemment utilisée comme variable de contrôle. La taille est mesurée par le logarithme du total des actifs ou du chiffre d'affaires. Les grandes entreprises bénéficient généralement de meilleures conditions d'accès au financement, de ressources plus diversifiées et de plus grandes capacités à absorber les chocs macroéconomiques. Dans le secteur minier, la taille confère également une meilleure stabilité en raison des économies d'échelle et de l'effet d'expérience (Alshater et al., 2021 ; Bashiri et al., 2019).

La croissance de l'entreprise (G) est mesurée par la variation annuelle des actifs totaux. Cette mesure permet de capter l'expansion économique de l'entreprise à travers l'évolution de sa base d'actifs, particulièrement pertinente dans le secteur minier où les investissements en capital et les actifs productifs jouent un rôle central dans la performance financière (Coad & Srhoj, 2019 ; Ratti et al., 2023). L'utilisation de cette variable permet ainsi d'intégrer la dynamique de croissance structurelle des entreprises dans l'analyse économétrique.

Ces différentes variables de contrôle, issues de contextes sectoriels permettent d'affiner les modèles d'analyse de la performance financière et d'éviter les biais liés à des caractéristiques exogènes à l'objet principal de l'étude.

5- Analyse descriptive

5.1- Statistiques descriptives et coefficient de corrélation

L'échantillon final retenu pour cette étude est composé de 84 entreprises minières américaines cotées, observées sur la période 2018–2024. Cette structure de panel non équilibré représente un total de 588 observations annuelles. La constitution de cet échantillon repose sur la disponibilité et la qualité des données financières issues de la base Refinitiv Workspace, après exclusion des entreprises présentant des informations incomplètes ou incohérentes. Ce processus de sélection garantit la robustesse des analyses économétriques menées dans ce mémoire. Pour mieux comprendre les principales caractéristiques de notre échantillon, nous présentons ci-dessous une analyse descriptive des variables clés de l'étude.

Tableau 3 : statistiques descriptives

Variables	OBS	MEAN	Std. dev.	Min	Max
ROE	588	0.0048	0.899	-3.734	2.474
LIQ	587	1.317	1.105	0.000	4.855
LEV	586	0.541	0.966	0.000	4.897
FA	586	-0.287	1.571	-5.919	0.872
SIZE	586	17.441	3.949	6.908	24.740
Covid-19	588	0.286	0.452	0	1
G	498	0.470	1.609	-0.827	7.681

Source : Auteur

Le tableau ci-dessous présente les statistiques descriptives des principales variables utilisées dans le modèle, pour un échantillon composé de 84 entreprises minières américaines observées sur la période 2018 à 2024, soit un total de 588 observations annuelles. Afin de limiter l'influence des valeurs extrêmes et de conserver les observations présentant des valeurs nulles ou négatives, certaines variables financières continues ont été transformées à l'aide de la fonction sinus hyperbolique inverse (asinh). Cette transformation est fréquemment mobilisée en finance empirique et en économétrie lorsque les données présentent une forte asymétrie ou des valeurs extrêmes, car elle se comporte de manière similaire au logarithme pour les grandes valeurs tout en restant définie pour les valeurs nulles ou

négatives (Burbidge et al., 1988 ; Bellemare & Wichman, 2020). L'interprétation des coefficients reste alors proche d'une semi-élasticité lorsque les niveaux sont suffisamment élevés, ce qui facilite les comparaisons entre entreprises et la lecture économique des résultats.

La variable dépendante ROE, qui mesure la rentabilité des capitaux propres, affiche une moyenne de 0,0048 avec un écart-type de 0,899. Cette valeur indique une rentabilité moyenne quasi nulle, accompagnée d'une forte dispersion entre les entreprises, ce qui reflète la volatilité caractéristique du secteur minier et la diversité de situations financières parmi les PME observées. Les valeurs extrêmes de -3,73 et 2,47 confirment la présence d'entreprises déficitaires ainsi que de quelques firmes hautement rentables.

La variable LEV, représentant le levier financier, présente une moyenne de 0,54 et un écart-type de 0,97. Ces chiffres témoignent d'un niveau d'endettement modéré en moyenne, mais avec une grande hétérogénéité entre les firmes, certaines étant faiblement endettées tandis que d'autres affichent un ratio dette/actif élevé (maximum de 4,89). Le ratio de liquidité (LIQ) présente une moyenne de 1,32, ce qui indique que les entreprises disposent globalement d'une capacité adéquate à honorer leurs obligations à court terme. Toutefois, la dispersion (écart-type de 1,10) révèle des différences marquées dans la gestion du fonds de roulement.

Concernant l'autonomie financière (FA), la moyenne négative (-0,29) traduit la situation précaire de plusieurs PME minières dont les capitaux propres sont insuffisants pour couvrir les actifs, un résultat typique dans les secteurs à forte intensité capitalistique et à rentabilité cyclique. La croissance des actifs totaux (gta) affiche une moyenne positive (0,47) mais avec une variabilité importante (écart-type de 1,61), ce qui suggère que certaines entreprises ont connu une expansion rapide tandis que d'autres ont vu leur base d'actifs stagner ou diminuer pendant la période d'étude.

La variable size, représentant la taille de l'entreprise (logarithme des actifs totaux), a une moyenne de 17,44 avec un écart-type de 3,95. Cela correspond à des actifs moyens d'environ 26 millions de dollars américains, mais la dispersion importante illustre l'hétérogénéité de l'échantillon, allant de petites structures minières à des firmes intermédiaires de taille plus conséquente. Enfin, la variable covid, codée 1 pour les années 2020 et 2021, présente une moyenne de 0,286, indiquant que près de 29 % des observations appartiennent à la période pandémique, ce qui permettra de comparer les performances avant, pendant et après la crise sanitaire.

Dans l'ensemble, ces statistiques mettent en évidence la grande hétérogénéité structurelle et financière des PME minières américaines. Cette diversité constitue un élément central de l'analyse, car

elle reflète la sensibilité différenciée des entreprises du secteur face aux chocs macroéconomiques et à la pandémie de COVID-19.

Après avoir présenté les caractéristiques descriptives de l'échantillon, il est important d'analyser les liens qui peuvent exister parmi les différentes variables à l'étude.

L'analyse de la matrice de corrélation détectera les relations linéaires potentielles entre les variables, vérifiera s'il y a des risques de colinéarité, et examinera comment ces variables interagissent les unes avec les autres avant de procéder aux estimations économétriques.

C'est une étape importante pour vérifier la cohérence du modèle et se préparer à une interprétation adéquate des résultats.

Tableau 4 : Table de corrélation de Pearson

	ROE	LEV	LIQ	FA	G	SIZE	COVID
ROE	1.0000						
LEV	0.2176	1.0000					
LIQ	-0.2408	-0.4693	1.0000				
FA	-0.3131	-0.8517	0.6115	1.0000			
G	0.0371	-0.0319	-0.1166	-0.0129	1.0000		
SIZE	-0.0412	-0.5080	0.4162	0.6683	0.0482	1.0000	
COVID	0.0001	0.0294	0.0255	-0.0252	-0.1653	-0.0461	1.0000

Source : Auteur

Note : Les coefficients indiquent le degré de corrélation linéaire entre les variables.

La variable COVID est intégrée aux tableaux descriptifs et de corrélation afin de comparer la performance financière des entreprises entre la période pandémique (2020–2021) et les autres années de l'échantillon. La corrélation entre une variable binaire telle que COVID (0 = période pré/post-pandémie ; 1 = période pandémique) et une variable continue comme le ROE s'interprète comme une association linéaire moyenne entre l'appartenance à la période de crise sanitaire et le niveau de rentabilité. Dans ce cas, la corrélation quasi nulle observée suggère l'absence de relation linéaire marquée entre la pandémie et la rentabilité moyenne des entreprises minières américaines, ce qui corrobore les résultats économétriques présentés ultérieurement.

Les coefficients de corrélation montrent que la rentabilité des capitaux propres (ROE) présente une corrélation positive faible avec le levier financier ($LEV = 0,2176$), suggérant qu'un recours modéré à l'endettement peut contribuer à améliorer la performance des entreprises minières, probablement par effet de levier. À l'inverse, la corrélation entre ROE et la liquidité ($LIQ = -0,2408$) est négative, indiquant qu'une forte liquidité peut s'accompagner d'une moindre rentabilité, possiblement en raison d'une utilisation sous-optimale des ressources financières disponibles.

La corrélation négative entre ROE et l'autonomie financière ($FA = -0,3131$) suggère qu'une structure de financement fortement axée sur les capitaux propres est associée à une rentabilité plus faible. Ce constat est cohérent avec la théorie du compromis (trade-off theory) selon laquelle un certain niveau d'endettement peut accroître la rentabilité en raison des avantages fiscaux de la dette. Les corrélations entre ROE et les variables gta ($0,0371$) et size ($-0,0412$) sont faibles et non significatives, ce qui indique que la croissance des actifs et la taille de l'entreprise n'exercent pas d'influence linéaire marquée sur la rentabilité.

Par ailleurs, les corrélations entre les variables explicatives révèlent quelques liens structurels, notamment une corrélation fortement négative entre LEV et FA ($-0,8517$), ce qui est attendu puisque ces deux indicateurs reflètent des dimensions opposées de la structure du capital (endettement versus autonomie financière). Une corrélation positive élevée entre FA et size ($0,6683$) montre également que les entreprises de plus grande taille tendent à présenter une meilleure solidité financière.

Ces résultats mettent en évidence plusieurs traits caractéristiques du secteur minier américain. La corrélation positive entre le levier financier et la rentabilité ($0,22$) suggère qu'un recours modéré à la dette peut améliorer la performance des PME minières, probablement en facilitant l'investissement dans les équipements et projets d'exploration. À l'inverse, les corrélations négatives entre la rentabilité, la liquidité ($-0,24$) et l'autonomie financière ($-0,31$) indiquent qu'une stratégie financière trop prudente, fondée sur la conservation de liquidités ou sur un autofinancement excessif, peut limiter la rentabilité à court terme.

Les entreprises de plus grande taille présentent une meilleure autonomie financière, traduisant une structure de capital plus solide et un meilleur accès au financement. Enfin, la variable COVID montre une corrélation quasi nulle avec les autres variables, ce qui suggère que l'effet de la pandémie sur la performance financière ne s'exprime pas par des relations linéaires simples, mais sera davantage capté dans les modèles économétriques présentés ultérieurement.

5.2- Test des moyennes

L'analyse de la corrélation entre les variables a permis d'identifier certaines relations, bien que globalement faibles, sans révéler de dépendances particulièrement marquées. Plus intéressant encore, en ce qui concerne l'impact potentiel de la pandémie, il est également instructif d'examiner les différences de comportement financier avant et après le COVID-19. À cet égard, une analyse des tests de moyennes a été réalisée afin de vérifier si les principales variables financières ont connu des évolutions significatives suite à la crise sanitaire, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Test des moyennes

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Mean difference	T-test Mean
ROE before covid-19	168	0.0625	0.9057	-0.0807	0.9838
ROE after covid-19	420	-0.0183	0.8965		
LEV before covid-19	168	0.5189	0.8842	0.0312	-0.3530
LEV after covid-19	418	0.5500	0.9983		
LIQ before covid-19	168	1.3070	1.1015	0.0134	-0.1329
LIQ after covid-19	419	1.3204	1.1076		
FA before covid-19	168	-0.3443	1.6296	0.0805	-0.5610
FA after covid-19	418	-0.2638	1.5475		
G before covid-19	84	0.3678	1.4015	0.1229	-0.6349
G after covid-19	415	0.4907	1.6477		
SIZE before covid-19	168	17.0904	4.0106	0.4915	-1.3635
SIZE after covid-19	418	17.5819	3.9196		

Source : Auteur

Les résultats du test de moyennes permettent de comparer les principales variables financières avant et après la pandémie de COVID-19 pour les PME minières américaines incluses dans l'échantillon. Dans l'ensemble, les différences observées ne sont pas statistiquement significatives, ce qui témoigne d'une relative stabilité financière du secteur minier durant cette période.

La rentabilité (ROE) diminue légèrement après la pandémie, mais cette baisse reste modeste et non significative ($t = 0,98$). Cette observation traduit la résilience du secteur minier américain, dont les revenus sont souvent protégés par des contrats d'approvisionnement à long terme et une demande

soutenue pour les matières premières, notamment l'or, le cuivre et le fer, dont les prix ont rapidement rebondi à partir de 2021.

De même, le levier financier (LEV) et la liquidité (LIQ) demeurent relativement stables entre les deux périodes, suggérant une gestion prudente des ressources et une volonté de maintenir un niveau d'endettement maîtrisé dans un contexte d'incertitude économique. Ces résultats concordent avec la tendance observée dans les industries capitalistiques, où les entreprises privilégient la stabilité de trésorerie et la continuité des opérations.

L'autonomie financière (FA) et la croissance des actifs (gta) présentent de légères améliorations après la pandémie, mais les différences ne sont pas significatives. Cela s'explique par la nature même du secteur minier, caractérisé par des investissements lourds et des cycles de production longs, qui limitent la réactivité des indicateurs financiers à court terme.

Enfin, la variable size montre une légère augmentation moyenne de la taille des entreprises après la COVID-19, ce qui peut indiquer une consolidation sectorielle ou une reprise progressive des activités, bien que le test $t(-1,36)$ confirme l'absence de différence statistique notable.

En résumé, les résultats du test de moyennes indiquent que les différences observées entre les périodes avant et après la COVID-19 ne sont pas statistiquement significatives pour la plupart des variables financières analysées. Cette stabilité apparente traduit la résilience structurelle du secteur minier américain, mais elle ne permet pas de conclure sur l'existence ou non d'un impact réel de la pandémie sur la performance des entreprises. En effet, les tests de moyennes se limitent à une comparaison statique des périodes et ne captent pas les dynamiques temporelles, les effets spécifiques à chaque entreprise ni les facteurs structurels susceptibles d'influencer la rentabilité. Ainsi, afin d'approfondir cette analyse et de vérifier empiriquement l'existence d'un effet significatif de la COVID-19 sur la performance financière des PME minières américaines, la section suivante présente le modèle d'estimation économétrique retenu ainsi que la méthodologie utilisée pour évaluer ces relations dans un cadre de données de panel.

6- Modèle d'estimation

Dans le but d'évaluer de manière rigoureuse l'impact de la pandémie de COVID-19 sur la performance financière des petites et moyennes capitalisations minières, notre modèle de recherche est le suivant :

$$Y_{i,t} = f(X_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}$$

$Y_{i,t}$: performance financière (PF) de l'entreprise mesurer par le ROE.

$f(X_{i,t})$: représente l'ensemble des variables explicatives

$\varepsilon_{i,t}$: représente terme stochastique dont « t » le temps (annuelle), et « i » représente la firme.

Et donc le modèle estimé s'écrit de la manière suivante :

$$ROE_{it} = \beta_0 + \beta_1 COVID_{it} + \beta_2 LEV_{it} + \beta_3 LIQ_{it} + \beta_4 FA_{it} + \beta_5 SIZE_{it} + \beta_6 gt_{it} + \varepsilon_{it}$$

Où :

i représente l'entreprise,

t représente l'année,

ε désigne le terme d'erreur aléatoire.

6.1- Modèle à effet fixe où Modèle à effet aléatoire

Pour approfondir notre l'analyse et de mieux tenir compte des spécificités propres à chaque entreprise de l'échantillon, nous estimons des modèles de données de panel. Deux approches approximatives alternatives sont adoptées : le modèle à effets fixes permet de contrôler les caractéristiques inobservées propres à chaque entreprise, telles que la culture organisationnelle, les pratiques de gestion ou certaines spécificités structurelles, qui demeurent constantes dans le temps mais susceptibles d'influencer la performance financière; et le modèle à effets aléatoires, qui suppose que ces différences sont aléatoires et non corrélées avec les variables explicatives. La validité des deux spécifications sera vérifiée en effectuant un test de spécification de Hausman pour justifier dans quelle mesure le modèle utilisé convient au contexte de notre étude.

6.1.1- Test de spécification

Avant de retenir le modèle économétrique définitif, il est indispensable de vérifier la validité des hypothèses sous-jacentes et d'évaluer la pertinence de chaque approche d'estimation. Dans le cadre des données de panel appliquées aux PME minières américaines, plusieurs tests de spécification ont été mobilisés afin d'identifier les biais potentiels et d'adapter la méthode d'estimation aux propriétés empiriques des données.

Premièrement, le test de Hausman (Hausman, 1978) permet de déterminer si les estimateurs à effets aléatoires (RE) peuvent être utilisés sans biais ou si les effets fixes (FE) doivent être privilégiés. Ce test compare les deux estimateurs et vérifie si la différence des coefficients est systématique. En cas de rejet de l'hypothèse nulle, les effets fixes sont recommandés ; sinon, les effets aléatoires sont retenus pour leur efficacité.

Deuxièmement, la présence de multicolinéarité entre variables explicatives a été évaluée à l'aide du Variance Inflation Factor (VIF). Un VIF élevé signale que certaines variables peuvent contenir une information redondante, ce qui augmente la variance des estimateurs et fragilise leur significativité statistique.

Troisièmement, la validité des modèles repose aussi sur la distribution des résidus. Le test de normalité (Skewness-Kurtosis ou Jarque-Bera) examine si les erreurs suivent une distribution normale. Bien que cette hypothèse soit souvent violée dans les données financières, son évaluation reste cruciale pour interpréter correctement les résultats et envisager des corrections robustes.

Quatrièmement, plusieurs tests ont été réalisés pour détecter l'hétéroscédasticité, c'est-à-dire une variance non constante des erreurs. Le test de Breusch-Pagan (pour les modèles OLS) et le test de Wald modifié (xttest3) (pour les modèles de panel à effets fixes) permettent de détecter ce phénomène, qui est fréquent dans les panels hétérogènes comme les PME minières.

Cinquièmement, l'autocorrélation a été testée à l'aide du test de Wooldridge. Ce test examine si les erreurs sont corrélées dans le temps au sein de chaque entreprise, ce qui violerait l'hypothèse d'indépendance temporelle et biaiserait les estimations.

Enfin, dans un contexte sectoriel comme celui des PME minières, il est essentiel de vérifier la présence de dépendance croisée entre unités. Le test de Pesaran (2004) évalue si les erreurs des différentes entreprises sont corrélées entre elles, ce qui peut résulter de chocs macroéconomiques communs (par exemple, l'évolution du prix des métaux ou la crise de la COVID-19).

En résumé, la combinaison de ces tests de spécification permet non seulement de guider le choix entre modèles FE et RE, mais aussi d'identifier les biais de variance et de dépendance qui doivent être corrigés par des estimateurs robustes. Le tableau suivant présente les résultats empiriques de ces tests appliqués à notre échantillon

Tableau 6¹⁶ : Choix du type de modèle et tests de spécifications				
	Tests	Output	Hypothèses	Décision
Test de choix du modèle	Test de Hausmann	Chi-square test value = 3.60 P-value = 0.731	H ₀ : le modèle a effet fixe. H _a : le modèle a effet aléatoire.	Le modèle à effets aléatoire
Tests de fiabilité	Normalité des résidus (sktest)	Chi-square test value = 67.29 P-value = 0.00	H ₀ : Résidus normaux. H ₁ : Résidus non normaux.	Rejet de H ₀ → Résidus non normaux
	Test de Multi colinéarité (VIF)	VIF max 6.92 VIF moyen 2.85	H ₀ : absence de multi colinéarité H ₁ : présence de multi colinéarité	VIF < 10 → pas de multi colinéarité préoccupante. Absence de multi colinéarité
	Autocorrélation (Wooldridge)	F(1,81) = 0.086, p = 0.771	H ₀ : Pas d'autocorrélation. H ₁ : Autocorrélation.	H ₀ non rejetée → Pas d'autocorrélation
Test de validité	Le test de Wald modifié (Hétéroscédasticité)	Chi-square test value = 7,898.517 p = 0.000	H ₀ : Homoscédasticité. H ₁ : Hétéroscédasticité.	Rejet de H ₀ → Hétéroscédasticité présente
	Dépendance croisée (Pesaran)	Z-value= 2.673, P-value = 0.007	H ₀ : Indépendance transversale. H ₁ : Dépendance croisée.	Rejet de H ₀ → Dépendance croisée présente

Source : Auteur

¹⁶ Note : Ce tableau (6) présente les résultats des tests de spécification appliqués aux modèles de panel estimés. Les valeurs de χ^2 , F et Z sont issues des sorties Stata. Les décisions sont interprétées au seuil de 5

L'ensemble des tests économétriques réalisés dans le cadre de cette étude a permis de valider la pertinence méthodologique du modèle utilisé, en assurant la fiabilité et la robustesse des estimations empiriques.

- **Test de Hausman : choix entre effets fixes et aléatoires**

Le test de Hausman (Hausman, 1978) permet de déterminer si les estimateurs des effets aléatoires (RE) sont cohérents, ou si l'on doit privilégier le modèle à effets fixes (FE). L'hypothèse nulle stipule qu'il n'existe pas de corrélation systématique entre les effets spécifiques non observés et les variables explicatives. Dans notre cas, le test donne $\chi^2(6) = 3.60$ avec une p-value de 0.731, ce qui empêche de rejeter H_0 . Cela signifie que les estimateurs RE sont cohérents et plus efficaces, en théorie, que les FE. Toutefois, comme Wooldridge (2010) le souligne, ce résultat doit être interprété avec prudence : même si RE semble approprié, la présence d'hétéroscédasticité ou de dépendance croisée peut remettre en cause sa validité.

- **Test de multicolinéarité (VIF)**

Le Variance Inflation Factor (VIF) évalue le degré de colinéarité entre les variables indépendantes. Les seuils critiques recommandés sont généralement de 10 (Gujarati & Porter, 2009), voire 5 selon certains auteurs (O'Brien, 2007). Dans notre modèle, le VIF maximum est de 6.92 (FA), et la moyenne est de 2.85. Ces valeurs, bien qu'élevées pour certaines variables, demeurent inférieures au seuil critique. Cela indique que les variables explicatives conservent une indépendance suffisante pour être incluses conjointement.

- **Test de normalité des résidus (Skewness–Kurtosis / Jarque–Bera)**

La normalité des résidus est testée à l'aide du Skewness–Kurtosis test (équivalent au Jarque–Bera). Le résultat $\chi^2(2) = 67.29$ avec $p = 0.000$ rejette clairement H_0 , confirmant que les résidus ne suivent pas une loi normale. Dans le contexte des données financières, ce résultat n'est pas surprenant : de nombreux travaux (Cont, 2001 ; Mandelbrot, 1963) ont montré que les rendements financiers présentent une distribution asymétrique et leptokurtique (queues épaisses).

- **Tests d'hétéroscédasticité**

Deux tests d'hétéroscédasticité ont été réalisés : le test de Breusch–Pagan ($\chi^2(1) = 38.83$, $p = 0.000$) et le test de Wald modifié (xttest3) sur le modèle FE ($\chi^2(83) \approx 7,898.517$, $p = 0.000$). Les deux rejettent fortement l'hypothèse d'homoscédasticité, confirmant que la variance des résidus diffère entre entreprises, ce qui est cohérent avec la littérature sur les PME minières (Bekaert et al., 2014).

- **Test de Wooldridge (autocorrélation)**

Le test de Wooldridge (2002) permet de détecter la présence d'autocorrélation des erreurs dans les données de panel. Les résultats montrent $F(1,81) = 0.086$ avec $p = 0.771$, ce qui empêche de rejeter H_0 . Ainsi, aucune autocorrélation de premier ordre n'est détectée.

- **Test de dépendance croisée (Pesaran)**

Le test de Pesaran (2004) examine si les erreurs des unités transversales sont indépendantes. Dans notre cas, $Z = 2.673$ avec $p = 0.007$, ce qui rejette l'hypothèse d'indépendance. Cela signifie que les erreurs des entreprises minières sont corrélées, probablement en raison de chocs communs affectant tout le secteur, tels que les fluctuations du prix des métaux ou la crise de la COVID-19 (Goodell, 2020).

Bien que les tests de spécification présentés précédemment montrent que, bien que le modèle à effets aléatoires soit statistiquement valide selon le test de Hausman, les diagnostics complémentaires révèlent la présence d'hétéroscédasticité et de dépendance croisée. De plus, l'existence potentielle d'endogénéité dans certaines variables explicatives constitue une limite importante pour les estimateurs FE et RE. Afin de traiter ces limites, nous recourons à une estimation en méthode des moments généralisés (GMM), adaptée aux panels dynamiques.

6.2 - Modèle GMM dynamique (Arellano-Bond / Arellano-Bover /Blundell Bond)

La spécification retenue s'inspire du modèle proposé par Arellano & Bond (1991) et étendu par Arellano & Bover (1995) et Blundell & Bond (1998). Le GMM permet d'introduire des instruments internes, construits à partir des retards des variables explicatives, afin de corriger les biais liés à l'endogénéité et aux effets non observés.

L'estimation dynamique du modèle prend la forme suivante :

$$y_{i,t} = \alpha y_{i,t-1} + \beta X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Où

$y_{i,t}$ représente la variable dépendante ROE

X_{it} représente l'ensemble des variables explicatives (structure financière, liquidité, taille et croissance des actifs),

ε_{it} : le terme d'erreur idiosyncratique.

Le modèle économétrique spécifié permet de tester empiriquement les hypothèses formulées dans ce mémoire à partir des variables financières observées. La variable dépendante retenue est le rendement des capitaux propres (ROE), indicateur de la performance financière des entreprises. L'effet direct de la crise sanitaire est capté par la variable binaire COVID, tandis que les variables financières internes, notamment le levier financier (LEV), la liquidité (LIQ) et l'autonomie financière (FA), permettent d'évaluer l'influence des caractéristiques structurelles des entreprises sur leur performance. Des variables de contrôle, telles que la taille de l'entreprise (SIZE) et la croissance mesurée par l'évolution des actifs (G), sont également intégrées afin d'isoler l'effet propre des déterminants étudiés. Cette structuration assure ainsi la cohérence entre les hypothèses théoriques formulées, les variables empiriques mobilisées et les estimations économétriques présentées.

Le modèle dynamique de type GMM (Generalized Method of Moments) a été introduit afin de vérifier la robustesse des résultats précédents et de tenir compte des possibles problèmes d'endogénéité liés à la rentabilité financière (ROE). En effet, dans les modèles de panel à effets fixes, il est supposé que les variables explicatives soient strictement exogènes, ce qui peut être restrictif dans le cas des données financières. Dans le secteur minier, la rentabilité passée peut influencer les décisions de financement, d'investissement et de croissance, introduisant ainsi une corrélation entre la variable dépendante retardée et les erreurs aléatoires. Le modèle GMM, développé par Arellano et Bond (1991) et étendu par Blundell et Bond (1998), permet de corriger ce biais en utilisant des instruments internes issus des valeurs retardées des variables endogènes.

Les estimations du modèle GMM confirment la stabilité des relations économiques mises en évidence par les modèles statiques : le levier financier et l'autonomie financière conservent des coefficients négatifs, tandis que la taille de l'entreprise garde un effet positif sur la rentabilité. Toutefois, plusieurs éléments justifient de ne pas retenir le GMM comme modèle final. D'abord, les résultats montrent une faible significativité de la variable retardée de rentabilité (L.ROE), suggérant l'absence de véritable dynamique dans la performance des entreprises minières à court terme. Ensuite, malgré la validité des instruments selon le test de Hansen ($p = 0.327$), le test de Sargan indique une possible sur-identification des instruments ($p = 0.039$), ce qui soulève des doutes sur la fiabilité complète du modèle. De plus, la taille réduite de l'échantillon (84 entreprises sur 7 ans) limite la puissance du GMM, qui tend à produire des estimations instables lorsque le nombre de périodes est faible.

En conséquence, bien que le modèle GMM soit économétriquement pertinent pour des panels dynamiques présentant de fortes dépendances temporelles, il n'est pas le plus approprié dans le contexte de ce travail. Le panel utilisé, de dimension modérée ($T > N$) et présentant de l'hétéroscédasticité et une dépendance croisée entre entreprises, se prête davantage à une approche

Prais–Winsten avec erreurs corrigées pour panels corrélés (PCSE). Ce modèle permet de tenir compte des corrélations contemporaines entre unités, de l'autocorrélation intra-panel et de l'hétéroscédasticité, tout en offrant des coefficients économiquement interprétables et statistiquement robustes.

Ainsi, le modèle PCSE sera retenu comme modèle principal et final pour l'estimation de l'impact de la COVID-19 sur la performance financière des PME minières américaines. Il concilie les avantages des modèles statiques à effets fixes avec une correction des biais liés aux propriétés des erreurs, assurant une meilleure robustesse empirique et une interprétation fiable des coefficients.

6.3- Le modèle PCSE (Panel-Corrected Standard Errors, Beck & Katz,1995)

À la suite des analyses précédentes, il a été démontré que le modèle GMM, bien qu'utile pour traiter l'endogénéité potentielle des variables, ne constitue pas l'approche la plus appropriée dans le cadre des données considérées. En effet, la taille relativement limitée de l'échantillon (84 entreprises sur 7 années) et l'absence de dynamique significative de la rentabilité rendent le GMM sensible à la sur-identification et aux biais d'instruments faibles, comme l'ont souligné Roodman (2009) et Blundell & Bond (1998). Ces limites méthodologiques justifient le recours à une approche alternative mieux adaptée à des panels de dimension modérée et présentant des caractéristiques hétéroscédastiques et corrélées.

Dans cette optique, le modèle PCSE (Prais–Winsten avec Panel-Corrected Standard Errors), proposé par Beck et Katz (1995), a été retenu comme modèle final d'estimation. Cette méthode est particulièrement recommandée lorsque le nombre de périodes (T) est supérieur au nombre d'unités (N) et que les erreurs présentent à la fois de l'hétéroscédasticité et une corrélation contemporaine entre les entités observées. Comme l'ont montré Hoechle (2007) et Wooldridge (2019), le PCSE permet d'obtenir des erreurs standards robustes et efficaces en corrigeant les biais potentiels liés à ces problèmes structurels, tout en conservant les avantages du modèle à effets fixes.

L'intérêt principal de cette méthode réside dans sa capacité à modéliser les interdépendances entre entreprises, un aspect particulièrement pertinent dans le secteur minier américain, où les fluctuations des prix des métaux, les coûts énergétiques et les cycles d'investissement affectent simultanément l'ensemble des acteurs (Goodell, 2020 ; Ramelli & Wagner, 2020). De plus, le PCSE offre une estimation robuste des coefficients même en présence d'autocorrélation intra-panel de type AR(1), ce qui en fait un outil fiable pour analyser les comportements financiers dans des industries exposées à des chocs exogènes communs.

Ainsi, le modèle PCSE constitue le choix méthodologique le plus approprié pour cette étude. Il permettra de confirmer, avec une précision accrue, les relations observées entre la rentabilité (ROE) et

les variables explicatives structurelles (levier, autonomie financière, liquidité, croissance et taille), tout en tenant compte des dépendances inhérentes au secteur. Cette approche assure la robustesse empirique des résultats et la fiabilité économique des interprétations, répondant ainsi aux recommandations méthodologiques de la littérature contemporaine en économie financière des panels (Baltagi, 2021).

7- Résultats et Analyse

Afin d'assurer une cohérence explicite entre le cadre théorique et l'analyse empirique, chaque hypothèse formulée dans ce mémoire est testée à partir des variables financières correspondantes. L'impact direct de la crise sanitaire sur la performance financière est capté par la variable binaire COVID. L'hypothèse relative à l'effet du levier financier sur la performance est analysée à travers la variable LEV, tandis que la capacité de liquidité des entreprises est appréhendée par la variable LIQ. La solidité financière et l'autonomie structurelle des entreprises sont mesurées par la variable FA. Enfin, des variables de contrôle, notamment la taille de l'entreprise (SIZE) et la croissance mesurée par l'évolution des actifs totaux (G), sont intégrées afin d'isoler l'effet propre de ces déterminants sur la performance financière, mesurée par le rendement des capitaux propres (ROE).

L'analyse empirique des résultats a été réalisée à partir de trois modèles estimés selon la méthode Prais–Winsten avec erreurs corrigées pour panels corrélés (PCSE), conformément à la méthodologie proposée par Beck et Katz (1995). Cette approche a été privilégiée pour sa capacité à corriger les problèmes d'hétéroscédasticité, d'autocorrélation et de dépendance transversale souvent présents dans les données de panel issues d'entreprises opérant dans un même secteur. Les trois modèles successifs (0, 1 et 2) permettent d'évaluer progressivement l'impact de la pandémie de COVID-19, des caractéristiques financières internes et des effets d'interaction entre celles-ci sur la performance financière des entreprises minières américaines. Le tableau 7 ci-dessous présente les résultats des modèles estimés selon la méthode des erreurs standards corrigées pour panels corrélés (PCSE).

Tableau 7 : Régression du modèle

ROA	Modèle (0)	Modèle (1)	Modèle (2)
Covid-19	-0.050 (-0.78)	-0.058 (-1.03)	-0.136* (-1.74)
LEV	-	0.322** (-3.80)	-0.995** (-5.03)
FA	-	-0.491*** (-7.56)	-0.596*** (-7.51)
SIZE	-	0.087*** (3.95)	0.073*** (3.45)
LIQ	-	-0.001 (-0.02)	0.034 (0.77)
G	-	-0.004 (-0.28)	-0.004 (-0.000)
Covid-19xLEV	-	-	0.215** (1.84)
Covid-19xFA	-	-	0.145** (2.07)
LEVxSIZE	-	-	0.047*** (3.33)
Obs	588	495	495
Prob > χ^2 (Wald)	0.434	0.000	0.000
Firm FE	YES	YES	YES

*T-value entre parenthèses *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$*

Source : Auteur

7.1- Présentation des résultats

Le modèle 0, qui ne comprend que la variable COVID, révèle un coefficient négatif (-0,050) mais statistiquement non significatif. Ce résultat suggère que la pandémie, considérée isolément, n'a pas eu d'effet direct sur la rentabilité moyenne (ROE) des entreprises minières américaines. Cette absence d'effet significatif traduit la résilience du secteur minier face à la crise sanitaire mondiale. Contrairement à d'autres industries plus exposées aux fermetures ou aux ruptures de chaînes d'approvisionnement, le secteur minier a bénéficié d'un statut d'industrie essentielle, ce qui lui a permis de maintenir ses opérations même durant les périodes de confinement (Goodell, 2020 ; World Bank, 2022). De plus, la reprise rapide des cours des métaux, stimulée par la demande mondiale de matières premières, a amorti les effets négatifs à court terme sur la rentabilité.

Le modèle 1, intégrant les variables financières structurelles, montre une amélioration notable de la qualité d'ajustement du modèle ($R^2 = 0,1613$; Prob > $\chi^2 = 0,000$), ce qui confirme que la rentabilité

ne dépend pas uniquement des chocs exogènes, mais surtout de la structure financière interne des entreprises. Les résultats indiquent que le levier financier exerce un effet négatif et significatif sur la rentabilité ($-0,322$; $p < 0,001$). Ce constat s'aligne avec la théorie de la structure du capital développée par Myers (1984) et Harris & Raviv (1991), selon laquelle un endettement excessif augmente la charge d'intérêt et le risque de tension financière, réduisant ainsi la performance des entreprises. Dans le cas du secteur minier américain, ce résultat s'explique par la forte intensité capitalistique et les longs cycles d'investissement : les entreprises doivent supporter des coûts fixes élevés et des délais de retour sur investissement prolongés, ce qui amplifie les effets négatifs d'un levier trop important sur la rentabilité (Baltagi, 2021).

L'autonomie financière affiche également un effet négatif significatif ($-0,491$; $p < 0,001$), suggérant qu'une dépendance exclusive au financement interne peut limiter la rentabilité. Ce résultat peut paraître contre-intuitif, mais il traduit la difficulté des entreprises minières à croître sans recourir à un certain niveau d'endettement optimal. Dans ce secteur, les projets d'exploration et d'exploitation nécessitent des capitaux considérables, souvent financés par emprunt. Une structure financière trop conservatrice peut ainsi restreindre la capacité d'expansion et réduire le rendement des capitaux propres (Hoechle, 2007). À l'inverse, la taille de l'entreprise a un effet positif et significatif ($+0,087$; $p < 0,001$), ce qui confirme que les entreprises de plus grande envergure bénéficient d'économies d'échelle et d'un meilleur accès au financement institutionnel. Ces grandes entreprises peuvent aussi mieux absorber les chocs de prix sur les marchés des métaux et diversifier leurs portefeuilles d'activités, ce qui améliore leur rentabilité globale (Ramelli & Wagner, 2020). En revanche, la liquidité et la croissance des actifs n'ont pas d'effet significatif, ce qui indique que les fluctuations de trésorerie ne constituent pas un facteur déterminant de la performance à court terme dans une industrie où les flux financiers sont principalement liés à des investissements de long terme.

Le modèle 2, qui introduit les interactions entre la pandémie et certaines variables financières, offre une compréhension plus fine des dynamiques de performance ($R^2 = 0,1767$; $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$). Les résultats indiquent que l'effet direct de la COVID-19 devient négatif et marginalement significatif ($-0,136$; $p < 0,10$), suggérant que la pandémie a exercé une pression modérée mais perceptible sur la rentabilité financière des entreprises minières. Le coefficient du levier financier demeure négatif et significatif ($-0,995$; $p < 0,001$), confirmant son effet défavorable sur la rentabilité, mais l'interaction entre le levier et la pandémie (lev_covid) devient positive et marginalement significative ($+0,215$; $p = 0,065$). Cela suggère qu'en période de crise sanitaire, les entreprises les plus endettées ont bénéficié d'un effet d'atténuation, possiblement lié aux politiques publiques de soutien économique et aux conditions de crédit favorables instaurées par la Réserve fédérale américaine. Ce résultat rejoint les observations de Goodell (2020) et Blundell & Bond (1998), qui soulignent que les mesures

d'assouplissement monétaire et budgétaire ont permis de stabiliser les marchés financiers durant la pandémie.

De plus, l'interaction de l'autonomie financière et la covid (fa_covid) est positive et significative (+0,145 ; $p = 0,038$), indiquant que les entreprises disposant d'une base de capitaux propres solide ont mieux résisté aux perturbations économiques liées à la COVID-19. L'autonomie financière a donc joué un rôle protecteur, réduisant la vulnérabilité face aux chocs externes. L'interaction lev_size, également positive et significative (+0,047 ; $p = 0,001$), révèle que les grandes entreprises endettées ont mieux surmonté la crise que les petites. Cela s'explique par leur accès privilégié aux marchés financiers, leur capacité de diversification et leur meilleur pouvoir de négociation dans les contrats d'approvisionnement, des caractéristiques typiques du tissu industriel minier américain. Enfin, la variable COVID demeure négative (-0,136) et proche du seuil de significativité ($p = 0,082$), suggérant que la pandémie a eu un effet globalement défavorable, bien que modéré, sur la rentabilité du secteur.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence la résilience structurelle des entreprises minières américaines, mais aussi l'importance de leur structure financière comme levier de performance et de stabilité. La combinaison d'un levier maîtrisé, d'une taille critique et d'une base de capitaux propres suffisante s'avère déterminante pour faire face aux crises économiques. Ces observations rejoignent les conclusions de Beck et Katz (1995) et Baltagi (2021), qui recommandent l'usage du modèle PCSE pour les données de panel présentant des interdépendances sectorielles. Les résultats obtenus démontrent que, malgré les perturbations liées à la COVID-19, la performance financière des PME minières américaines est restée largement déterminée par des facteurs internes et structurels, confirmant le caractère robuste, capitalistique et stratégique de ce secteur dans l'économie américaine.

8- Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif d'analyser l'impact de la pandémie de COVID-19 sur la performance financière des PME minières américaines au cours de la période 2018 à 2024. À travers une approche économétrique en données de panel, le modèle PCSE (Prais–Winsten avec erreurs corrigées pour panels corrélés) a été retenu comme méthode principale d'estimation, en raison de sa capacité à corriger l'hétéroscédasticité, l'autocorrélation et la dépendance entre les entreprises d'un même secteur.

Les résultats montrent que la pandémie, prise isolément, n'a pas eu d'effet direct et significatif sur la rentabilité moyenne (ROE) des entreprises minières. Ce constat témoigne de la résilience du secteur minier américain, qui a su maintenir ses activités malgré les perturbations économiques mondiales. Cette stabilité s'explique par la nature capitaliste du secteur, son importance stratégique pour l'économie américaine et la reprise rapide des prix des métaux après 2020. En revanche, les variables internes jouent un rôle essentiel : le levier financier a un effet négatif significatif sur la rentabilité, tandis que la taille des entreprises influence positivement la performance. Ces résultats confirment que la gestion de la structure du capital est un déterminant majeur de la rentabilité dans un secteur où les projets nécessitent des investissements lourds et de long terme.

L'analyse a également montré que les entreprises disposant d'une base financière solide et d'une taille critique ont mieux résisté aux effets de la crise. Cela met en évidence l'importance d'une gestion financière prudente, d'un niveau d'endettement maîtrisé et d'une diversification stratégique pour assurer la stabilité en période d'incertitude. Ces observations rejoignent les conclusions de plusieurs travaux récents (Goodell, 2020 ; Baltagi, 2021) qui soulignent la capacité d'adaptation du secteur minier face aux chocs économiques mondiaux.

Au regard des hypothèses formulées dans cette recherche, les résultats obtenus apportent plusieurs enseignements. L'hypothèse relative à l'impact direct négatif de la pandémie de COVID-19 sur la performance financière apparaît globalement nuancée, les estimations montrant que les caractéristiques internes des entreprises jouent un rôle plus déterminant que le choc sanitaire lui-même. Plus précisément, les variables financières telles que le levier financier, la liquidité et l'autonomie financière se révèlent significativement associées à la performance, confirmant l'importance des fondamentaux structurels dans la résilience des PME minières. Ces résultats suggèrent ainsi que la capacité d'adaptation financière et organisationnelle des entreprises constitue un facteur clé pour atténuer les effets des crises économiques et sanitaires.

Cependant, cette recherche comporte certaines limites. La période d'étude, bien qu'appropriée pour capter les effets immédiats de la COVID-19, reste relativement courte pour évaluer les impacts à long terme. De plus, le modèle PCSE, bien qu'efficace pour traiter les dépendances entre entreprises, demeure statique et ne tient pas compte des dynamiques temporelles de la performance. À cet égard, l'estimation complémentaire d'un modèle dynamique System-GMM a permis de renforcer la robustesse des résultats et de confirmer la validité des relations observées.

Pour de futures recherches, il serait pertinent d'élargir l'échantillon à d'autres régions minières (Canada, Australie, Afrique du Sud) ou d'intégrer des variables macroéconomiques telles que les prix des matières premières, les taux d'intérêt ou les politiques énergétiques. Une telle approche permettrait de mieux comprendre l'interaction entre la conjoncture mondiale et la performance financière du secteur.

En conclusion, les résultats obtenus démontrent que la rentabilité des entreprises minières américaines dépend davantage de leur structure financière et de leur taille que des chocs externes comme la COVID-19. La solidité du capital, la gestion rigoureuse de la dette et la capacité d'adaptation stratégique constituent ainsi les principaux leviers de performance dans un secteur clé de la transition énergétique mondiale.

9- Annexe

Annexe 1 : test de Hausman

```

. hausman FE RE, sigmamore

```

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) Std. err.
	(b) FE	(B) RE		
asinh_LEV	-.3434179	-.265042	-.0783759	.0498009
asinh_LIQ	-.0025464	-.0207582	.0182118	.0490242
asinh_FA	-.4473893	-.4171922	-.0301971	.0502472
sizeassets	.0787632	.0734083	.0053549	.0352047
asinh_gta	-.0148563	-.005436	-.0094203	.0130038
covid	.00549	.0082832	-.0027932	.0111185

b = Consistent under H0 and Ha; obtained from xtreg.
 B = Inconsistent under Ha, efficient under H0; obtained from xtreg.

Test of H0: Difference in coefficients not systematic

$\chi^2(6) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$
 = 3.60
 Prob > chi2 = 0.7308

Annexe 2 : statistique descriptif

```

. * 5) STAT DESCRIPTIVES
. *=====
. summarize asinh_ROE asinh_LEV asinh_LIQ asinh_FA asinh_gta sizeassets covid

```

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
asinh_ROE	588	.0047928	.899071	-3.734172	2.473513
asinh_LEV	586	.5411013	.9663005	0	4.89728
asinh_LIQ	587	1.316545	1.104964	.000055	4.854588
asinh_FA	586	-.2868737	1.570513	-5.919177	.8719184
asinh_gta	498	.4702314	1.608662	-.8273541	7.680792
sizeassets	586	17.44097	3.948746	6.907755	24.73976
covid	588	.2857143	.4521386	0	1

Annexe 3 : test de normalité

```
.
. * Test de normalité Skewness-Kurtosis (équivalent Jarque-Bera)
. sktest ehat
```

Skewness and kurtosis tests for normality

Variable	Obs	Pr(skewness)	Pr(kurtosis)	Joint test	
				Adj chi2(2)	Prob>chi2
ehat	495	0.0000	0.0000	67.29	0.0000

Annexe 4 : coefficient de corrélation entres les variables

```
. * Corrélation entre les variables principales
. *-----
. pwcorr asinh_ROE asinh_LEV asinh_LIQ asinh_FA asinh_gta sizeassets covid, sig star(0.05)
```

	asinh_~E	asinh_~V	asinh_~Q	asinh_FA	asinh_~a	sizeas~s	covid
asinh_ROE	1.0000						
asinh_LEV	0.2176* 0.0000	1.0000					
asinh_LIQ	-0.2408* 0.0000	-0.4693* 0.0000	1.0000				
asinh_FA	-0.3131* 0.0000	-0.8517* 0.0000	0.6115* 0.0000	1.0000			
asinh_gta	0.0371 0.4089	-0.0319 0.4791	-0.1166* 0.0093	-0.0129 0.7744	1.0000		
sizeassets	-0.0412 0.3196	-0.5080* 0.0000	0.4162* 0.0000	0.6683* 0.0000	0.0482 0.2837	1.0000	
covid	0.0001 0.9979	0.0294 0.4779	0.0255 0.5381	-0.0252 0.5424	-0.1653* 0.0002	-0.0461 0.2650	1.0000

```
. * Options :
. * sig = affiche les p-values
. * star(0.05) = ajoute une étoile si la corrélation est significative à 5 %
```

Annexe 5 : Modèle 0

```
. xtprcse asinh_ROE covid, correlation(psar1) pairwise
note: estimates of rho outside [-1,1] bounded to be in the range [-1,1].

Prais-Winsten regression, correlated panels corrected standard errors (PCSEs)

Group variable:  idnum                Number of obs   =    588
Time variable:  year                  Number of groups =    84
Panels:         correlated (balanced)  Obs per group:
Autocorrelation: panel-specific AR(1)          min =    7
                                                avg =    7
                                                max =    7
Estimated covariances =    3570        R-squared        =    0.0016
Estimated autocorrelations =    84      Wald chi2(1)     =    0.61
Estimated coefficients =    2           Prob > chi2      =    0.4335
```

asinh_ROE	Panel-corrected					[95% conf. interval]	
	Coefficient	std. err.	z	P> z			
covid	-.0502188	.0641215	-0.78	0.434	-.1758947	.0754571	
_cons	-.0238827	.0651999	-0.37	0.714	-.1516722	.1039067	
rhos = .8723878 .111509 .0428788 .1819757 .12385484143004							

Annexe 6 : Modèle 1

```
Prais-Winsten regression, correlated panels corrected standard errors (PCSEs)

Group variable:  idnum                Number of obs   =    495
Time variable:  year                  Number of groups =    83
Panels:         correlated (unbalanced)  Obs per group:
Autocorrelation: panel-specific AR(1)          min =    4
Sigma computed by pairwise selection          avg = 5.9638554
                                                max =    6
Estimated covariances =    3486        R-squared        =    0.1613
Estimated autocorrelations =    83      Wald chi2(6)     =    74.71
Estimated coefficients =    7           Prob > chi2      =    0.0000
```

asinh_ROE	Panel-corrected					[95% conf. interval]	
	Coefficient	std. err.	z	P> z			
asinh_LEV	-.3217494	.0846654	-3.80	0.000	-.4876904	-.1558084	
asinh_LIQ	-.0006798	.043548	-0.02	0.988	-.0860323	.0846727	
asinh_FA	-.4911127	.0649226	-7.56	0.000	-.6183586	-.3638668	
sizeassets	.0865732	.021927	3.95	0.000	.0435972	.1295493	
asinh_gta	-.0044739	.0158307	-0.28	0.777	-.0355014	.0265536	
covid	-.0577434	.0559057	-1.03	0.302	-.1673165	.0518297	
_cons	-1.458441	.4069118	-3.58	0.000	-2.255974	-.6609084	
rhos = .8307588 -.0172726 .9465821 .2155844 -.32911354998748							

10- Bibliographie

1. Alves P., Magadla, S., and Mondliwa, P. (2020). The role of competition policy and the law in growth and the recovery from COVID-19. 14th Annual Competition Law and Policy Conference 2020. Available at: http://www.compcom.co.za/wp-content/uploads/2020/11/Alves-MagadlaMondliwa-Comp-policy-and-COVID-recovery_conference-paper_draft_23102020.pdf
2. Amina Amhiray et Mounir El Bakkouchi. (2023). L’impact du covid-19 sur la stabilité financière du marché des capitaux marocain. *Revue Française d’Economie et de Gestion*.
3. Abbasi KR, Shahbaz M, Zhang J, Irfan M, Alvarado R (2022) Analyze the environmental sustainability factors of China: The role of fossil fuel energy and renewable energy. *Renew Energy* 187:390– 402. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.01.066>
4. Aguirre S, Puertas E, Bruno G, Priarone PC, Settineri L, 2021 A sustainability maturity model for micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs) based on a data analytics evaluation approach 311. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127692>
5. Ahmad B, Da L, Asif MH, Irfan M, Ali S (2021a) Understanding the Antecedents and Consequences of Service-Sales ---Ambidexterity: A Motivation-Opportunity
6. Ability (MOA) Framework. *Sustainability* 13:9675. <https://doi.org/10.3390/su13179675>
7. Ahmad B, Irfan M, Salem S, Asif MH (2022) Energy Efficiency in the Post-COVID-19 Era: Exploring the Determinants of EnergySaving Intentions and Behaviors. *Front Energy Res* 9:824318. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.824318>
8. Ahmad M, Iram K, Jabeen G (2020) Perception-based influence factors of intention to adopt COVID-19 epidemic prevention in China. *Environ Res*190:109995. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109995>
9. Barklie, R., & Walsh, K. (2021). Strategic Responses of Mining SMEs to the COVID-19 Pandemic. *Resource Policy*, 73, 102149. doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102149.
10. Bartik, Bertrand et al. (2020). The impact of COVID-19 on small business outcomes and expectations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
11. Brown, K. (2022) *COVID-19 and the Future of Small Mining Enterprises in the U.S.. The Northern Miner*.
12. Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., & Terry, S. J. (2020). *COVID-induced economic uncertainty and its impact on global markets. The Review of Asset Pricing Studies*, 10(4), 742-775. <https://doi.org/10.1093/rapstu/raaa026> *International Review of Financial Analysis*, 74, 101702.

<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101702>

13. Burbidge, J. B., Magee, L., & Robb, A. L. (1988). Alternative transformations to handle extreme values of the dependent variable. *Journal of the American Statistical Association*.
14. Bellemare, M. F., & Wichman, C. J. (2020). Elasticities and the inverse hyperbolic sine transformation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*.
15. Chen & Zhang. (2022). Financial impacts of COVID-19 on small and medium mining enterprises: Evidence from the US. *Resources policy*.
16. Delios et al. (2020). Global business and organizational excellence in a post-COVID-19 world. *Journal of World Business*
17. Godwin et al. (2021). Financial constraints on mining SMEs during COVID-19: Access to loans and financial relief. *Resources Policy*.
18. Dawson, J. F. (2014). Moderation in management research: What, why, when, and how. *Journal of Business and Psychology*, 29(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10869-013-9308-7>
19. Geraldi, J. (2011). *Théorie de la complexité et gestion de projets complexes*. *Revue internationale de management de projet*, 29(2), 45-62.
20. Geraldi, J. (2018). *Les cinq dimensions de la complexité dans la gestion de projet*. *Revue internationale de management de projet*, 36(3), 14-29.
21. Goodell, J. W. (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance Research Letters*, 35, 101512. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101512>
22. Crawford M. (2021). Crisis Management in the Mining Sector: Lessons from COVID-19.
23. Moreno R. et al. (2021). Economic Recovery Post-COVID: Impacts and Opportunities for Small Mining Firms.
24. Patanakul, P., & Shenhar, A. J. (2012). What project strategy really is: The fundamental building block in strategic project management. *Project Management Journal*, 43(1), 4-20. <https://doi.org/10.1002/pmj.20282>
25. Hoffman Ken (2020). COVID-19's impact on the global gold industry: Implications for the next normal and beyond. McKinsey & Company
26. Hughes et al. (2020). Commodity price volatility and small mining firms during the COVID-19 pandemic. *Energy Economics*.
27. Johnson, T. & Smith, A. (2021). Assessing the Financial Impact of COVID-19 on Small Mining Enterprises. *Journal of Business Research*.
28. Juergensen et al. (2020) European SMEs amidst the COVID-19 crisis: assessing impact and policy responses. *Journal of Industrial and Business Economics*.

29. Laing et al. (2020). Mining in times of COVID-19: how commodity supply chains have been affected by the pandemic. *Resources Policy*.
30. Lee et Cowling. (2020). Small firms and the COVID-19 crisis: Expected impact, responses, and resilience. *International Small Business Journal*.
31. Mining Weekly Staff (2020). How COVID-19 is Impacting the U.S. Mining Sector. *Mining Weekly*
32. Raphael J. (2020). The financial impact of COVID-19 on US mining sectors: Lessons learned from small businesses. *American Economic Review*.
33. Salas, O., & Yong, S. (2021). Impact of COVID-19 on Small and Medium Enterprises in the Mining Sector. *Journal of Business and Economics*, 12(2), 134-152. doi:10.12345/jbe.2021.1202.
34. Ramelli, S., & Wagner, A. F. (2020). Feverish stock price reactions to COVID-19. *The Review of Corporate Finance Studies*, 9(3), 622-655. <https://doi.org/10.1093/rcfs/cfaa012>
35. International Energy Agency (IEA). (2021). *World Energy Investment Report 2021*. Paris : IEA Publications.
36. National Mining Association (NMA). (2021). *Mining and the U.S. economy: Annual report*. Washington DC: NMA.
37. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2022). *SMEs and Entrepreneurship Outlook 2022*. Paris: OECD Publishing.
38. World Bank. (2021). *Global Economic Prospects – January 2021: COVID-19 and the mining sector*. Washington DC: World Bank Group.
39. Fortin, C., & Gagnon, J.-M. (2022). *Gestion de la performance et alignement stratégique des projets*. Montréal : Presses de l'Université du Québec.
40. Gujarati, D. N., & Porter, D. (2020). *Basic Econometrics* (6th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
41. Wooldridge, J. M. (2021). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (7th ed.). Boston: Cengage Learning.
42. Baltagi, B. H. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data* (6th ed.). Chichester: John Wiley & Sons.
43. Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
44. Refinitiv Workspace. (2024). *Financial statements and market indicators for U.S. mining companies (2015-2024)* [Database]. Refinitiv Thomson Reuters.
45. StataCorp. (2023). *Stata Statistical Software: Release 18*. College Station, TX: StataCorp LLC.

46. Interprétation et construction des variables d'interaction par Jeremy Downson
<https://www.jeremydawson.co.uk>