

Les Aspects du Big-data dans la finance : Transformations, solutions numériques et nouveaux risques dans le système financier

Aspects of Big-data in finance: Transformations, digital solutions and new risks in the financial system

Wiam ZAIMI, (Docteure)

*Ecole Nationale de Commerce et de Gestion
 Université Ibn Tofail de Kénitra, Maroc*

Abdeslam EL MOUDDEN, (Enseignant-Chercheur)

*Ecole Nationale de Commerce et de Gestion
 Université Ibn Tofail de Kénitra, Maroc*

Adresse de correspondance :	Ecole Nationale de Commerce et de Gestion Campus universitaire B.P : 1420. Kenitra - 14000 Université Ibn Tofail Maroc (Kenitra) 14000
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude et ils sont responsables de tout plagiat dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	ZAIMI, W., & EL MOUDDEN, A. (2024). Les Aspects du Big-data dans la finance : Transformations, solutions numériques et nouveaux risques dans le système financier. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 5(5), 665-679. https://doi.org/10.5281/zenodo.11322054
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Les Aspects du Big-data dans la finance : Transformations, solutions numériques et nouveaux risques dans le système financier

Résumé

La digitalisation du secteur financier confère aux technologies du big data comme celles de l'analyse avancée, de l'apprentissage automatique, de l'intelligence artificielle et du cloud la possibilité de pénétrer et de révolutionner la concurrence des acteurs financiers sur le marché. Quant aux grandes entreprises, elles optent pour ces nouvelles technologies pour mener à bien leur transformation numérique, faire face à la demande des clients et favoriser leur rentabilité. Le secteur financier évoluant et se réorganisant de plus en plus autour d'une approche axée sur les données, les organisations doivent répondre à ces changements de manière volontaire et exhaustive. Avec des solutions technologiques efficaces capables de répondre aux exigences analytiques avancées de la transformation numérique, les organisations financières pourront parfaitement profiter des masses de données non structurées, révéler de nouveaux avantages concurrentiels et saisir des opportunités de marché. Cependant, comme les institutions financières ne sont pas nées dans le paysage digital, il leur faut passer par un long processus de conversion qui a nécessité des changements comportementaux et technologiques. Afin de bien s'adapter et faire adapter leurs approches et outils conventionnelles à ces mutations et éviter tous les éventuels risques engendrés par cette révolution. La présente recherche repose sur une méthodologie exploratoire, consistant principalement en un travail d'investigation théorique et technique. Elle vise à identifier les aspects du big data dans le domaine de la finance et les nouveaux risques d'un système financier numérique, tout en mettant en lumière les solutions numériques mises en œuvre dans ce contexte. L'analyse théorique déployée soutient, d'une part, que le monde de la finance relève d'une évolution continue caractérisée par l'explosion des données, l'essor de l'IA et des outils de la technologie financière. D'autre part, de nouveaux défis s'ajoutent au panier des risques classiques, qui mettent de plus en plus en péril le système financier.

Mots clés : Big Data ; système financier ; transformation digitale ; IA ; risque financier ; solution numérique.

JEL Classification : G17

Type de l'article : Article théorique

Abstract

The digitalization of the financial sector allows big data technologies such as advanced analytics, machine learning, artificial intelligence, and the cloud to penetrate and revolutionize the competitive landscape for financial market players. Major companies are adopting these new technologies to successfully carry out their digital transformation, meet customer demands, and enhance their profitability. As the financial sector increasingly evolves and reorganizes around a data-driven approach, organizations must respond to these changes proactively and comprehensively. With effective technological solutions capable of meeting the advanced analytical demands of digital transformation, financial organizations can fully leverage vast amounts of unstructured data, uncover new competitive advantages, and seize market opportunities. However, since financial institutions were not originally established in a digital environment, they must undergo a lengthy conversion process that necessitates both behavioral and technological changes. This adaptation is crucial to adjust their conventional approaches and toolkits to these transformations and to avoid potential risks arising from this revolution. The present research is based on an exploratory methodology, primarily involving theoretical and technical investigation. It aims to identify the aspects of big data in the finance sector and the new risks associated with a digital financial system, while highlighting the digital solutions implemented in this context. The theoretical analysis suggests, on one hand, that the financial world is undergoing continuous evolution characterized by a data explosion, the rise of AI and financial technology tools. On the other hand, new challenges are being added to the traditional risk portfolio, increasingly jeopardizing the financial system.

Keywords: Big Data; financial system; digital transformation; AI; financial risk; digital solution.

Classification JEL: G17

Paper type: Theoretical Research

1. Introduction

Le domaine financier constitue une vaste source de données, englobant à la fois des données structurées, celles organisées et utilisées dans les opérations courantes des entreprises pour la prise de décision, et des données non structurées, provenant de diverses sources et en augmentation constante, offrant ainsi un terrain fertile pour des analyses approfondies. Qu'elles soient structurées ou non, ces données massives sont continuellement scrutées par diverses entités dans un but pluriel. Toutefois, seuls ceux dotés de la compétence nécessaire pour les interpréter peuvent réellement en tirer parti.

Il semble évident que la conception du Big Data dans le domaine de la recherche financière doit différer de celle utilisée en ingénierie et en statistiques. Les chercheurs dans ces domaines mettent l'accent sur le développement d'infrastructures et d'outils pour collecter, stocker, gérer et analyser les données. En revanche, les économistes financiers se concentrent sur l'application de ces outils pour explorer des questions économiques pertinentes. Selon Goldstein & all, (2021), il est risqué de proposer une définition exhaustive à ce stade, néanmoins il a essayé de proposer trois attributs qui, pris ensemble, pourraient définir le Big Data dans la recherche financière : grande taille, haute dimension et structure complexe. Cette conceptualisation intègre les traits distinctifs des données ainsi que les nouvelles perspectives de recherche qui ne peuvent être explorées à l'aide de données de taille modeste.

D'après Talend (2022), « Le big data dans la finance fait référence aux pétaoctets de données structurées et non structurées qui peuvent être utilisées pour anticiper le comportement des clients et créer des stratégies pour les banques et les institutions financières ». Donc, le Big Data offre aux acteurs financiers un réservoir immense de données parmi lesquelles ils doivent sélectionner celles les plus pertinentes. L'analyse des divers indicateurs et rapports détient le pouvoir d'influencer les décisions à venir. De plus, les données émotionnelles, démographiques et de localisation ne doivent pas être négligées. Par conséquent, certaines entreprises font appel à des experts tandis que d'autres optent pour l'intelligence artificielle. À l'heure actuelle, des robots sont même déployés pour analyser les mégadonnées à la place des êtres humains.

Par conséquent, La motivation de notre recherche vient du fait que la digitalisation des différentes opérations en particulier les opérations financières, est devenue une nécessité incontournable pour les managers et les parties prenantes des différents organismes. L'objectif est de traquer précisément le comportement des agents pour anticiper le futur, prévenir et influencer leurs comportements prochains. D'une part, les Big Data sont très prometteurs pour la découverte de modèles et il apporte de nouvelles opportunités à la société moderne, d'autre part, la qualité et la gestion de ces données ainsi que la protection de la vie privée posent des défis autant aux économistes qu'aux data scientists.

Ainsi, l'hypothèse de cet essai est que les avancées dans les solutions numériques et les technologies émergentes ouvrent des opportunités prometteuses pour résoudre les défis majeurs du développement. Cependant, une telle progression pourrait potentiellement compromettre la sécurité des opérations et/ou encourager la montée de la cybercriminalité et le blanchiment d'argent, amplifiant ainsi les risques classiques du système financier, comme cela a été le cas lors de la crise financière de 2008. Dans cette perspective, l'objectif principal de ce papier de recherche est de mettre en lumière les aspects du Big Data dans l'industrie financière en explorant : Comment les solutions numériques fusionnent les mégadonnées financières avec les capacités technologiques. Comment ce progrès met en péril le système financier en aggravant les risques déjà existants et engendrant de nouveaux défis dans ce système. Et quelles sont les solutions numériques pratiquées à cet égard.

Pour y parvenir, l'article est structuré autour de cinq sections dont la première est une introduction et la deuxième dédiée à la revue de la littérature. Dans la troisième section, nous présentons les aspects du big data dans le secteur financier, dans ce cadre, nous traitons

l'ensemble des transformations numériques dans les activités du secteur financier et bancaire ainsi que l'ensemble des outils numériques appliqués dans la finance. Dans une quatrième section, nous discutons l'apparition de nouveaux risques dus à ce changement digital et qui menace la stabilité financière. Et enfin nous illustrerons dans la dernière section quelques exemples de solutions numériques mises en œuvre dans ce contexte.

2. Revue de la littérature

Depuis la révolution numérique des marchés financiers, les chercheurs et les théoriciens en finance et en digital collaborent continuellement pour optimiser l'utilisation des technologies du big data dans l'industrie financière. Cette dernière requiert une attention particulière de la part des professionnels du secteur ainsi que des universitaires, car elle constitue la pierre angulaire du système financier. Une perturbation de ce système peut entraîner l'effondrement de l'économie. Cette revue de la littérature explore les recherches actuelles sur les applications du big data dans le secteur financier, les défis rencontrés et les solutions mises en œuvre.

2.1. Importance et Applications du Big Data dans la Finance

Le big data est caractérisé par ses quatre principales dimensions : le volume, la variété, la vitesse et la véridité. Chen & all (2012) ont exploré ces caractéristiques et leur impact sur la gestion de l'information dans la finance. Le travail de McAfee & Brynjolfsson (2012) a souligné l'importance stratégique du big data pour les entreprises, y compris celles du secteur financier, montrant comment l'analyse des big data peut améliorer la prise de décision et offrir des avantages concurrentiels. En matière de gestion des risques, Guo & Viktor (2016) ont démontré l'efficacité des algorithmes de machine learning pour la prévision des risques financiers, ces algorithmes peuvent prédire des événements à risque avec plus de précision en analysant de grandes quantités de données historiques et en temps réel. Tandis que Boly & Misra (2017) ont exploré comment le big data et l'analyse avancée peuvent détecter des fraudes en temps réel, améliorant ainsi la conformité et la sécurité des transactions. Dans le contexte de la conformité réglementaire, Gomber & all (2018) ont analysé l'impact du big data sur la surveillance réglementaire, mettant en évidence les défis et les avantages de l'automatisation des processus de conformité. Ils ont conclu que le big data permet une surveillance plus efficace et plus précise, réduisant ainsi les risques de non-conformité. Et pour montrer l'importance du big data au sujet de personnalisation des services financiers, L'étude de Aruldoss & all (2015) a met en valeur comment les institutions financières utilisent le big data pour offrir des produits et des services personnalisés en analysant les comportements et les préférences des clients. Cette personnalisation permet aux institutions de mieux répondre aux attentes des clients et d'améliorer leur satisfaction et fidélité.

2.2. Défis et Risques du Big Data dans la Finance

La gestion de vastes volumes de données soulève des préoccupations en matière de sécurité et de confidentialité. Wamba & Akter (2015) ont discuté des défis de la sécurité des données dans les systèmes financiers utilisant le big data, y compris les cyberattaques et les violations de données. Ils ont mis en avant l'importance de mettre en place des mesures de sécurité robustes pour protéger les données sensibles. L'intégration des technologies de big data dans les systèmes financiers existants peut être coûteuse et chronophage. Davenport & Harris (2007) ont souligné les défis de cette intégration, nécessitant des mises à jour infrastructurelles importantes et une réorganisation des processus existants. Enfin, L'adoption des technologies de big data nécessite un changement de culture organisationnelle et des compétences. Bughin & all (2013) ont exploré les changements comportementaux nécessaires pour adopter les technologies de big data, notamment la formation des employés et la gestion du changement.

2.3. Solutions et Bonnes Pratiques

Dans la sphère du Big Data, plusieurs théoriciens et data-scientists ont proposé des approches et des solutions numériques afin d'inciter l'industrie financière d'accompagner la globalisation, voire de trouver des remèdes à des problématiques de nature numérique. Sun & all (2017) ont suggéré une approche progressive pour l'intégration du big data, minimisant les perturbations et permettant une adaptation plus fluide. Cette approche progressive permet aux institutions de s'adapter progressivement aux nouvelles technologies et de tirer parti de leurs avantages sans perturber leurs opérations courantes. Alors que Hashem & all. (2015) ont proposé des solutions de sécurité avancées comme le chiffrement et la tokenisation pour protéger les données financières sensibles. Ces technologies de sécurité permettent de garantir la confidentialité et l'intégrité des données tout en minimisant les risques de violations. Gomber & all. (2017) ont montré que les collaborations avec les fintechs permettent aux institutions financières de bénéficier de l'expertise et des solutions innovantes nécessaires pour tirer parti du big data. Ces partenariats peuvent aider les institutions à surmonter les défis technologiques et à adopter plus rapidement les nouvelles technologies.

3. Les aspects du Big Data dans le secteur financier

3.1. Transformation numérique dans les activités du secteur financier et bancaire

D'après De Galhau, (2016), Le Big Data suscite une offre aussi inventive que multiforme, un phénomène qui a tendance de faire évoluer le domaine bancaire et financier dans le sens d'un écosystème qui se caractérise par une forte hétérogénéité des intervenants. Des acteurs traditionnels que sont les institutions financières, Des grandes marques internationales du monde digital (Google, Apple, IBM, Microsoft, Amazon, Facebook, etc.), Des opérateurs de télécommunication qui détiennent une base de clients très importante ainsi qu'une grande aptitude à l'innovation grâce aux téléphones portables et les fameuses fintechs qui sont des entreprises novatrices dans le domaine des technologies financières, souvent de petite taille. En effet, à travers cette transformation du secteur financier, les entités non financières se lancent dans des activités financières réglementées, affectant du même coup les modèles bancaires classiques et les conditions de fonctionnement du système financier. De son côté, De Galhau, (2016) a éclairé les différentes formes de cette transformation en commençant par l'élargissement de l'offre grâce aux innovations numériques et qui se manifeste dans trois principaux services :

- **Services de paiement :**

La standardisation et les coûts élevés des opérations dans les services bancaires de détail font ressortir l'émergence de concurrents numériques offrant des solutions de paiement moins coûteuses. Cette transition vers le numérique entraîne la création de nouveaux acteurs tels que les établissements de paiement pour réguler cette concurrence. De nouveaux fournisseurs, comme les tiers prestataires de services de paiement et les agrégateurs, facilitent les transactions entre consommateurs et commerçants. Les monnaies virtuelles comme le bitcoin défient le monopole des banques centrales sur l'émission monétaire, bien que leur adoption reste limitée.

- **Les services de financement :**

De même, pour le financement des entreprises, la digitalisation ouvre des perspectives d'innovation, ce qui contribue, à diversifier l'offre hors du secteur bancaire. Simultanément, les entreprises (notamment les très petites, petites et moyennes entreprises) sont entreprises et moyennes entreprises) ont exprimé un besoin de sources de financement alternatives et mieux adaptées à leurs besoins.

A ce titre, on assiste au développement des plateformes de financement participatif ou crowdfunding. Ces plateformes offrent la possibilité de répondre à de petits besoins en fonds propres ou en dettes - crowdlending - et représentent un complément aux modalités de financement en vigueur. Toutefois, elles sont encore limitées par rapport aux besoins de financement des entreprises. En effet, le développement du crowdfunding est plus marqué aux États-Unis qu'en Europe en général, en raison d'une plus grande maturité du marché et d'un modèle de financement de l'économie structurellement plus désintermédié.

- **Services d'investissement :**

Les innovations technologiques dans le fonctionnement des marchés financiers ont eu des conséquences importantes, notamment en ce qui concerne les méthodes de négociation. Les sociétés de trading à haute fréquence (HFT) sont désormais des acteurs incontournables sur les marchés d'actions. Les NHF présentent deux caractéristiques qui leur permettent d'effectuer un très grand nombre de petites transactions avec des échéances très courtes, souvent sur une base intra journalière :

- Un accès ultrarapide, soit quelques millisecondes, aux plateformes de négociation et aux informations sur les marchés ;
- Le fonctionnement d'algorithmes de négociation dépourvus de toute intervention humaine en période d'ouverture des marchés.

3.2. Machine Learning

La performance des outils analytiques classiques n'est pas suffisante pour tirer pleinement parti de la valeur du Big Data. La quantité de données à traiter dans l'industrie financière est trop importante pour permettre une analyse compréhensive, tout comme les corrélations et les relations entre les données qui sont trop nombreuses et qui empêchent les analystes de tester toutes les hypothèses pour en tirer de la valeur. Au moyen de méthodes analytiques basiques, les outils de business intelligence et de reporting servent à calculer des sommes, à établir des comptes et à effectuer des requêtes SQL. Quant au traitement analytique en ligne, il s'agit d'une extension systématisée de ces outils analytiques de base qui exige de recourir à une intervention humaine pour préciser les éléments à calculer.

Le Machine Learning est la solution idéale pour exploiter à fond les opportunités dissimulées du Big Data, car les algorithmes d'apprentissage automatique sont aptes à être appliqués à tout élément de l'opération Big Data, y compris la segmentation des données, l'analyse des données et la simulation. Grâce à cette technologie, il est possible d'extraire de la valeur à partir de sources de données aussi massives que variées, sans avoir besoin de recourir à un humain. Elle est axée sur les données et est adaptée à la complexité des immenses sources de données du Big Data.

Le Machine Learning fait partie des technologies d'intelligence artificielle qui permettent aux ordinateurs d'apprendre sans être explicitement programmés pour le faire. Cependant, pour apprendre et se développer, les ordinateurs ont besoin de données à analyser et sur lesquelles s'entraîner. En fait, « le Big Data est l'essence de la Machine Learning, et c'est la technologie qui permet d'exploiter le plein potentiel du Big Data. » (Bastien, 2022). L'apprentissage automatique regroupe une multitude de méthodes permettant de créer automatiquement des modèles à partir de données. À vrai dire, ces méthodes sont des algorithmes. Ce concept relève d'une science moderne qui consiste à détecter des patterns et à faire des prédictions à partir de données reposant sur les statistiques, le forage de données, l'analyse prédictive et la reconnaissance de patterns.

Le machine learning révolutionne la finance en permettant une analyse avancée des données financières et en automatisant de nombreuses tâches traditionnellement effectuées par les humains. Les algorithmes de machine learning peuvent détecter des modèles complexes dans

les données financières, ce qui permet d'améliorer les prévisions de marché, de gérer les risques et d'optimiser les décisions d'investissement. De plus, le machine learning est utilisé dans la détection de la fraude, la gestion des portefeuilles et la personnalisation des services financiers pour les clients. En somme, le machine learning est devenu un outil indispensable dans le secteur financier, offrant des avantages significatifs en termes d'efficacité, de précision et de personnalisation des services.

3.3. L'intelligence artificielle :

Depuis plus de deux décennies, la révolution numérique a profondément altéré nos modes de vie, personnel et professionnel. Zhao (2018) stipule que cette mutation dans le domaine des télécommunications a été constamment catalysée par l'émergence et l'amélioration constante des technologies numériques, dont l'intelligence artificielle (IA) représente un pilier crucial. L'IA, aujourd'hui largement discutée, englobe la recherche informatique visant à créer des systèmes complexes capables de simuler divers aspects de l'intelligence humaine, tels que la compréhension, le raisonnement et l'apprentissage. En d'autres termes, elle vise à doter les machines de capacités imitant l'intelligence humaine.

Cette avancée technologique récente, combinée à la technologie industrielle, permet de pallier de nombreuses erreurs humaines, améliorant ainsi les performances dans divers domaines. Dans le domaine financier, l'IA a été au cœur de la transformation depuis les années 2000, notamment à travers le trading algorithmique et le trading haute fréquence (THF) aux États-Unis. Ces pratiques reposent sur l'automatisation des transactions boursières à une vitesse extrême, sans intervention humaine, grâce à des algorithmes analysant et anticipant les tendances du marché. Ainsi, la négociation et l'intermédiation financières ont été les premières opérations à être révolutionnées par l'IA, entraînant progressivement une transition vers des services d'investissement moins monopolistiques et plus transparents, favorisant des marchés financiers plus efficaces et équitables. (BAALI & AIT HBIBI, 2023)

Par ailleurs, le big data permet aux algorithmes d'IA d'analyser des ensembles de données beaucoup plus vastes et plus variés qu'auparavant, ce qui améliore la précision des prévisions et des recommandations financières. Par exemple, les algorithmes d'IA peuvent utiliser des données comportementales des clients pour personnaliser les recommandations d'investissement ou de gestion de patrimoine.

3.4. Les FinTechs :

Selon Schueffel (2016), les économistes modernes perçoivent la Fintech comme une nouvelle branche de l'industrie financière qui utilise la technologie pour améliorer ses activités. Les FinTech, ou technologies financières, représentent un secteur en plein essor qui fusionne les technologies de l'information (big data) avec les services financiers traditionnels. Leur émergence a apporté de nombreux avantages à la fois dans le domaine financier et économique :
Accessibilité accrue aux services financiers : Les FinTech ont considérablement élargi l'accès aux services financiers, en particulier dans les régions où les institutions financières traditionnelles sont moins présentes. Grâce à des plateformes en ligne et des applications mobiles conviviales, les services financiers tels que les prêts, les paiements, et les investissements sont devenus accessibles à un plus grand nombre de personnes, y compris les populations non bancarisées ou sous-bancarisées.

Innovation et diversification des produits : Les FinTech ont stimulé l'innovation dans le secteur financier en introduisant de nouveaux produits et services. Par exemple, des plateformes de prêt en ligne utilisant des algorithmes d'évaluation du risque alternatifs permettent d'accorder des prêts plus rapidement et à des taux plus compétitifs. De plus, et dans ce sens, les FinTech utilisent le big data pour développer des modèles prédictifs avancés qui peuvent aider à évaluer les risques, détecter la fraude et personnaliser les offres de produits financiers pour les clients.

De même, les technologies de blockchain sont utilisées pour créer des crypto-monnaies et des contrats intelligents, ouvrant de nouvelles possibilités dans les paiements internationaux et la finance décentralisée.

Réduction des coûts : Les FinTech ont contribué à réduire les coûts des transactions financières en automatisant de nombreuses opérations et en réduisant la nécessité d'infrastructures physiques coûteuses. Cela se traduit souvent par des frais moins élevés pour les consommateurs et les entreprises, rendant les services financiers plus abordables et compétitifs.

Amélioration de l'efficacité : Les technologies telles que l'intelligence artificielle, l'analyse de données et l'automatisation ont permis d'améliorer l'efficacité opérationnelle des institutions financières. Par exemple, l'utilisation d'algorithmes d'apprentissage automatique dans la détection de la fraude permet de repérer les schémas suspects plus rapidement et avec une plus grande précision, réduisant ainsi les pertes financières.

Expansion de l'inclusion financière : Les FinTech ont joué un rôle crucial dans l'expansion de l'inclusion financière en offrant des services adaptés aux besoins des populations mal desservies par les institutions financières traditionnelles. Cela inclut les services de paiement mobile, les micro-crédits et les plateformes d'investissement accessibles à partir de smartphones, contribuant ainsi à réduire les écarts en matière d'accès aux services financiers. En outre, le big data est utilisé dans ce sens en permettant aux FinTech d'analyser les données transactionnelles des clients pour évaluer leur solvabilité et leur fiabilité en tant que clients.

En gros, l'impact des FinTech continue de se faire sentir à mesure que de nouvelles technologies émergent et que les modèles commerciaux évoluent pour répondre aux besoins changeants des consommateurs et des entreprises. Confirme Scardovi (2017), pour rester compétitifs et garantir leur longévité sur le marché, les services financiers doivent s'adapter au rythme de la révolution numérique.

3.5. La Blockchain

La Blockchain joue un rôle crucial dans la finance en offrant une infrastructure décentralisée et sécurisée pour les transactions financières et les échanges de données. En éliminant les intermédiaires traditionnels, elle réduit les coûts, accélère les transactions et renforce la transparence. De plus, elle facilite l'inclusion financière en permettant l'accès aux services financiers à des populations auparavant exclues. Deepa & all (2022) affirme que la blockchain est une technologie de registre perturbatrice qui a suscité un intérêt significatif pour soutenir les systèmes de big data avec une sécurité élevée et une gestion efficace du réseau, en mettant en évidence les motivations d'intégrer la blockchain avec le big data.

La croissance exponentielle des appareils connectés à Internet a entraîné une augmentation rapide du volume de données stockées dans des emplacements tiers tels que le cloud, créant ainsi de nouveaux défis en matière de sécurité et de confidentialité des données. Les solutions traditionnelles de sécurité, telles que les pare-feux, s'avèrent insuffisantes pour protéger les mégadonnées, car ces données ne sont pas sous le contrôle direct des organisations et ne sont pas stockées dans leur réseau. L'utilisation de la blockchain pour stocker les mégadonnées présente un potentiel prometteur pour répondre à ces défis, en offrant un stockage crypté et décentralisé qui rend l'accès non autorisé aux données extrêmement difficiles.

La manipulation des données dans les big data pour influencer les analyses est un risque potentiel. La caractéristique d'immuabilité de la blockchain rend pratiquement impossible la falsification des données stockées dans son réseau. Pour altérer les données, il faudrait modifier au moins 50% des nœuds du réseau, une tâche presque irréalisable. De plus, cette immuabilité assure la fiabilité des données enregistrées dans la blockchain.

La blockchain permet une analyse en temps réel des big data en enregistrant chaque transaction. Cette capacité facilite le règlement quasi-instantané des transactions transfrontalières pour les banques et les institutions financières, grâce à l'intégration de l'analyse de big data dans la

blockchain. De plus, les banques peuvent surveiller les modifications de données en temps réel, ce qui leur permet de prendre des décisions telles que le blocage des transactions en temps réel. L'association entre la blockchain et les big data facilite le partage sécurisé des données entre les fournisseurs de services et les autres parties prenantes, minimisant ainsi les risques de fuite de données. De plus, en stockant les big data issues de diverses sources dans la blockchain, la redondance des analyses de données peut être évitée, car chaque expérience est enregistrée dans la blockchain.

En utilisant la blockchain pour le stockage de données, la qualité des big data peut être améliorée car elles sont structurées et complètes, évitant ainsi la complexité de l'intégration des données provenant de sources variées. Cela permet aux scientifiques des données de travailler sur des données de haute qualité pour produire des prédictions plus précises en temps réel.

3.6. Le Data Mining

Le Data Mining constitue une composante essentielle des technologies Big Data ainsi que des autres techniques d'analyse des données. Il est à l'origine de l'analyse des Big Data, de l'analyse prédictive et de l'exploration des données. Selon Bastien (2022), le Data Mining est le terme utilisé pour décrire l'analyse des données sous différents angles et la transformation de ces données en informations utiles, en établissant des relations entre les données ou en identifiant des patterns. Les entreprises peuvent ensuite utiliser ces informations pour augmenter leurs ventes ou réduire leurs coûts. Elles peuvent également être utilisées pour mieux comprendre une base de clients afin d'établir de meilleures stratégies de marketing.

Le data mining, également appelé exploration de données, joue un rôle crucial dans le domaine de la finance. Tout d'abord, il permet aux institutions financières d'extraire des informations précieuses à partir de vastes ensembles de données financières, telles que les transactions, les historiques de crédit, les marchés boursiers et les données macroéconomiques. Ces informations peuvent être utilisées pour prendre des décisions éclairées en matière d'investissement, de gestion des risques et de planification financière. Ensuite, le data mining est utilisé pour détecter des schémas et des tendances dans les données financières, ce qui permet aux institutions financières d'anticiper les mouvements du marché, de prévoir les risques et les opportunités, et de développer des stratégies de trading plus efficaces. De plus, le data mining est essentiel pour la détection de la fraude et la conformité réglementaire dans le secteur financier. En analysant les données transactionnelles et comportementales, les institutions financières peuvent identifier les activités suspectes et les comportements frauduleux, et prendre des mesures préventives pour protéger leurs clients et leur réputation.

4. Nouveaux risques financiers liés au big data

À la faveur de la croissance, de la numérisation des processus et des services, les entreprises peuvent collecter et générer davantage de données. Outre l'évolution de leurs activités, cette masse d'informations peut être exploitée pour fortifier leur gestion des risques (financiers, de marché, opérationnels, de conformité...). Cependant, cette évolution est susceptible non seulement de réduire la sécurité des opérations ou de faciliter la cybercriminalité, mais aussi d'accroître les risques traditionnels et d'introduire de nouveaux risques dans le système financier.

« Désormais, la finance mondialisée représente à elle seule un écosystème complexe et transnational, engageant de multiples intervenants » précise Gayraud (2014). D'après lui Ce monde globalisé de la finance présente cinq aspects sans précédent dans l'histoire : des volumes vertigineux déconnectés de l'économie réelle, une opacité grandissante, une régulation et une surveillance crédible quasi impossible, une fragmentation accélérée sur de multiples places, une

politique avérée. Ainsi, au début du XXI^e siècle, le secteur financier mondial apparaît comme un territoire largement dysfonctionnel et anarchique.

4.1. La sécurité des transactions

Selon De Galhau (2016), Avec la numérisation des services financiers, les banques centrales sont confrontées à un challenge dans leur mission d'assurer la sécurité des opérations de paiement, de compensation et de règlement. En ce qui concerne les paiements, par exemple, l'apparition de nouveaux acteurs et de nouveaux moyens de paiement a fait évoluer les sources de risque. En effet, le développement du e-commerce dès le début des années 2000 est allé de pair avec l'utilisation de paiements à distance, pas seulement au moyen de cartes électroniques, mais également via d'autres outils innovants tels que les portefeuilles électroniques, les solutions de paiement basées sur des virements bancaires, ou à partir d'un compte bancaire, voire des paiements intégrés directement dans les applications mobiles, permettant de réaliser des transactions plus rapides sur les smartphones.

De manière plus globale, on peut penser par exemple qu'un développement important au niveau des systèmes d'échange décentralisé, couvert par la fameuse technologie blockchain sous-jacente au bitcoin, entraînerait un bouleversement dans les conditions d'exercice de la fonction de sécurité des banques centrales. Ces modèles d'échange sont susceptibles de remplacer le mode de fonctionnement classique des chambres de compensation reposant sur l'agrégation et la compensation centralisées des flux, ce qui influe par ailleurs sur les systèmes de gestion des garanties ou les méthodes d'enregistrement des actifs. Néanmoins, à l'exception du bitcoin, la phase expérimentale de cette technologie est encore très limitée. Afin de pouvoir valider son potentiel de développement, il convient de vérifier préalablement un ensemble de critères, notamment en termes de sécurité, de coûts, de capacité à traiter rapidement de gros volumes de transactions, ou encore d'intérêt économique consistant à se passer d'un tiers de confiance pour effectuer certaines tâches.

4.2. Cybercriminalité

Le fait que la finance accède au cyberspace implique qu'elle est également exposée à la cybercriminalité, à savoir tout type de criminalité perpétrée en utilisant des systèmes d'information ou des réseaux informatiques en vue d'endommager les systèmes des institutions ou de pirater leurs données. Ce type de risque est déjà pris en compte par les acteurs financiers classiques, qui sont tenus par la réglementation prudentielle de renforcer leurs dispositifs de protection contre toutes sortes de chocs. En outre, les régulateurs financiers veillent à ce que les politiques de sécurité informatique des institutions financières soient bien définies tels que renforcer l'expertise et sensibiliser le personnel, participer régulièrement à des exercices de crise, intensifier la sécurisation des systèmes internes via un contrôle d'accès très rigoureux, un cryptage plus poussé des données, instaurer des outils de détection des intrusions et procéder à des tests périodiques pour en vérifier l'efficacité (De Galhau, 2016).

D'autre part, en raison de leurs modèles économiques exclusivement basés sur Internet, les fintechs sont particulièrement exposées à la cybercriminalité. Compte tenu de leur petite taille et de leurs faibles ressources financières, la survenance de ce risque implique la continuité de leurs activités, ce qui est beaucoup plus important que pour les acteurs traditionnels et est susceptible de les affecter au moment où ils se lancent dans des projets de coopération avec les fintechs. Il est essentiel que les Fintechs fassent la part belle au risque cybernétique et développent des politiques de sécurité informatique en accord avec les pratiques de référence du marché. La gestion de ces risques nécessite une véritable coopération entre les autorités compétentes (Banque centrale, Autorité de contrôle prudentiel et Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information), tout comme au niveau international.

Outre que le marché financier et bancaire, le marché d'assurance peut subir, autant de risques liés au big data qu'aux autres. En effet, selon Deloitte (2014), les données stockées de manière

électronique par les assureurs et les autres entreprises sont souvent sensibles et confidentielles, ce qui les expose à des cyber-attaques telles que le vol de données clients ou l'espionnage. Le numérique a considérablement augmenté la capacité des entreprises à interagir avec les clients, à améliorer leurs offres et leur tarification, à automatiser leurs processus administratifs et à établir des partenariats. Cependant, cela a également introduit des niveaux supplémentaires de complexité et de vulnérabilité, en renforçant la dépendance des organisations à l'égard d'infrastructures numériques qu'elles ne peuvent pas entièrement contrôler, ce qui pose des défis en termes de cyber-résilience. Dans ce sens Schimel (2016), a pu conclure que le défi numérique représente à la fois des risques et des opportunités stratégiques pour les assureurs. Il s'agit notamment d'un risque opérationnel lié aux données et aux systèmes, particulièrement pertinent dans le contexte de Solvabilité II, ainsi que de nouveaux risques à assurer, avec les défis que pose un marché en évolution.

4.3. La sensibilité du crowdfunding aux crises et le risque de crédit

Bien que le crowdfunding continue d'attirer les entrepreneurs et de confirmer son rôle de source de financement alternative, en se positionnant en complément des modes de financement traditionnels, la pire crise pandémique de l'histoire a mis en lumière la fragilité des petites et moyennes entreprises (PME) face à cette crise. Selon Sansri & Cheurfa (2021), ces entreprises ne survivront pas sans des fondamentaux de politiques monétaires appropriées. Elles traversent actuellement une période particulièrement critique, avec des risques de cessations de paiement ou de faillites en masse, ce qui pourrait entraîner une méfiance accrue des épargnants.

4.4. Le trading à haute fréquence et le risque de liquidité.

Outre le risque de la sélection adverse et les risques opérationnels multipliés par cette technologie (Le flash crash du 6 mai 2010, et du 24 août 2015 sur les ETF, ainsi Le Treasury flash crash du 15 octobre 2014 des marchés financiers des États-Unis). Le trading à haute fréquence (HFT) à démontrer sa contribution pour accélérer le risque de la liquidité en mettant en péril la stabilité des marchés (Foucault, 2016).

La progression galopante du trading à haute fréquence (HFT) bouleverse la structure des marchés d'actions et le modèle économique des plateformes de négociation. En fournissant de la liquidité au marché sans être soumis à des exigences réglementaires, les opérateurs HFT sont en mesure de marginaliser les teneurs de marchés traditionnels. Ces derniers sont obligés de suivre le rythme technologique actuel pour maintenir leur activité. En outre, les entreprises HFT ne sont actuellement soumises à la moindre exigence envers les bourses ou les clients. Par conséquent, leur apport en liquidités peut se réduire soudainement en période de stress. Elles font appel à des stratégies assimilables à de nouvelles pratiques abusives ou à des manipulations de marché, par exemple, le fait d'envoyer de manière disproportionnée des ordres destinés à ne pas être exécutés afin de ralentir le fonctionnement des plateformes de négociation et de saisir plus facilement des opportunités d'arbitrage contribue à fausser l'information sur le marché. De plus, la vitesse à laquelle les informations peuvent être utilisées par cette technologie accentue la volatilité du marché et la contagion entre les classes d'actifs. Le fait que de nombreuses stratégies HFT soient fortement corrélées entre elles conduit à amplifier les chocs. (De Galhau, 2016).

4.5. Le risque de modélisation

La technologie du big data permet aux organismes financiers d'utiliser plus de données et de réaliser un travail d'analyse méthodique beaucoup plus vaste et rapide, pour minimiser les risques et d'accompagner les futures fluctuations engendrées par les différentes conjonctures économiques nationales et internationales. Or, cette évolution est susceptible non pas seulement de nuire à la sécurité opérationnelle, elle pose également un défi majeur en matière d'analyse et

de modélisation des risques financiers lors de la prévision de la fluctuation d'un produit financier ou d'une prise de décision au niveau managérial. Par ailleurs, les organismes demeurent confinés aux méthodes classiques d'analyse des données issues d'approches asymptotiques. En effet, une modélisation des risques accompagnée d'une augmentation des capacités de stockage, de calculs et d'analyse mène à une modélisation inadéquate et par conséquent une mauvaise gestion des risques financiers, une des principales raisons de la crise financière de 2008. Ces méthodes conventionnelles échouent promptement si certains postulats techniques cessent d'être vérifiés - supposition intolérable de normalité, due aux méga-données d'observation – ce qui limite par conséquent le champ d'application. Il s'agit donc de penser à des techniques qui répondent à la fois au problème de quantité massives de données, et aux hypothèses de normalité non acceptable (Zaimi & El Moudden, 2023). Pour prouver ce point, nous avons réalisé une étude analytique de la modélisation de l'indice MASI (Zaimi, 2022), l'indice principal de la bourse de Casablanca, en utilisant deux approches classiques. Les résultats ont également montré que l'utilisation de ces modèles pour analyser les données à grande échelle de cet indice conduisait à des prévisions biaisées de la fluctuation associée. Il convient donc de réfléchir à de nouvelles pratiques d'analyse des données (big data), afin d'assurer un contrôle efficace du risque financier et une prévision efficiente de la fluctuation future des données.

4.6. Risque systémique

Nous sommes tous d'accord pour dire que les nouvelles technologies augmentent considérablement la vulnérabilité des marchés financiers au regard de la survenue de certains types d'événements catastrophiques ou opérationnels (pannes de courant, cyber-attaques ou surcharges des serveurs informatiques), mais il convient de souligner que cette nouvelle forme de trading, purement numérisée, introduit des risques de défaillance systémique bien plus préoccupants. Ce risque de défaillance concerne tout d'abord le comportement des intelligences artificielles. Dans la mesure où ces machines de trading fonctionnent dans le cadre d'un système financier global et informatisé, elles peuvent, par erreur de codage ou par hasard, contaminer l'ensemble du système, provoquant une série de réactions en chaîne non contrôlables par l'être humain. D'autre part, on peut observer un autre type de risque systémique, lié aux systèmes automatisés d'extraction et d'analyse de données. Or, le fait que les algorithmes ne peuvent pas analyser les informations en relation avec la croyance et la psychologie des investisseurs dans le but de déterminer le prix des actifs, un risque systémique peut se produire dû aux "erreurs de jugement". « Ces "erreurs de jugement", aussi minimales soient-elles, peuvent dès lors avoir des conséquences très néfastes, puisqu'elles se propagent à la vitesse de l'éclair à tout le système financier. De telles erreurs peuvent en effet créer des paniques boursières sans fondement et ultimement conduire à des krachs » (LE HIGH)

5. Des solutions big data pour le secteur financier

Ces dernières années, le big data dans le domaine de la finance a donné lieu à d'importantes innovations technologiques qui ont débouché sur des solutions pratiques, personnalisées et sécurisées pour le secteur. Des outils d'analytics avancés telles que, le machine learning, l'intelligence artificielle, le big data et le cloud sont arrivés à pénétrer et de transformer la concurrence des institutions financières sur le marché. Nous citons quelques exemples de solutions pratiquées à cet égard (Talend, 2022) :

- Aujourd'hui, les institutions financières sont en mesure d'exploiter le big data pour générer de nouvelles sources de profit à travers des offres basées sur le data, des recommandations d'audience personnalisées, une efficacité accrue pour gagner un avantage

concurrentiel, une sécurité plus élevée et une amélioration du service à la clientèle. Beaucoup de firmes financières qui ont réussi à utiliser le big data en tirant des bénéfices immédiats.

- La machine learning est en train de révolutionner le trading et l'investissement. Au-delà de la simple analyse des cours boursiers, le big data est désormais capable de prendre en compte les tendances politiques et sociales qui risquent de toucher le marché boursier. L'apprentissage automatique permet de suivre les tendances en temps réel, afin que les analystes puissent rassembler et exploiter les données pertinentes et parvenir à des décisions fondées.

- Analyse précise des risques : La prise de décisions financières majeures, telles que les investissements et les prêts, relève désormais d'outils d'apprentissage automatique sans parti pris. Le calcul des décisions à partir de l'analyse prédictive intègre tous les éléments, pour détecter les risques potentiels liés à des placements douteux ou à la défaillance des payeurs.

- La détection et la prévention des fraudes ont été permises principalement par le machine learning, qui est alimenté par le big data. Grâce à des processus d'analyse qui interprètent les habitudes d'achat, les risques de sécurité que posaient auparavant les cartes de crédit ont été atténués. Maintenant, si des informations de carte de crédit sécurisées sont volées, les banques ont la possibilité de bloquer immédiatement la carte et la transaction, puis de signaler au client les menaces de sécurité.

- Certaines entreprises ont réussi à intégrer des solutions de big data pour développer des plateformes d'analyse permettant de prédire le comportement de paiement des clients. En apprenant à connaître les comportements de ses publics, il est possible pour une compagnie de raccourcir les délais de paiement et de dégager plus de cash pendant qu'elle optimise la satisfaction de ses clients.

- Sur le plan de l'intégration des données, les solutions ont la particularité de pouvoir s'adapter à la mutation des besoins de l'entreprise. Le fait de posséder un aperçu complet de toutes les transactions confère aux sociétés de cartes de crédit la possibilité d'automatiser les processus de traitement manuel, de faire gagner du temps au personnel informatique et de fournir des informations sur les transactions courantes de la clientèle.

- La mise en place d'outils de gestion des données dans le cloud a permis aux entreprises de récupérer des données provenant de multiples serveurs web pour les stocker dans des data warehouses destinés à être utilisés par différents départements, tels que la finance, le marketing, la business intelligence et le reporting. Ce genre de stratégies de cloud est un moyen d'améliorer le processus d'achat des clients, de collecter quotidiennement des mesures de performance et d'analyser des données ad hoc.

- La hausse continue de la quantité de données dans le milieu bancaire entraîne la modernisation des données et des systèmes d'application bancaires de base par le biais de plateformes d'intégration uniformes. Disposant d'un workflow rationalisé et d'un système de traitement fiable, plusieurs entreprises ont recours à l'intégration des applications et ont pu traiter 2 To de données par jour, implanter 1 000 interfaces et adopter un processus unique pour toute la logistique et l'interfaçage des informations.

- Face à un nombre considérable d'engagements annuels et à la présence de multiples unités commerciales, l'analyse des performances financières et le suivi de la croissance à l'échelle de l'entreprise peuvent s'avérer complexes. Grâce aux processus d'intégration des données, les sociétés ont pu automatiser les rapports quotidiens, aider les services informatiques à être plus productifs et faciliter l'accès des utilisateurs aux informations stratégiques et aux analyses simplifiées.

6. Conclusion

Le big data englobe des quintillions de données provenant du monde entier. Son exploitation offre aux entreprises la chance de prévoir le marché et de repérer de futures opportunités.

Toutefois, le Big Data offre bien davantage que cela. En fait, il est l'une des pierres angulaires des investissements de valeur. Le suivi de la tendance du marché en temps réel à travers la négociation à haute fréquence. La réduction des erreurs humaines via le Machine Learning, L'amélioration de la précision des prévisions financières en utilisant le IA. L'expansion de l'inclusion financière grâce aux FinTech. Le stockage crypté et décentralisé pour les transactions financières et les échanges de données, etc. sont autant d'atouts que les données massives représentent dans le domaine de la finance.

Cependant, la quatrième section montre qu'en l'absence d'une nouvelle régulation liée à la numérisation des processus financiers, ou d'une intervention forte des politiques d'urgence, le système financier international risquerait la ruine en raison de la multiplication des risques financiers liés à cette gigantesque transformation numérique et au monopole du Big Data sur le marché financier mondial. D'ailleurs, les crises économiques et les chocs financiers ont toujours été considérés comme le résultat de ce constat.

Comme dans d'autres secteurs, le Big Data peut constituer un levier tout autant qu'un frein, cela dépend de la façon dont il est utilisé. Les recherches mentionnées dans notre revue de littérature montrent que bien que les défis soient nombreux, une adoption stratégique et progressive des technologies peut aider à maximiser le profit et à répondre aux exigences analytiques avancées de la transformation numérique. Dans l'ensemble, le Big Data offre de manière générale de nombreux avantages concurrentiels aux agents financiers, mais seuls ceux dotés de la compétence nécessaire peuvent réellement en tirer parti.

Références :

- (1). Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2015). A Survey on Recent Research in Business Intelligence. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(6), 831-866.
- (2). Baali, B. & Ait Hbib, A. (2023) « Les marchés financiers à l'ère du numérique et de l'intelligence artificielle, émergence et articulation », *African Scientific Journal* « Volume 03, Numéro 21 » pp: 0355 – 0369.
- (3). Bastien. L. (2022). Data Analytics, Data Mining : qu'est-ce que l'exploration de données ? <https://www.lebigdata.fr/data-mining-definition-exemples>
- (4). Bastien. L. (2022). Data Analytics, Intelligence artificielle. <https://www.lebigdata.fr/>
- (5). Boly, J., & Misra, S. (2017). Fraud Detection in Online Transactions using Big Data Analytics. *Procedia Computer Science*, 122.
- (6). Bughin, J., Chui, M., & Manyika, J. (2013). Ten IT-enabled business trends for the decade ahead. *McKinsey Quarterly*.
- (7). Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188.
- (8). Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Harvard Business Review Press.
- (9). De Galhau, F., V. (2016). Construire le triangle de compatibilité de la finance numérique : innovations, stabilité, régulation. Banque de France. *Financial Stability Review*. No.20. 7-15
- (10). Deepa, N., Pham, Q. V., Nguyen, D. C., Bhattacharya, S., Prabadevi, B., Gadekallu, T. R., ... & Pathirana, P. N. (2022). A survey on blockchain for big data: Approaches, opportunities, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 131, 209-226.
- (11). Deloitte (2014) « Changing the game on cyber risk – The imperative to be secure, vigilant, and resilient ».

- (12). Foucault, T. (2016). Quels sont les risques du trading haute fréquence ?. La Stabilité Financière À L'ère Numérique. Banque De France. Revue De La Stabilité Financière. N° 20. 63-78
- (13). Gayraud, J. F. (2014). Le nouveau capitalisme criminel: crises financières, narcobanques, trading de haute fréquence. Odile Jacob
- (14). Goldstein, I., Spatt, C. S., & Ye, M. (2021). Big data in finance. *The Review of Financial Studies*, 34(7), 3213-3225.
- (15). Gomber, P., Kauffman, R. J., Parker, C., & Weber, B. W. (2018). On the Fintech Revolution: Interpreting the Forces of Innovation, Disruption, and Transformation in Financial Services. *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220-265.
- (16). Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2017). Digital Finance and Fintech: Current Research and Future Research Directions. *Journal of Business Economics*, 87, 537-580.
- (17). Guo, H., & Viktor, H. L. (2016). Learning from Imbalanced Data Sets with Boosting and Data Generation: The Minority Oversampling Technique. *International Journal of Computer Applications*, 130(6).
- (18). Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The Rise of "Big Data" on Cloud Computing: Review and Open Research Issues. *Information Systems*, 47, 98-115.
- (19). Le High, F. T. L'intelligence Artificielle Au Service De La Spéculation Boursière.
- (20). McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*.
- (21). Sansri, S. & Cheurfa, H. (2021). Le Crowdfunding Dans Un Environnement Economique Incerta In: Défi Du Crowdfunding Face au COVID-19. *Dirassat Journal Economic Issue* (ISSN: 2676-2013). Vol.12, N.1 PP: 783-797
- (22). Scardovi, C. (2017), "Digital Transformation in Financial Services". Springer International Publishing
- (23). SCHIMEL, N. (2016). Le risque numérique : défi stratégique et opportunité de développement pour les assureurs. *Revue de la stabilité financière* • N° 20 • Avril 2016
- (24). Sun, Z., Strang, K., & Firmin, S. (2017). Business Analytics-Based Enterprise Information Systems. *Journal of Computer Information Systems*, 57(2), 169-178.
- (25). Talend. (2022). Utiliser le Big Data dans le secteur de la finance. <https://www.talend.com/fr/resources/big-data-finance/>
- (26). Wamba, S. F., & Akter, S. (2015). Big Data Analytics for Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(5), 763-787.
- (27). Zaimi, W. (2022). Analyse empirique d'un indice boursier d'un pays en développement : Cas de l'indice principal de la Bourse de Casablanca MASI. *Revue mondiale des affaires et de la finance*, 27 (4), 1. <https://doi.org/10.17549/gbfr.2022.27.4.1>
- (28). Zaimi, W., & El Moudden, A. (2023). Les limites de la gestion du risque financier : Big-data et risque de modélisation et d'analyse. *Revue internationale de comptabilité, finance, audit, gestion et économie*, 4 (3-1), 98-110. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7977473>
- (29). Zhao, H. (2018), "Assessing the Economic Impact of Artificial Intelligence". *ITU Trends. Emerging Trends in ICTs*. Issue no.1