Square
RESEARCH CENTER

IMPACTS DU RISQUE CLIMATIQUE SUR LE RISQUE DE MARCHÉ EN ASSURANCE

SAMIRA AKA, THOMAS CARR-BRULARD,
RICCARDO CONTE, QUENTIN LAJAUNIE,
BRANDON ZILIANI

IMPACT PAPER | JANVIER 2023

Square RESEARCH CENTER

IMPACTS DU RISQUE CLIMATIQUE SUR LE RISQUE DE MARCHÉ EN ASSURANCE

Auteurs : Samira Aka, Thomas Carr-Brulard, Riccardo Conte, Quentin Lajaunie, Brandon Ziliani

SOMMAIRE

ABSTRACT 7

INTRODUCTION 9

1. **RISQUE DE MARCHÉ EN ASSURANCE** 11

2. **LE RISQUE CLIMATIQUE POUR LES ASSUREURS ET RÉASSUREURS** 13

   2.1 Risque physique 13

   2.2 Risque de transition 14

3. **CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE** 15

   3.1 Au niveau européen 15

   3.2 Au niveau national 16

4. **ENJEUX ET SOLUTIONS POUR LES ASSUREURS** 17

   4.1 Les répercussions du risque climatique sur les sous-modules du risque de marché 17

   4.2 Les enjeux du risque de marché 17

   4.3 Les solutions à envisager 18

5. **CONCLUSION** 21

6. **CAS PRATIQUE** 23

7. **BIBLIOGRAPHIE** 29

PRÉSENTATION – **SQUARE RESEARCH CENTER** 30

Square
RESEARCH CENTER

WE WILL WIN
TOGETHER

ABSTRACT

Dans cette note de recherche, nous analysons les conséquences du risque climatique sur le risque de marché en assurance. Plus spécifiquement, nous exposons les différentes composantes du risque de marché présentes dans la Directive Solvabilité II. Puis, au travers du risque physique et du risque de transition, nous expliquons en quoi le risque de marché devrait s'accroître dans les années à venir avec le dérèglement climatique. Nous présentons également les enjeux réglementaires auxquels sont confrontés les assureurs au regard du risque de marché. Enfin, nous présentons les enjeux et les solutions que les assureurs pourraient déployer pour atténuer leur exposition au risque climatique. Parmi les solutions que nous détaillons dans la dernière partie, nous recommandons aux assureurs de prendre en compte de nouvelles données pour développer des outils d'aide à la décision pour leur politique d'investissement. Plusieurs stratégies de diversification du risque climatique sont également présentées. Enfin, une analyse quantitative est proposée à la fin de cette note pour montrer empiriquement les conséquences qu'une catastrophe naturelle peut avoir sur le cours de bourse d'un assureur ou d'une entreprise industrielle.

INTRODUCTION

Avec le réchauffement climatique, force est de constater la multiplication des aléas climatiques et des catastrophes naturelles. De nombreux acteurs ont déjà commencé à être sévèrement impactés, en témoigne la première faillite ayant pour origine le changement climatique[1]. Dans ce contexte, le risque climatique prend de plus en plus d'importance pour les assureurs. Mais il n'est ni un risque isolé ni une nouvelle catégorie de risque à considérer : le risque climatique est un risque transverse qui accroît l'ensemble des risques existants. Les banques vont, par exemple, faire face à un accroissement du risque de crédit pour les clients touchés par un événement climatique extrême. Les *assets managers* vont également voir des actifs se dévaluer brusquement à la suite d'une catastrophe naturelle, affectant les performances de leurs portefeuilles. Enfin, le montant des dédommagements versés par les assureurs aux clients victimes d'un événement météorologique va considérablement augmenter.

Dans cette note de recherche, développée dans le cadre du programme de R&D du Domaine d'Excellence « Risk&Finance » avec le Square Research Center, nous nous intéressons au risque de marché et aux conséquences que pourraient avoir une augmentation du risque climatique pour les acteurs de l'assurance. La Directive Solvabilité II (2009) impose aux assureurs d'avoir un capital-cible leur permettant d'absorber les pertes provoquées par un choc ou un risque exceptionnel à horizon un an dans 99,5% des cas. Ce capital de solvabilité requis (Solvency Capital Requirement - SCR) est censé prendre en compte tous les risques liés à l'activité d'assurance, c'est-à-dire globalement le risque de crédit, le risque de liquidité, le risque opérationnel, le risque de marché et le risque de souscription. Dans le calcul du SCR, le risque de marché se décompose en six sous-modules : taux, action, immobilier, crédit, change et concentration. Une catastrophe naturelle ou un choc climatique pourrait avoir un impact sur chacun de ces six sous-modules. Par conséquent, le capital réglementaire devrait augmenter. D'autre part, les portefeuilles d'actifs détenus par les assureurs pourrait subir les conséquences d'une augmentation du risque climatique.

Conscients de ces enjeux, les régulateurs européens et nationaux ont commencé à agir au travers de plusieurs grands volets. Ces volets doivent aider à maîtriser et limiter ce risque tout en accroissant la transparence et la divulgation d'informations sur les politiques d'investissements. Les risques encourus à l'actif, au passif, et les obligations réglementaires font évoluer le module de marché, et font apparaître de nouvelles opportunités pour les acteurs de l'assurance, comme le mentionne le rapport de l'ACPR de février 2022.

1. PG&E: La première faillite sur le changement climatique, probablement pas la dernière - WSJ

Nous cherchons donc à savoir comment le dérèglement climatique affecte le risque de marché des assureurs, et quelles sont les solutions qui peuvent être mises en place pour atténuer ce risque ?

Dans la première partie, nous présentons le risque de marché en assurance selon les six sous-modules présents dans la Directive Solvabilité II. Dans la deuxième partie, en nous appuyant sur une revue de littérature récente, nous définissons les deux grands risques climatiques (risque physique et risque de transition) et nous montrons en quoi ces risques viennent impacter les sous-modules du risque de marché. La troisième partie présente le contexte réglementaire, en distinguant la partie européenne de la partie nationale. Pour conclure, nous détaillons les enjeux et les solutions qui s'offrent aux assureurs pour faire face à ce nouveau contexte. Un cas pratique permettant d'illustrer comment une catastrophe naturelle peut se répercuter sur le cours boursier d'un assureur ou d'une entreprise est présenté à la fin de cet article.

1.

RISQUE DE MARCHÉ EN ASSURANCE

Le risque de marché est un des principaux risques présentés dans la Directive Solvabilité II. Pour les assureurs, il représente le risque d'inadéquation entre le passif et l'actif, et est constitué de six sous-modules quantifiables :

Risque de taux d'intérêt : il représente la différence entre le taux garanti par l'assureur à son client et le taux relatif aux produits financiers achetés sur le marché par ce même assureur. Une baisse des taux imposerait à l'assureur de trouver des produits suffisamment rentables pour honorer ses engagements. Et une hausse des taux pourrait obliger l'assureur à vendre des actifs, le forçant ainsi à encaisser des moins-values sur certaines obligations.

Risque actions : il correspond à la différence entre le prix d'achat de l'action et son prix de vente. Le prix des actions d'une entreprise est influencé par des variables endogènes et exogènes. Les variables endogènes sont liées à la partie opérationnelle de l'entreprise et aux choix stratégiques qui y sont faits. Les variables exogènes sont liées à l'environnement et ne dépendent pas de l'entreprise directement (catastrophe naturelle ou pandémie par exemple).

Risque immobilier : il représente la perte de la valeur des immeubles dans lequel un assureur ou un investisseur a acheté des participations directement ou indirectement (à travers des fonds). Ce marché est moins liquide que la plupart des marchés, ce qui explique pourquoi les fluctuations sont moins importantes. Il n'en demeure pas moins que ce marché peut connaître des baisses considérables, comme celle connue dans les années 90. Solvabilité II impose aux assureurs de calculer le besoin en capital en s'appuyant sur la valeur du marché, avec un coefficient lié à la nature du titre, ici pour l'immobilier, fixé à 25%.

Risque lié à la marge : autrement défini comme risque d'évolutions des spreads, c'est un besoin en capital destiné à faire face au risque de signature (par exemple le risque pays). Le besoin en capital est calculé par rapport à la valeur du marché du titre, à la duration et avec un coefficient de pénalisation qui tient compte de la notation de l'émetteur.

Risque de concentration du risque de marché : il est directement lié à la volatilité d'un portefeuille, et augmente selon sa concentration sur un même émetteur, dans un même domaine d'activité, ou dans une même zone géographique. Le coût de la concentration dans un groupe est calculé en prenant en compte l'exposition nette ainsi que la qualité du crédit.

Risque de change : il correspond à un risque de hausse ou de baisse des taux de change des devises étrangères. Solvabilité II propose de calculer le besoin en capital en considérant une hausse ou une baisse de 25% de la devise concernée. La position nette est calculée pour chaque devise, et la somme totale obtenue en valeur absolue correspond au SCR total.

Les six sous-modules présentés ci-dessus sont ensuite agrégés pour calculer le risque de marché. Dans la partie qui suit, nous présentons le risque climatique et nous expliquons en quoi ce dernier pourrait affecter les modules du risque de marché.

2.

LE RISQUE CLIMATIQUE POUR LES ASSUREURS ET RÉASSUREURS

Solvabilité II impose de mesurer la solvabilité d'un assureur ou réassureur à partir de la valeur de ses fonds propres. Or, une partie des actifs des assureurs est placée sur le marché actions, ce qui rend les fonds propres disponibles et éligibles susceptibles d'évoluer en fonction des fluctuations de marché. Venturini (2022) montre que les risques climatiques peuvent directement venir accroître le risque de marché. Le dérèglement climatique et l'accroissement des catastrophes naturelles, les nouvelles réglementations portant sur les émissions carbone, ou le changement de comportement des consommateurs pourraient affecter les valeurs des actifs financiers. Et cela pourrait compromettre la santé des intermédiaires financiers détenant ces actifs (Battiston et al., 2020).

Les impacts économiques et financiers du changement climatique peuvent être catégorisés en deux grandes classes de risque que nous définissons dans les deux sous-parties ci-dessous. Le risque physique est directement lié à ce changement, et le risque de transition est une réponse des autorités et des acteurs de l'économie, visant à limiter ce changement (Semieniuk et al., 2021). En plus de ces deux grandes classes de risque, les acteurs de l'assurance sont concernés par le risque de responsabilité. Le risque de responsabilité correspond aux dommages et intérêts que devrait payer une entreprise si elle était jugée responsable du réchauffement climatique. Les assureurs peuvent être, directement, tenus responsables du réchauffement climatique, ou indirectement, en étant liés à des entreprises reconnues comme responsables. L'ACPR précise dans son rapport de mai 2020 que ce risque doit être compris comme un sous-ensemble des risques physiques et de transition[2].

2.1. RISQUE PHYSIQUE

Venturini (2022) réalise une revue de littérature de l'impact du risque climatique sur le risque de marché. Il soutient notamment que le risque physique dépend de 3 piliers : l'aléa, l'exposition, et la vulnérabilité. L'aléa correspond à la probabilité d'occurrence et à l'intensité d'une catastrophe naturelle, l'exposition correspond à l'emplacement géographique, et la vulnérabilité correspond aux fragilités et expositions d'une personne physique ou morale face à l'aléa.

Risque physique = f (aléa, exposition, vulnérabilité)

2. https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20200525_synthese_gouvernance.pdf

Les données permettant d'analyser ce risque peuvent être classées en deux types : les données climatiques et les données sur les catastrophes naturelles. L'exposition et la vulnérabilité nécessitent des données sur les actifs, les caractéristiques et les emplacements (Preudhomme et Mazzacurati, 2020). Les auteurs expliquent notamment que le niveau de vulnérabilité d'une entreprise au risque physique est négativement lié à sa capacité d'adaptation. Pour appréhender cette capacité d'adaptation, Venturini (2022) propose d'utiliser des données telles que les dépenses de recherche et développement et les brevets des entreprises. Ces données reflètent les moyens qu'une entreprise se donne pour développer des solutions innovantes, pouvant l'aider à faire face à des situations imprévisibles.

2.2 RISQUE DE TRANSITION

Semieniuk et al. (2021) ont proposé plusieurs facteurs pour expliquer comment le risque de transition pouvait affecter le risque de marché.

Risque de transition = f (risque politique, risque technologique, préférences des consommateurs)

Le risque politique correspond aux réformes qui visent à réduire les émissions de dioxyde de carbone (CO_2), et donc de gaz à effet de serre, considéré comme principal facteur du réchauffement climatique (Nordhaus, 1977, 1993).

La modélisation du risque technologique nécessite des informations au niveau de l'entreprise sur les données relatives à l'innovation, telles que les coûts de réduction (Akey et Appel, 2021), les dépenses de recherche et développement et les brevets de l'entreprise visant à réduire ses émissions (Chu et al., 2020), les données relatives aux émissions et les participations des investisseurs. Ce dernier type de données permet au chercheur d'analyser si la gouvernance d'entreprise peut affecter les pratiques de gestion du bilan carbone des entreprises ciblées. D'après les motivations qui pourraient inciter les entreprises à adopter des pratiques de gestion du carbone, il est clair que les variables risque politique et risque technologique sont étroitement liées. Concernant le comportement des consommateurs, la modélisation de ce risque se heurte à un obstacle majeur : la spécificité sectorielle et géographique de ce risque. Une taxe carbone peut être mise en place pour orienter le comportement des consommateurs vers une utilisation réduite des énergies fossiles. Cependant, comme le montrent Grieder et al. (2021) ainsi que Günther et al. (2020), les consommateurs peuvent plutôt être tentés d'augmenter leur consommation de biens émetteurs de CO_2 puisqu'ils se sentent libérés de toute culpabilité liée au réchauffement climatique.

S'il représente un défi au niveau quantitatif pour le risque de marché assurantiel, le dérèglement climatique est également un défi au niveau réglementaire. Dans la section suivante, nous présentons plusieurs réglementations et directives qui ont été mises en place au niveau européen et au niveau national.

3.

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

La réglementation en assurance s'organise au niveau européen et au niveau national. Au niveau européen, les textes fondamentaux à considérer sont la Directive Solvabilité II, le Règlement Délégué et les orientations de l'EIOPA. Au niveau national, l'ACPR est l'entité qui donne les clés d'application des décisions européennes.

3.1 AU NIVEAU EUROPÉEN

La réglementation SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation) est entrée en application en mars 2021. Elle concerne aussi bien l'actif que le passif des assureurs, et vise à offrir une plus grande transparence sur les investissements durables. Elle impose aux assureurs de faire le point sur leur avancement en matière d'investissement durable.

- Du côté de leurs actifs, cette réglementation vise à réduire les risques de durabilité auxquels les portefeuilles assurantiels sont exposés. Elle concerne principalement les risques climatiques ayant des conséquences financières et réputationnelles.
- Du côté de leur passif, l'objectif est de modéliser et de comprendre comment ces risques se répercutent sur leurs obligations financières.

La réglementation SFDR génère également un important besoin de reporting. Elle oblige les assureurs à changer la catégorisation de leurs produits :

- qui n'ont pas de caractéristiques ESG ou d'objectifs de durabilités (Article 6) ;
- qui visent à promouvoir des caractéristiques ESG (Article 8) ;
- qui ont pour objectif l'investissement durable et la réduction des émissions carbone (Article 9).

La « Taxonomy » publiée en 2020 par la Commission Européenne vient modifier le règlement SFDR concernant les publications d'informations en matière de durabilité. Elle constitue une base réglementaire de la finance durable et établit un cadre visant à favoriser les investissements durables. Ce règlement présente un double objectif :

- Établir un système de classification des activités durables sur un plan environnemental qui permet aux investisseurs de déterminer le niveau de durabilité des investissements qu'ils réalisent. Cela permet d'atténuer les risques de Greenwashing et donne un socle qui servira pour les prochains règlements de la Commission Européenne.
- Compléter les exigences de transparence introduites par la réglementation SFDR. Pour être aligné sur la *Taxonomy*, quatre conditions cumulatives sont nécessaires :
  - Contribuer de manière substantielle à un ou plusieurs des objectifs environnementaux ;

- Ne causer aucun préjudice important aux autres objectifs environnementaux ;
- Exercer dans le respect des garanties minimales de gouvernance et de droits de l'homme ;
- Être conforme aux critères d'examens techniques inclus dans les RTS (normes techniques de réglementations).

La *Taxonomy* européenne est entrée partiellement en vigueur en janvier 2022 pour 11 000 entreprises au sein de l'Union Européenne et son spectre d'application devrait s'élargir à plus de 50 000 acteurs d'ici 2026. Les mesures de cette réglementation continuent d'être discutées. En effet, en février 2022, les députés européens ont décidé d'intégrer le gaz naturel et le nucléaire à la liste des énergies considérées comme vertes.

3.2 AU NIVEAU NATIONAL

En complément de la directive SFDR, la Commission Européenne a publié des actes délégués qui complètent la DDA ou directive sur la distribution d'assurance. En lien avec la réglementation MIFID 2 (Directive déléguée (UE) 2021/1269 modifiant la Directive déléguée (UE) 2017/593), la DDA impose aux entreprises d'investissement et notamment aux distributeurs de produits assurantiels de proposer des produits qui correspondent aux besoins de leurs clients. La DDA impose également de prendre en considération les préférences de leurs clients en matière d'investissement durable. Compte tenu de l'intérêt croissant que portent les investisseurs vers des produits financiers durables, les assureurs devront intégrer ces produits dans leurs portefeuilles. Par conséquent, ils sont directement concernés par la *Taxonomy*.

Au niveau national, il y a également la Loi Énergie Climat (LEC) et particulièrement le décret d'application de l'article 29 de mai 2021 qui met en cohérence le cadre européen avec le cadre français. Cette loi impose aux entités concernées de mettre à disposition un document retraçant les politiques ESG et les moyens mis en œuvre pour contribuer à la transition écologique. Les entités concernées sont les « établissements de crédit et entreprises d'investissement fournissant des activités de gestion pour compte de tiers (dont la gestion sous mandat) et de conseil en investissement ; réassureurs ; fonds de retraite professionnelle supplémentaire ; Caisse des dépôts et des consignations »[3]. Ces entités doivent également préciser :

- Les méthodologies et les critères utilisés ;
- La manière dont ces critères sont appliqués ;
- La façon dont sont exercés les droits de vote attachés aux instruments financiers résultant de ces choix.

La loi prévoit 3 seuils d'applicabilité pour permettre aux plus petites entités de remplir une déclaration allégée. Le premier volet est applicable à l'ensemble des entités citées précédemment. Le deuxième est applicable aux entités dépassant le seuil de 500 M€ de taille de bilan. Il comprend la publication d'informations additionnelles concernant la prise en compte des critères ESG. Le troisième volet est applicable aux entités consolidant plus de 500M€ en taille de bilan et pour chacun des OPC ou mandat de gestion dont l'encours est supérieur à 500 millions d'euros. Cette déclinaison permet que 230 sociétés de gestion françaises soient prises en compte soient prises en compte contre seulement 5 si le seuil européen avait été appliqué.

3. Source : https://www.tresor.economie.gouv.fr

4.

ENJEUX ET SOLUTIONS POUR LES ASSUREURS

4.1 LES RÉPERCUSSIONS DU RISQUE CLIMATIQUE SUR LES SOUS-MODULES DU RISQUE DE MARCHÉ

Le risque de marché présenté dans la Directive Solvabilité II peut significativement augmenter avec l'accroissement du risque climatique attendu dans les années à venir. Les six sous-modules présentés dans la première partie sont concernés. Pour le risque actions par exemple, les récents épisodes de la Covid ont eu pour conséquence une chute des marchés. D'autres épisodes climatiques, comme les catastrophes naturelles, peuvent également se répercuter sur les marchés actions et affecter les prix (Tavor et Teitler-Regev., 2019). Concernant le risque immobilier, certaines recherches ont montré les effets désastreux que pourrait avoir le changement climatique sur l'évaluation des biens immobiliers. L'élévation du niveau de la mer, les tremblements de terre, les épisodes de sécheresse, ou les incendies de forêt pourraient avoir une incidence directe sur les prix. Hauer et al. (2016) montrent, par exemple, qu'une élévation du niveau de la mer comprise entre 0.9 et 1.8 mètre pourrait exposer entre 4.2 et 13.1 millions d'habitants uniquement aux Etats-Unis. Les prix actuels de l'immobilier pourraient donc être considérablement affectés dans les années à venir. Il en va de même pour le risque de concentration : les entreprises, les secteurs, et les zones géographiques sont exposés de façon très hétérogène au changement climatique (Giglio et al., 2020). Cette hétérogénéité se répercute sur la capacité d'adaptation des acteurs, ce qui rend certaines entreprises plus vulnérables que d'autres à des variations de marché.

4.2 LES ENJEUX DU RISQUE DE MARCHÉ

Les actifs de l'assureur doivent lui permettre d'honorer les engagements pris auprès des assurés. Dans un contexte où les facteurs environnementaux peuvent affecter de plus en plus leurs placements, les assureurs vont devoir innover dans leurs stratégies d'investissement. Les placements des assureurs proviennent en grande parties des primes qu'ils encaissent. Or, l'intensification des aléas climatiques pousse les assureurs à augmenter les primes ou les franchises liées à leurs polices d'assurance. Cette solution n'est pas pérenne et l'assureur doit rechercher des méthodes novatrices pour se couvrir du risque climatique.

Pour construire un portefeuille qui soit robuste aux fluctuations de marché provoquées par le risque climatique, les assureurs font face à deux difficultés majeures : la période sur laquelle

le risque climatique est évalué est relativement courte, et les catastrophes climatiques importantes sont rares. Il est donc difficile de s'appuyer sur la corrélation entre les prix et les nouvelles climatiques (Giglio et al., 2020).

4.3. LES SOLUTIONS À ENVISAGER

Pour améliorer leur couverture face aux risques climatiques, les assureurs doivent développer de nouveaux outils et de nouvelles métriques, se doter de nouveaux ensembles de données, et être à l'écoute des investisseurs et des agents économiques. Ces innovations doivent permettre de mettre en place des stratégies d'investissement plus robustes. Certaines de ces innovations sont mentionnées dans le rapport de l'ACPR du 17 février 2022[4]. Le régulateur avait émis plusieurs recommandations concernant la gouvernance et le risque de marché, en recommandant aux assureurs de prendre en compte une vision plus long terme (au-delà de 3 à 5 ans) dans la stratégie d'investissement et de désinvestissement selon la Taxonomy européenne. Le régulateur soulevait également la nécessité de prendre en compte des données à une maille fine, par exemple par type d'action ou par localisation précise. Enfin, le rapport recommandait de s'appuyer sur l'ORSA et l'utilisation de stress-tests climatiques comme outil pour mesurer le risque encouru par l'assurance face au dérèglement climatique.

Nous présentons ci-dessous quatre axes qui nous semblent prioritaires pour les acteurs de l'assurance afin d'atténuer le risque de marché :

> **Privilégier un investissement à impact plutôt qu'une stratégie d'exclusion**

Certaines politiques d'investissement excluent les énergies fossiles pour se protéger des réglementations futures et s'aligner avec les attentes de certains investisseurs. Une telle politique d'investissement devrait logiquement atténuer le risque de transition. Concernant les risques physiques, il est possible d'améliorer leur couverture en surpondérant certains secteurs et en excluant certaines zones géographiques. Cela permet de limiter l'exposition à des pertes importantes, notamment sur les propriétés assurées dans les zones côtières ou sur les industries les plus sensibles aux périodes de sécheresse prolongées.

Signalons toutefois que Krueger et al. (2020) ont récemment montré que la gestion des risques et l'engagement constituaient de meilleures approches que le désinvestissement pour faire face aux risques climatiques. L'action est plus efficace que l'exclusion, surtout pour les assureurs qui doivent considérer la « double matérialité ». Ce concept exprime l'idée que si, de toute évidence, le secteur de l'assurance est impacté par le dérèglement climatique, il agit lui-même sur celui-ci. En effet, d'un côté, les décisions d'investissement de l'assureur sont dirigées par le changement climatique, mais de l'autre, les décisions d'investissement prises par l'assureur peuvent impacter les scénarios climatiques. Les lois Taxonomy et LEC prennent en compte ce principe de « double matérialité » au niveau financier. Considérer l'impact des entreprises sur l'environnement en plus de l'impact de l'environnement sur l'entreprise permet de répondre à une exigence de transparence des parties prenantes.

Les assureurs peuvent donc privilégier un engagement actionnarial, et exercer leur droit de vote pour participer activement à la transition. En achetant des actions et en utilisant les droits de vote pour influencer la stratégie d'une

4. https://acpr.banque-france.fr/communique-de-presse/lacpr-publie-son-premier-rapport-sur-la-gouvernance-du-risque-de-changement-climatique-dans-le

entreprise, les assureurs peuvent faire évoluer des actifs qui auraient initialement été exclus. Cette stratégie d'engagement favorise l'impact plutôt que l'exclusion, et semble plus efficace pour opérer un réel changement (Berk et van Binsbergen, 2021). En agissant de la sorte, les assureurs se placeront comme moteur de la transition.

> **Faire évoluer les modèles statistiques et intégrer de nouvelles données pour mesurer le risque plus finement**

Les modèles assurantiels s'appuient en grande partie sur les données historiques de fréquence, d'intensité et de localisation du risque. Leur fiabilité repose sur un nombre suffisant de données historiques sur les différents aléas. Cependant, le dérèglement climatique et les évolutions sociétales remettent en question ces données historiques et donc leur fiabilité. En effet, l'évaluation d'un risque sur la base de données historiques repose sur l'hypothèse que le système peut être considéré comme statistiquement stationnaire sur des échelles de temps pertinentes pour l'étude. Les données disponibles doivent permettre d'échantillonner suffisamment les phénomènes physiques sous-jacents. Par conséquent, les assureurs auraient intérêt à réaliser des stress tests climatiques pour tenir compte d'un accroissement futur des catastrophes naturelles.

Il faut également noter l'importance de la localisation du risque. Dans cette optique, le géocodage, méthode mentionnée dans le rapport du 17 février 2022 de l'ACPR, semble être une opportunité. Le géocodage consiste à affecter une adresse des coordonnées géodésiques (longitude/latitude). Connaître directement sur une carte son exposition permettrait aux assureurs, en croisant ces données avec des données climatiques, de mieux anticiper les dommages et les coûts auxquels ils peuvent être confrontés. Cela permettrait également aux assureurs de mesurer l'exposition de leur portefeuille d'investissements au risque climatique.

Enfin, comme évoqué précédemment, en utilisant les caractéristiques et les emplacements des actifs détenus, les données climatiques et les données sur les catastrophes naturelles peuvent être utilisées pour connaître une exposition au risque physique. De même, l'intégration des données propres à chaque entreprise sur ses dépenses en matière de recherche et développement, sur ses brevets et sur ses émissions carbone permettrait de mesurer sa capacité d'adaptation et sa sensibilité au risque de transition. L'agrégation de ces données en un score de vulnérabilité climat permettrait à un assureur de développer un outil d'aide à la décision pour sa politique d'investissement.

> **S'appuyer sur les besoins des investisseurs pour appréhender le risque de transition**

La DDA (Directive sur la Distribution d'Assurance) impose aux entreprises d'investissement de proposer des produits qui répondent aux besoins de leurs clients, et de prendre en considération leurs préférences en matière d'investissement durable. En d'autres termes, la directive exige des assureurs qui vendent des produits d'investissement de s'enquérir de l'intérêt du client à effectuer des investissements durables.

Comme nous l'avons mentionné dans la deuxième section, le risque climatique est composé du risque physique et du risque de transition. Or, l'un des axes majeurs du risque de transition est le changement des préférences des consommateurs. Les réponses aux questionnaires émis par les assureurs dans le cadre de la DDA pourraient donc être utilisées pour connaître les préférences futures des investisseurs, et appréhender plus finement le risque de

transition. Ces questionnaires pourraient faire l'objet d'une analyse dynamique, afin de comprendre la tendance dans le temps, par zone géographique, des changements de préférences. Une telle analyse permettrait aux assureurs d'améliorer leurs outils de prévisions, notamment en couplant des scénarios de taxe carbone avec des scénarios basés sur des évolutions sectorielles et géographiques.

> **Mettre en place une stratégie d'investissement qui permette de se diversifier face aux aléas climatiques**

Le changement climatique est un facteur qui impacte le prix des actifs (Giglio et al. 2020). La diversification d'un portefeuille ne peut pas faire abstraction de ce risque. Plusieurs recherches académiques ont proposé des solutions, en matière de stratégies d'investissement, pouvant être reproduites. Engle et al. (2020), par exemple, ont développé un indice sur les nouvelles climatiques en réalisant une analyse textuelle du Wall Street Journal. A partir de cet indice, les auteurs proposent une stratégie qui permet à leur portefeuille d'actions de réaliser des bénéfices en cas de nouvelles défavorables sur le climat. Les auteurs montrent comment actualiser leur portefeuille avec les actions les plus sensibles et les plus résistantes au risque climatique.

Alekseev et al. (2021) ont proposé une stratégie qui s'appuie sur la décision des gestionnaires de fonds communs de placement : les événements météorologiques locaux extrêmes, comme les périodes de sécheresse, peuvent amener les individus à modifier leur point de vue sur la gravité liée au changement climatique. Prendre des positions sur les industries que les gestionnaires sont susceptibles d'acheter ou de vendre de façon disproportionnée après un événement climatique localisé peut aider à se couvrir du risque climatique. Cette stratégie est cohérente avec le constat fait par Alok et al. (2020). Dans leur étude, les auteurs montrent que les gestionnaires situés dans une zone sinistrée ont tendance à sous-pondérer les actions de cette zone par rapport aux gestionnaires plus éloignés.

Les constructions des portefeuilles présentées ci-dessus ne sont pas exhaustives, mais elles permettent de montrer qu'il est possible de s'assurer contre la réalisation du risque climatique en mettant en place sa propre stratégie de couverture.

5.

CONCLUSION

Dans cette note, nous nous sommes intéressés aux conséquences du dérèglement climatique sur le risque de marché dans le secteur de l'assurance. La multiplication des catastrophes naturelles va avoir un impact sur le passif et sur les actifs des assureurs, et, par ricochet, sur l'ensemble des modules du risques de marché. Le capital réglementaire imposé par la Directive Solvabilité II ne devrait cesser d'augmenter. De plus, les assureurs et réassureurs vont devoir prendre en compte les risques climatiques futurs pour que leurs actifs puissent être résilients face à l'accroissement des risques physiques et de transition ; et cela tout en maintenant une source de revenus suffisante pour leur permettre d'honorer leurs engagements. C'est pourquoi Aka et Lajaunie (2022) avaient présenté les impacts du dérèglement climatique sur le risque de marché comme étant un enjeu crucial pour les assureurs.

Pour aider les acteurs du secteur de l'assurance à faire face à ces nouveaux enjeux, les régulateurs européens et nationaux ont commencé à établir de nouvelles normes. Ces évolutions ont, à première vue, vocation à accroître la transparence et la divulgation d'informations sur les politiques d'investissements. Mais la réglementation pousse également les investisseurs à prendre en compte les préférences et les attentes de leurs clients, pour favoriser une politique d'investissement à impact, les rendant ainsi acteurs de la transition.

Nous évoquons dans cette note plusieurs solutions qui peuvent être mises en place par les assureurs et les réassureurs, afin d'atténuer l'impact du risque climatique sur le risque de marché :

- Privilégier un investissement à impact plutôt que pratiquer des stratégies d'exclusion. Ce positionnement rejoint le principe de double matérialité qui permet de considérer l'impact des entreprises sur l'environnement en plus de l'impact de l'environnement sur l'entreprise ;
- Faire évoluer les modèles statistiques et intégrer de nouvelles données afin de prendre en compte la non-linéarité des séries historiques dans la fréquence et la sévérité des événements climatiques. D'autre part, les données obtenues par géocodage pourraient aider à calculer des scores de vulnérabilité et appréhender l'exposition des actifs au risque climatique ;
- Utiliser les besoins des investisseurs pour appréhender le risque de transition, transformant ainsi une obligation réglementaire en un outil qui contribuera à une mesure plus complète du risque climatique ;
- Mettre en place une stratégie d'investissements qui permette de se diversifier face aux aléas climatiques afin d'avoir des portefeuilles plus résilients.

Ces solutions peuvent aider à maîtriser davantage les risques climatiques, évitant ainsi de voir l'augmentation des primes comme unique solution. Elles peuvent également aider à maintenir une couverture assurantielle dans les zones les plus exposées. Enfin, ces solutions permettent aux assureurs d'être des acteurs centraux de la transition, en s'appuyant sur les attentes des investisseurs, pour qu'un changement à impact soit opéré.

Nos travaux de R&D appliquée consacrés au secteur de l'assurance, développés avec les parties prenantes concernées, ont vocation à permettre de maîtriser les impacts du risque climatique sur le risque de marché en assurance.

6.
CAS PRATIQUE

CONTEXTE ET MOTIVATIONS

Le risque physique et le risque de transition sont les deux principaux canaux de transmission du risque climatique. Selon l'hypothèse de l'efficience des marchés financiers (Fama, 1970), les prix doivent refléter l'information disponible à l'instant t. C'est pourquoi les épisodes climatiques peuvent affecter les prix des actifs financiers (Tavor et Teitler-Regev, 2019). En effet, lorsqu'une catastrophe naturelle se produit, les dégâts qu'elle peut causer sont susceptibles d'affecter des entreprises, et, par ricochet, le passif des sociétés qui les assurent. Un tel événement se répercutera sur le marché action, et se traduira par une baisse des prix. Selon l'exposition de leur portefeuille à cet événement, les assureurs pourront également être affectés à l'actif.

INTRODUCTION

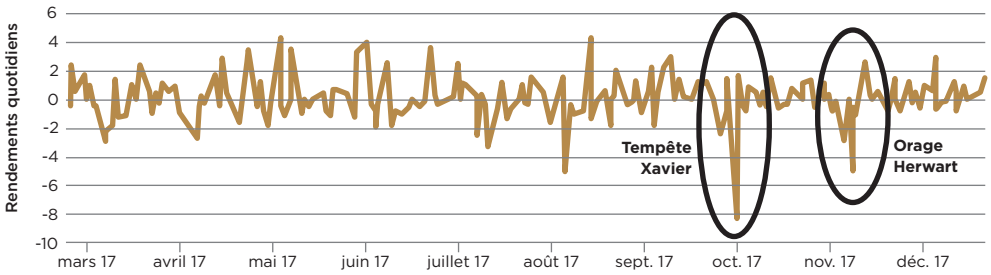
Dans ce cas pratique, nous montrons empiriquement que la tempête Xavier et l'orage Herwart ayant touché l'Allemagne en octobre 2017 ont eu des répercussions significatives sur la valorisation des sociétés industrielles et agricoles. Nous montrons également que ces événements ont affecté certains des assureurs les plus présents sur le territoire allemand. Pour ce faire, nous réalisons une event study en prenant la date de survenance de ces deux catastrophes naturelles et nous évaluons les fluctuations anormales des cotations quotidiennes. Plusieurs tests statistiques sont développés pour mesurer la significativité des résultats.

DONNÉES

Nous avons utilisé l'historique des cotations quotidiennes (cours de clôture uniquement) de la société minière allemande K+S Aktiengesellschaft, ainsi que l'historique de 7 assureurs présents en Allemagne sur la période allant 08/03/2017 au 27/12/2017[5]. Les dates références des deux catastrophes retenues sont le 6 et 7 octobre pour la tempête Xavier, et le 27 et 28 octobre pour l'orage Herwart. Le graphique suivant illustre les variations historiques des rendements pour la société K+S.

5. Allianz, Muenchener, Hannover (les trois principaux assureurs et réassureurs allemands), ainsi que Talanx, Generali, Axa, et Zurich (acteurs présents en Allemagne, Source Statista)

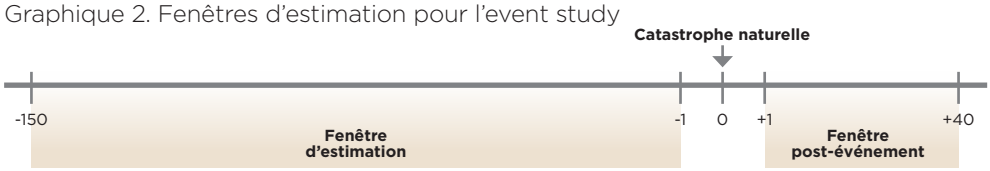
Graphique 1. historique des rendements quotidiens de la société K+S Aktiengesellschaft



MODÈLE

Pour démontrer empiriquement l'impact des catastrophes naturelles sur les rendements boursiers, nous réalisons deux tests statistiques en nous appuyant sur la méthodologie de Anwar et al. (2017) et Singh et al. (2020). Nous réalisons une event study en prenant une fenêtre d'estimation, puis une fenêtre post-événement comme suit :

Graphique 2. Fenêtres d'estimation pour l'event study



Le premier test statistique consiste à évaluer l'impact de la catastrophe le premier jour ouvré qui suit sa survenance. Le deuxième test statistique consiste à évaluer l'impact dans le temps de la catastrophe naturelle. Les étapes suivantes synthétisent notre démarche :

Etape 1 : Calcul du rendement quotidien : $R_t = \ln\left[\frac{P_t}{P_{t-1}}\right] x100$

Etape 2 : Calcul du rendement moyen : $\overline{R_i} = \frac{1}{N}\sum_{-150}^{-1} R_{i,t}$

Etape 3 : Calcul des rendements anormaux : $RA_{i,t} = R_{i,t} - \overline{R_i}$

Etape 4 : Calcul du rendement anormal cumulé : $RAC_i(t_0,t_1) = \sum_{i=1}^{N} RA_{i,t}$

Etape 5 : Calcul du rendement anormal moyen : $RAM_t = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} RA_{i,t}$

Etape 6 : Calcul du rendement anormal cumulé moyen : $RACM(t_0,t_1) = \sum_{t=t_0}^{t_1} RAM_t$

Etape 7 : Calcul de l'écart-type des RAM: $\sigma(RAM_t) = \sqrt{\sum_{-150}^{-1} \frac{(\overline{RA_t} - \overline{RA_t})^2}{150}}$

Où $\overline{RA_t} = \frac{1}{150}\sum_{-150}^{-1} \overline{RA_t}$ et $\overline{RA_t} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \overline{RA_{i,t}}$

Test statistique sur l'impact le jour de l'événement :

$$t\text{-}test_{RAM} = \frac{RAM}{\sigma(RAM_t)}$$

Test statistique sur l'impact de l'événement dans le temps :

$$t\text{-}test_{RACM} = \sqrt{\frac{RACM_t(t2 - t1 + 1)}{\sigma(RAM_t)}}$$

RÉSULTATS EMPIRIQUES :

Nous présentons d'abord les résultats portant sur la société allemande K+S (tableau 1 et tableau 2). Pour les assureurs, les résultats sont détaillés et illustrés plus bas (tableau 3 et tableau 4).

Tableau 1. résultats du test statistique n°1 – entreprise K+S

	Tempête Xavier		**Orage Herwart**	
	RA	t-stat	RA	t-stat
t	-8.588***	-5.491	-0.012	-0.008

Note : ***, ** et * indiquent les RA (Rendements Anormaux) significatifs à 1%, 5% et 10% respectivement. Les deux jours références retenus pour calculer la statistique sont le 9 octobre 2017 et le 30 octobre 2017 (premier jour où les marchés financiers ont ouvert après chaque catastrophe naturelle).

Tableau 2 : résultats du test statistique n°2 – entreprise K+S

	Tempête Xavier		**Orage Herwart**	
	RAC	t-stat	RAC	t-stat
t - t+10	-7.941***	-5.077	-1.102	-0.704
t+11 - t+20"	-0.050	-0.032	-5.812***	-3.715
t+21 - t+30	n.a.	n.a.	1.05	0.671
t+31 - t+40	n.a.	n.a.	2.875*	1.838

Note : ***, ** et * indiquent les RAC (Rendements Anormaux Cumulés) significatifs à 1%, 5% et 10% respectivement. Les tests sur les périodes t+11 et au-delà ne sont pas réalisés pour la tempête Xavier : la période comprend l'orage Herwart survenu à la fin du mois d'octobre 2017.

Concernant l'analyse des assureurs, nous nous focalisons sur l'orage Herwart. Les tableaux 3 et 4 ne donnent pas les statistiques relatives à la tempête Xavier, mais peuvent être disponibles sur demande.

Tableau 3 : résultats du test statistique n°1 – orage Herwart

	RA	t-stat
All	-0.354	-0.472
ALLIANZ	-0.193	-0.259
MUENCHENER	-0.426	-0.427
HANNOVER	-1.173	-1.069
TALANX	-1.619	-1.348
GENERALI	0.493	0.447
AXA	0.869	0.733
ZURICH	-0.431	-0.514

Note : ***, ** et * indiquent les RA (Rendements Anormaux) significatifs à 1%, 5% et 10% respectivement. Le jour référence retenu pour calculer la statistique est le 30 octobre 2017 respectivement (premier jour où les marchés financiers ont ouvert après la catastrophe naturelle). All représente l'ensemble des assureurs.

Tableau 4 : résultats du test statistique n°2 – entreprise K+S

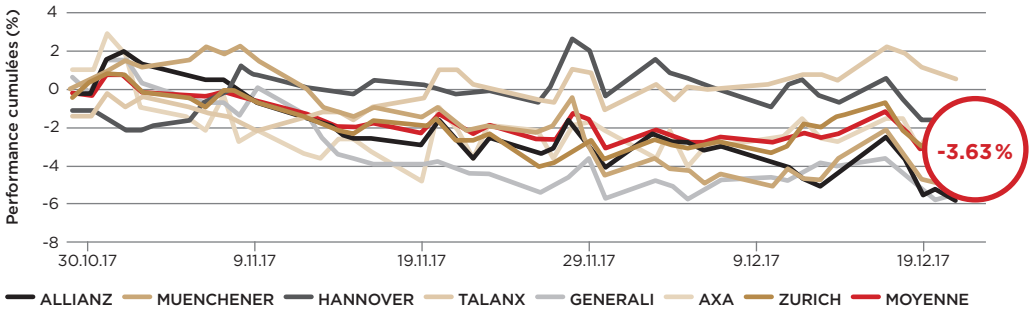
	RAC (0-10)	**t-Statistic**	**RAC (11-20)**	**t-Statistic**	**RAC (21-30)**	**t-Statistic**	**RAC (31-40)**	**t-Statistic**
All	-1.375*	-1.831	-1.351*	-1.799	-0.245	-0.326	-1.013	-1.349
ALLIANZ	-1.599**	-2.143	-1.84**	-2.465	-0.446	-0.598	-2.690***	-3.605
MUENCHENER	-0.135	-0.135	-2.328**	-2.336	-2.569**	-2.578	-0.644	-0.646
HANNOVER	0.069	0.063	-0.885	-0.806	-0.195	-0.177	-0.809	-0.737
TALANX	-1.551	-1.291	0.967	0.805	0.536	0.446	0.198	0.165
GENERALI	-1.521	-1.377	-3.869***	-3.503	0.713	0.646	-1.193	-1.080
AXA	-3.482***	-2.939	1.205	1.017	-0.527	-0.445	-2.213*	-1.868
ZURICH	-1.408*	-1.679	-2.706***	-3.227	0.774	0.923	0.260	0.310

Note : ***, ** et * indiquent les RAC (Rendements Anormaux Cumulés) significatifs à 1%, 5% et 10% respectivement. All représente l'ensemble des assureurs, et est calculé dans l'étape 6 de la section précédente.

D'après les résultats du tableau 1, nous ne rejetons par l'hypothèse selon laquelle la tempête Xavier a contribué à une chute significative de la valorisation de K+S le jour qui a suivi sa survenance. En revanche, nous rejetons cette hypothèse dans le cas de l'orage Herwart. Sur le tableau 2, nous pouvons voir une baisse anormale cumulée de 7.9% sur les 10 premiers jours. Cette baisse est principalement due à la baisse du 9 octobre (cf. tableau 1). En revanche, pour ce qui est de l'orage Herwart qui n'avait pas d'effet le jour ouvré suivant sa survenance, nous pouvons constater une baisse anormale cumulée de 5.812% sur la période t+11-t+20.

Concernant les assureurs, nous rejetons l'hypothèse selon laquelle ces sociétés ont été impactées le jour ouvré suivant la catastrophe (tableau 3). Dans le tableau 4, les sociétés Hannover et Talanx sont les seules qui n'affichent pas de baisse significative sur chaque intervalle étudié. Nous rejetons l'hypothèse selon laquelle ces assureurs ont été affectés par l'orage sur les 40 jours ouvrés post-catastrophe. En revanche, nous ne pouvons pas rejeter cette hypothèse pour l'ensemble des autres assureurs. En moyenne, la baisse anormale cumulée est de -3.63% à fin décembre, et aucun des acteurs affectés ne semble avoir absorbé les pertes subies. Le graphique suivant illustre l'évolution des rendements anormaux cumulés sur les 40 jours ouvrés qui ont suivi l'orage.

Graphique n°3. évolution des rendements anormaux cumulés après l'orage Herwart



CONCLUSION

Ces résultats corroborent les résultats de Tavor et Teitler-Regev (2019) selon lesquels les actifs financiers peuvent être affectés par un épisode climatique. Côté passif, les assureurs pourraient diversifier leurs expositions au risque climatique en s'appuyant sur une approche sectorielle et géographique. La mise en place de nouveaux produits comme l'assurance paramétrique doit également être explorée. Côté actif, les assureurs pourraient mettre en place de nouveaux outils pour mesurer leur diversification. Un moyen serait par exemple d'ajouter une dimension environnement/ climat aux dimensions rendement et risque actuellement considérées.

BIBLIOGRAPHIE

Anwar, Sadaf, Shveta Singh, and P. K. Jain. «Impact of cash dividend announcements: Evidence from the Indian manufacturing companies.» *Journal of Emerging Market Finance* 16.1 (2017): 29-60.

Fama, Eugene F. «Efficient capital markets: A review of theory and empirical work.» *The Journal of Finance* 25.2 (1970): 383-417.

Teitler-Regev, Sharon, and Tchai Tavor. «The impact of disasters and terrorism on the stock market.» Jàmbá: *Journal of Disaster Risk Studies* 11.1 (2019): 1-8.

Singh, Bhanwar, et al. «The outbreak of COVID-19 and stock market responses: An event study and panel data analysis for G-20 countries.» *Global Business Review* (2020).

7.
BIBLIOGRAPHIE

- Aka, Samira, et Lajaunie, Quentin. «Assurabilité et risques climatiques.» *Square Research Center Impact Paper* (2022).
- Alekseev, Georgij, et al. «A quantity-based approach to constructing climate risk hedge portfolios.» *NBER Working Paper* (2021).
- Alok, Shashwat, Nitin Kumar, and Russ Wermers. «Do fund managers misestimate climatic disaster risk.» *The Review of Financial Studies* 33.3 (2020): 1146-1183.
- Akey, Pat, and Ian Appel. «The limits of limited liability: Evidence from industrial pollution.» *The Journal of Finance* 76.1 (2021): 5-55.
- Battiston, Federico, et al. «Networks beyond pairwise interactions: structure and dynamics.» *Physics Reports* 874 (2020): 1-92.
- Berk, Jonathan, and Jules H. van Binsbergen. «The impact of impact investing.» *Available at SSRN 3909166* (2021).
- Chu, Yongqiang, Alice Yanguang Liu, and Xuan Tian. «Environmental risk and green innovation: evidence from evacuation spills.» *Available at SSRN 3740551* (2021).
- Giglio, Stefano, Bryan T. Kelly, and Johannes Stroebel. Climate finance. No. w28226. *National Bureau of Economic Research,* 2020.
- Grieder, Manuel, Baerenbold, Rebekka, Schmitz, Jan and Schubert, Renate. (2021). "The Behavioral Effects of Carbon Taxes - Experimental Evidence". *Available at SSRN 3628516.*
- Günther, S. A., Staake, T., Schöb, S., and Tiefenbeck, V. (2020). "The behavioral response to a corporate carbon offset program: A field experiment on adverse effects and mitigation strategies." *Global Environmental Change*, 64, 102123.
- Hauer, Mathew E., Jason M. Evans, and Deepak R. Mishra. «Millions projected to be at risk from sea-level rise in the continental United States.» *Nature Climate Change 6.7* (2016): 691-695.
- Krueger, Philipp, Zacharias Sautner, and Laura T. Starks. «The importance of climate risks for institutional investors.» *The Review of Financial Studies* 33.3 (2020): 1067-1111.
- Nordhaus, William D. «Economic growth and climate: the carbon dioxide problem.» *The American Economic Review* 67.1 (1977): 341-346.
- Nordhaus, William D. «Optimal greenhouse-gas reductions and tax policy in the» DICE» model.» *The American Economic Review* 83.2 (1993): 313-317.
- Volz, Ulrich, et al. «Climate change and sovereign risk.» (2020).
- Semieniuk, Gregor, et al. «Low-carbon transition risks for finance.» *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 12.1 (2021): e678.
- Teitler-Regev, Sharon, and Tchai Tavor. «The impact of disasters and terrorism on the stock market.» Jàmbá: *Journal of Disaster Risk Studies* 11.1 (2019): 1-8.
- Venturini, Alessio. «Climate change, risk factors and stock returns: A review of the literature.» *International Review of Financial Analysis* 79 (2022): 101934.

Square
RESEARCH CENTER

Le Square Research Center a été fondé pour favoriser le développement des travaux de R&D appliquée réalisés au sein de Square. Il a pour objectif de concevoir et de tester les approches et outils les plus innovants afin d'apporter une réponse pertinente aux problématiques majeures des organisations. Le Square Research Center associe chercheurs (docteurs et doctorants), consultants, partenaires académiques et organisations publiques et privées, à la production de connaissances et de solutions nouvelles, orientées vers l'action et destinées à être mises en œuvre concrètement.

Le Square Research Center mobilise ses équipes pour lever les verrous scientifiques et technologiques qui empêchent les organisations de traiter en profondeur les "problèmes" auxquelles elles sont confrontées, que ces problèmes soient neufs, émergents ou déjà connus. À cette fin, nous développons des modèles, des solutions et des outils pour nos clients, nos partenaires et nos consultants. Nous partageons nos résultats dans des séminaires académiques, dans des manifestations professionnelles, dans des publications, et utilisons nos découvertes dans le cadre des missions que nous confient nos Clients.

PLATEFORMISATION ET STRATÉGIES D'INNOVATION

Nos travaux permettent de proposer un nouveau cadre de référence pour concevoir et piloter les nouveaux projets de modèles d'affaires et de déterminer dans quelle mesure la plateformisation peut être — ou pas — un levier de développement. Nous nous concentrons plus particulièrement sur les perspectives de plateformisation dans le contexte de l'Open Banking, et les impacts sur les modèles de création de valeur.

JUMEAUX NUMÉRIQUES DES ENTREPÔTS – INTRA LOGISTIQUE

Le jumeau numérique est un type de simulation qui repose sur le principe d'un clone virtuel d'un système physique ou d'un processus. Si l'exploitation du jumeau numérique est très répandue dans les milieux industriels et scientifiques pour soutenir la prise des décisions associées aux produits, très peu de recherches se sont intéressées à son exploitation pour soutenir la prise de décisions associées aux processus. La gestion de l'empreinte carbone et de l'émission des gaz à effet de serre dans l'intra logistique est un processus nécessite notamment l'utilisation des jumeaux numériques que nous développons.

MODÈLES D'ALIGNEMENT DES PORTEFEUILLES SUR LES TRAJECTOIRES CLIMATIQUES

Nous réalisons un cadre conceptuel complet inédit permettant d'objectiver l'analyse des portefeuilles d'investissement et, ainsi, de créer une série de modèles capables d'intégrer et de traiter des données portant sur les émissions de gaz à effet de serre des entreprises ; d'adapter les méthodes de projection de ces émissions de gaz à effet de serre aux données disponibles, et de s'appuyer sur des méthodes mixtes pour optimiser les projections ; d'apporter de la transparence quant au fonctionnement et à l'organisation des algorithmes sous-jacents au modèle.

INFÉRENCE CAUSALE ET AMÉLIORATION DES MODÈLES DE CONNAISSANCE CLIENTS (UPLIFT)

Nos travaux de recherche s'inscrivent dans le champ de l'inférence causale, domaine du machine learning visant à produire des modèles d'aide à la décision capables d'exploiter de grandes masses de données complexes. L'une de nos applications phares est le ciblage marketing : nos modèles permettent de maximiser le ROI des campagnes grâce des analyses individuelles sélectionnant les profils clients à cibler en priorité. Nous établissons, par l'analyse statistique, un lien de cause à effet entre une stimulation et l'effet attendu pour un individu donné : telle publicité reçue par tel client va-t-elle déclencher son achat ? Tel médicament consommé par tel malade va-t-il provoquer sa guérison ? Nous avons développé une méthodologie complète qui répond à ce type de questions en s'appuyant sur les moyens modernes du machine learning.»

MODÉLISATION DE L'IMPACT DU RISQUE PHYSIQUE ET DE TRANSITION SUR LA SOLVABILITÉ DES ASSURANCES

Nous améliorons la prise en compte du caractère non-stationnaire et multivarié des variables climatiques dans le domaine des statistiques. À partir du nouveau cadre mathématique établi, nous permettons aux assureurs non-vie d'évaluer leurs risques liés au changement climatique en considérant les dépendances entre risques.

PILOTER LA PERFORMANCE PAR LA VALEUR

L'approche par la valeur permet aux décideurs de développer une stratégie intégrée sur l'ensemble de leur réseau de valeur (écosystème) recouvrant aussi bien les enjeux de performance (financière, extra-financière, opérationnelle) que les défis les plus contemporains de la compétitivité, de l'innovation et de la rentabilité. Piloter la performance par la valeur permet aux COMEX d'aligner stratégie, organisation, opérations et management.

SOUTENABILITÉ BANCAIRE

Nous avons développé une modélisation économétrique qui permet d'analyser les déterminants (facteurs exogènes et endogènes) impactant le profit et le risque bancaire. Interrogeant de ce fait la pérennité des modèles d'affaires bancaires, autrement appelée « soutenabilité bancaire », nos travaux proposent un cadre d'analyse neuf qui permet de mesurer et d'anticiper les impacts sur le profil de rentabilité et de risque des banques, et ce en fonction de leurs spécificités : banque de détail, banque d'investissement, banque de grande clientèle, banque universelle.

MODÉLISATION DE LA CULTURE ORGANISATIONNELLE POUR CONDUIRE LE CHANGEMENT

Nous renforçons la capacité des organisations à mieux saisir et mesurer les facteurs culturels qui ont des effets directs et indirects sur leur écosystème et sur leur capacité à bien se transformer et à conduire le changement. L'analyse de la culture organisationnelle en particulier reste souvent reléguée au second plan, rendant tout diagnostic culturel délicat, voire infructueux, privant les organisations d'un levier clé du changement choisi.

L'EXPLICABILITÉ DES MODÈLES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Notre travail de recherche développe des solutions permettant l'amélioration des métriques d'évaluation des modèles d'explicabilité en termes de plausibilité et de fidélité. La conception de modèles de substitution robustes aux attaques adversariales. La génération d'attaques adversariales et d'exemples contrefactuels adaptés, particulièrement ardue dans le cas d'une application NLP, afin d'optimiser la capacité d'interprétabilité des algorithmes d'IA.

MANAGEMENT DE LA DONNÉE

Nous proposons un modèle organisationnel qui dépasse la simple architecture technique et permet d'allier technologie et gestion des ressources humaines. Ce modèle organisationnel s'appuie sur trois briques identifiées dans la modélisation Data Vault 2.0 et propose de nouvelles composantes comme l'éducation sur la donnée pour dépasser les freins existants à l'usage de celle-ci.

NUMÉRIQUE RESPONSABLE

Notre programme de R&D développe un outil de mesure de la valeur immatérielle du numérique débouchant sur un outil d'analyse et d'aide à la décision. Nous permettons au numérique responsable de faire partie intégrante de la stratégie RSE et de la stratégie IT d'une entreprise, consolidant ainsi le pilotage des performances extra-financières.

NOUVELLES MÉTHODES DE TRAVAIL ET DE MANAGEMENT

Nous développons un modèle de démarche permettant de comprendre la manière dont les pratiques professionnelles « font méthode » dans une organisation. Le programme vise à modéliser la meilleure façon de mettre en mouvement les personnes, les équipes et l'organisation, et ainsi conduire le changement en fonction des pratiques et de la configuration de l'entreprise.

MODÉLISATION DE L'IMPACT DU RISQUE PHYSIQUE ET DE TRANSITION SUR LA SOLVABILITÉ DES BANQUES

Notre travail de recherche développe des modèles statistiques et mathématiques innovants qui contribuent à la modélisation de l'impact des risques climatiques et de transition sur la solvabilité des banques et sur le calcul de leurs besoins en capital permettant de couvrir les risques induits par le changement climatique.

ÊTRE PROPRE OU CONTRIBUER À LA TRANSITION ? LA RSE AU DÉFI DE LA DURABILITÉ

Ce travail de recherche développe un modèle alternatif de responsabilité sociale d'entreprise, que l'on peut appeler une "Stratégie de Contribution à l'Avènement du Développement Durable" (SCAD) et des méthodologies spécifiques d'accompagnement de SCADs vers la durabilité.

Crédits photos - Unsplash : Michael D (p. 1), Raychel Sanner (p.2), Andre Benz (p.6), Luke Stackpole (p.8).

www.square-management.com/square-research-center