

« Prise en compte du changement climatique dans la modélisation des risques biométriques et financiers » : Résumé de mémoire

Ce mémoire propose des approches de modélisations intégrant le risque climatique de type Modèle Interne et dont les résultats sont mis en perspective par rapport à la Formule Standard. Il se focalise sur les impacts du changement climatique et l'intégration de facteurs de risques climatiques dans la modélisation des risques biométriques et financiers. Il se définit comme une boîte à outil pour le lecteur en dressant tout d'abord un cadre de définition de ces risques et en en proposant une cartographie. Puis, l'intégration de facteurs de risque climatique dans des modélisations de mortalité et financière sont réalisées en proposant de nouvelles méthodes de calcul de chocs. Ces modélisations permettent l'extraction du risque lié au changement climatique. Finalement, une étude de ces modélisations est réalisée afin de mettre en perspective les résultats de ces méthodes face à celles de la Formule Standard.

Sur la partie biométrique, un modèle de mortalité a été développé en tenant compte de variables climatiques. L'intégration de telles variables permet d'obtenir un modèle explicitant les taux de mortalités d'une cause climatique précise. Sur le risque financier, plusieurs méthodes de calculs de chocs ont été appliquées, dont une intégrant et explicitant le risque carbone. Elle permet d'analyser la sensibilité des actifs au regard du risque de transition climatique. Une analyse de sensibilité de la volatilité de ce dernier démontre des hausses significatives de certains secteurs comme ceux de l'énergie, des matériaux ou de la construction par rapport à d'autres peu sensibles au risque.

Risques biométriques

Le mémoire propose une large cartographie des causes climatiques impactant la mortalité au niveau mondial puis français, avant d'en retenir trois principales : les températures élevées, la pollution de l'air et la transmission de maladies vectorielles. Ces trois causes sont étudiées au sein du mémoire, en se focalisant principalement sur celle des températures élevées.

Méthodologie

La visée principale de la contribution de ce mémoire est de proposer un modèle de mortalité climatique permettant d'isoler les décès dus à une cause en particulier. Ce modèle dérive d'un modèle de Lee-Carter et est adapté au changement climatique par l'introduction de variables climatiques (Équation (1)). Le terme $\beta_x^o \kappa_t^o$ sert à capturer la mortalité globale en ne considérant pas la cause en question (c est pour la cause considérée, o pour les autres causes).

$$\ln(\mu_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x^o \kappa_t^o + \delta_x^c C_t \quad (1)$$

La méthodologie est composée de deux parties : le calibrage du modèle puis sa projection à horizon 1 an afin de calculer des chocs adaptés.

Contrairement à une approche de calibrage classique du modèle de Lee Carter, deux bases de données supplémentaires sont utilisées. La première, la GHD, s'agit d'une base de données de décès classifiés par cause. La seconde est une base de variables climatiques contenant, entre autres, les températures moyennes, minimales, maximales ou encore le niveau de pluviométrie. Le calibrage du modèle s'effectue en trois étapes :

1. Estimation de la mortalité relative à la cause climatique considérée : au cours de cette étape, un indicateur climatique est construit. Il permet de répliquer les taux de mortalité de la cause climatique à partir de variables climatiques. L'indicateur C_t tient uniquement compte d'une combinaison de variables climatiques.
2. Inclusion de l'effet rattrapage : cet effet sera défini de manière détaillée dans la suite du mémoire. Il consiste à inclure dans le modèle une variable permettant de contrôler l'excès soudain de décès dus à un pic de chaleur, en considérant par exemple que certains individus seraient décédés de manière naturelle dans les mois suivants l'événement. L'indicateur permet de moduler les décès de l'année t sur l'année $t + 1$ en cas de variations extrêmes.
3. Calibrage de la mortalité « autres causes » : ce calibrage se fait en plusieurs étapes et permet d'obtenir les taux finaux de décès.

Une fois le modèle calibré, il est projeté à horizon 1 an. Afin de conduire des projections cohérentes, des projections conjointes sont réalisées dans le but d'obtenir des variables climatiques et de mortalités à horizon 1 an possédant une dynamique commune. Pour cela des projections auto-régressives sont utilisées. L'idée est de pouvoir projeter les séries temporelles de températures et les considérer comme des facteurs de risque à part entière dans le modèle de mortalité.

Des valeurs de chocs sont finalement calculées sur 5000 simulations. À l'issue de ces simulations, les chocs moyens sont calculés et comparés à ceux d'un modèle classique de Lee-Carter projeté également à horizon 1 an.

Résultats

En terme de calcul de chocs à horizon 1 an, l'impact de la prise en compte du risque climatique entraîne une hausse du choc de mortalité par rapport à la Formule Standard. Les valeurs de chocs calculés sont supérieures aux chocs de la

modélisation classique faite avec Lee-Carter de 5,82% en moyenne sur les âges de 40 à 90 ans. L'impact de la cause des températures élevées reflète bien l'impact de l'âge sur la mortalité. En effet, plus l'âge des individus augmente, plus ils sont sensibles aux températures hautes.

Ces valeurs de chocs intègrent donc à part entière le facteur climatique par le biais des séries temporelles relatives aux données de températures et de la dynamique temporelle de la modélisation de Lee-Carter. Cette modélisation peut se transposer à d'autres causes climatiques comme celle de la pollution de l'air, également traitée au sein du mémoire.

Risques financiers

La seconde partie de ce mémoire est consacrée aux risques financiers, calculs de chocs à horizon 1 an et à une analyse de sensibilité du risque de transition. En plus de fournir un état de l'art des méthodes proposant d'intégrer les conséquences du changement climatique, ce mémoire propose une approche intégrant le risque carbone ainsi qu'une définition sectorielle des valeurs de chocs. Des calculs de chocs seront effectués par des méthodes classiques comme celle de l'EIOPA. L'intérêt est de pouvoir étudier les chocs de marché au regard du risque de transition climatique et relativement aux investissements dépendant de l'économie carbonée. L'utilisation d'une méthode permettant d'analyser la sensibilité des secteurs d'activités au risque de transition climatique constitue la valeur ajoutée de ce mémoire.

Méthode intégrant un facteur de risque carbone

Cette méthode est définie en tenant compte du risque carbone. Celle-ci permet d'identifier une composante du rendement des actifs relevant du risque carbone. Cette approche sera utilisée puis complétée afin d'arriver au calcul de chocs voulu dans le cadre d'un modèle interne, et à une analyse de sensibilités. En effet, l'un des objectifs est de pouvoir définir des valeurs de chocs en fonction du secteur d'activité d'une entreprise. La réglementation actuelle ne tient pas compte du secteur d'activité sous-jacent aux investissements en action d'une compagnie d'assurance. Le but serait de proposer à l'assureur une approche tenant compte du secteur d'activité de ses actifs. Pour cela, le rendement $R_i(t)$ d'un actif i sera décomposé comme suit :

$$R_i(t) = \alpha_i(t) + \beta_{\text{mkt},i}(t)R_{\text{mkt}}(t) + \beta_{\text{bmg},i}(t)R_{\text{bmg}}(t) + \varepsilon_i(t) \quad (2)$$

Le facteur $R_{\text{mkt}}(t)$ est le rendement apporté par l'activité économique globale (le marché) tandis que $R_{\text{bmg}}(t)$ représente le surplus de rendement des entreprises dont l'activité est fortement carbonée par rapport à celles pour qui ce n'est pas le cas. C'est ainsi que β_{mkt} et β_{bmg} s'interprètent, respectivement, comme l'exposition au risque de marché et au risque de transition climatique. Les paramètres $\alpha_i(t)$ et $\varepsilon_i(t)$ correspondent respectivement au rendement excédentaire d'un investissement par rapport au rendement de référence et au risque idiosyncratique de l'entreprise i . Le facteur $R_{\text{bmg}}(t)$ sera construit à l'aide de données climatiques se rapportant aux émissions CO_2 des entreprises, en utilisant la base de données Thomson Reuters. Dans cette base sont présents de nombreux indicateurs à la granularité de l'entreprise. Plusieurs de ces indicateurs seront étudiés dans le mémoire comme la note ESG portant sur le poste "émissions" ou directement sur les émissions totales de CO_2 des entreprises.

L'étude du coefficient β_{bmg} permet d'obtenir une idée de la part de risque carbone d'une entreprise. En effet, plus le facteur β_{bmg} est élevé, plus l'entreprise est sujette au risque carbone. Dans le cas du facteur relatif, l'objectif est de prendre position sur le risque en essayant de le réduire. Un assureur pourra donc comparer des entreprises selon la valeur de leur β_{bmg} . Dans la suite des travaux, un regroupement par secteur sera effectué en accord avec classification GICS®¹. Par exemple, sur l'année 2020 et pour le CAC 40, les secteurs de l'énergie et des services publics sont les plus sujets au risque de transition climatique. Pour le S&P, on retrouve le secteur des énergies ainsi que le secteur financier.

Une fois le modèle calibré, l'objectif est de simuler des valeurs de chocs en projetant des rendements à horizon 1 an de manière sectorielle. Une définition différente du SCR classique est présentée afin d'être cohérente avec les pratiques effectuées dans la réalité. Il s'agit d'une définition de SCR permettant d'étudier la déviation par rapport à l'attendu. L'accroissement naturel des actifs n'est plus pris en compte dans cette définition alternative. L'analyse des valeurs de chocs issues de cette méthode confirme les observations faites sur le paramètre β_{bmg} au cours du mémoire. L'intérêt final est l'étude de sensibilité des secteurs des actifs financiers au regard du risque de transition climatique. Le facteur $R_{\text{bmg}}(t)$ est considéré comme étant une représentation du risque de transition climatique. Dans un contexte de transition climatique, l'incertitude sur $R_{\text{bmg}}(t)$ augmente. Cette augmentation est traduite par une augmentation de la volatilité du facteur BMG au sein de ce mémoire.

Pour une période en régime classique (sans crise apparente, de 2010 à 2019), des secteurs comme celui de l'énergie enregistrent une hausse de leurs valeurs de chocs qui démontre une sensibilité accrue au risque carbone. La variation du choc pour le secteur de l'énergie pour un scénario de volatilité doublée est de l'ordre de 118% pour les actifs du CAC 40 et de 76% pour ceux du S&P. Dans le cas d'une période de crise (année 2020 correspondant à la crise COVID-19), les secteurs les plus sensibles au risque carbone dans le cas d'un scénario de volatilité doublée sont le secteur de service public avec une variation de 123,5% pour le CAC 40 et de l'énergie pour le S&P avec une variation de 100,8%.

¹Classification disponible ici : <https://www.msci.com/our-solutions/indexes/gics>

