

Mémoire présenté le :

**pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : Antonin SEIGNOLE

Titre : Evaluation du risque de transition dans le cadre de stress tests climatiques en ORSA

Confidentialité : NON OUI (Durée : 1 an 2 ans)

Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus

*Membres présents du jury de l'Institut des
Actuaires*

R. Nobis
S. Orozco
P.C. Fall

Membres présents du jury de l'ISFA

D. Dorobantu

Signature

Entreprise :

Nom : Grant Thornton

Signature :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Jérôme Sander

Signature :


Invité :

Nom :

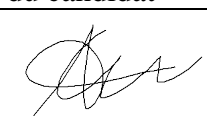
Signature :

***Autorisation de publication et de mise
en ligne sur un site de diffusion de
documents actuariels (après expiration
de l'éventuel délai de confidentialité)***

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



RESUME

Mots clés : Changement climatique, risque de transition, risque financier, ORSA climatique, scénarios climatiques.

Le changement climatique est au cœur des préoccupations et des enjeux majeurs des décennies actuelles et à venir. Ce changement peut entraîner des répercussions considérables sur les modèles économiques des entreprises et, plus particulièrement, sur les modèles économiques des assureurs. Ainsi, de nouveaux défis se présentent aux organismes d'assurance. En effet, l'apparition de politiques climatiques impliquant une transition plus rapide vers une économie à faible émission de carbone impose notamment aux organismes de comprendre les potentiels effets de cette transition sur leurs activités, leurs stratégies et leur performance financière.

Le changement climatique a d'ores et déjà un impact sur la fréquence et l'ampleur des événements météorologiques extrêmes et des catastrophes naturelles. D'autres effets sont susceptibles d'apparaître à moyen ou long terme. Actuellement, l'EIOPA (European Insurance and Occupational Pensions Authority) demande aux acteurs du marché d'appréhender ces nouveaux risques dans le cadre de l'ORSA (Own Risk and Solvency Assessment). Cette recommandation est cohérente avec la révision de la directive Solvabilité II proposée.

L'objectif de ce mémoire est de développer une première approche de stress tests climatiques en se focalisant sur les risques financiers émanant du portefeuille d'actifs d'un assureur. L'idée est de proposer une première analyse de ces risques en se concentrant sur leurs impacts relatifs aux actions, obligation et immobilier. Pour ce faire, il conviendra de projeter le portefeuille financier étudié selon différents scénarios climatiques identifiés.

La connaissance du risque climatique étant en plein essor, ce mémoire a pour but de proposer des pistes de réflexion qui ne pourront pas toujours aboutir aux conclusions souhaitées. Dans cette situation, les limites à cette étude seront explicitées et des axes d'amélioration seront proposés.

ABSTRACT

Keywords: Climate change, transition risk, financial risk, climate ORSA, climate scenarios.

Climate change is at the heart of the major concerns and issues of the current and future decades. This change may have considerable repercussions on the economic models of companies and, more particularly, on the economic models of insurers. Thus, new challenges are presented to insurance organizations. Indeed, the emergence of climate policies implying a faster transition to a low-carbon economy requires organizations to understand the potential effects of this transition on their activities, strategies and financial performance.

Climate change is already having an impact on the frequency and magnitude of extreme weather events and natural disasters. Other effects are likely to emerge in the medium to long term. EIOPA (European Insurance and Occupational Pensions Authority) is currently asking market participants to address these new risks in the context of the ORSA (Own Risk and Solvency Assessment). This recommendation is consistent with the proposed revision of the Solvency II Directive.

The objective of this thesis is to develop a first approach to climate stress testing by focusing on the financial risks emanating from an insurer's asset portfolio. The idea is to propose a first analysis of these risks by focusing on their impacts on equities, bonds, and real estate. To do so, it will be necessary to project the financial portfolio studied according to different identified climate scenarios.

As knowledge of climate risk is still growing, the purpose of this report is to propose avenues of reflection that may not always lead to the desired conclusions. In this situation, the limitations of this study will be explained and areas for improvement will be proposed.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais remercier Jérôme SANDER, associé chez Grant Thornton, pour sa disponibilité, son encadrement et tout le savoir qu'il a pu me transmettre. Je remercie également Edouard HARDY, Henri SEROUSSI, Judith NGAMIJE, Manon LE TOUZO, Hugo COCHARD et Camille MOTARD, de l'équipe actuariat, pour leur aide, leurs conseils, leur gentillesse et leur bienveillance grâce à laquelle j'ai pu m'épanouir dans mes débuts professionnels.

Je tiens plus particulièrement à remercier ma famille et mes proches pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements et sans qui je n'aurais pas pu aller si loin. Merci pour ces nombreuses relectures approfondies.

INTRODUCTION

Le lundi 20 mars 2023, le groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) a publié son 6^{ième} rapport d'évaluation qui synthétise les connaissances scientifiques acquises sur le changement climatique. Les conclusions sont les mêmes depuis plusieurs années et ne cessent de s'alourdir : les émissions de gaz à effet de serre sont toujours en augmentation et réchauffent le climat à un rythme sans précédent. Il est estimé que quels que soient les scénarios envisagés et les décisions mises en place, le réchauffement climatique atteindra 1.5 °C dès le début des années 2030.

Cette étude récente vient donc mettre à mal les objectifs fixés par les Accords de Paris, ce traité international qui vise à contraindre juridiquement les 196 pays signataires à limiter le réchauffement climatique à un niveau inférieur à 2° C, de préférence 1.5° C, par rapport au niveau préindustriel.

Un retard semble être déjà pris et fait craindre une accentuation brutale des politiques vers une économie bas carbone. Une transition soudaine et mal maîtrisée pourrait avoir de lourdes conséquences sur l'économie globale et les marchés financiers. La détérioration de la performance financière de certaine entreprise peut se traduire en risque de crédit, risque de liquidité, risque action, risque de taux, ... pour les acteurs financiers.

A l'inverse une absence de transition mènera à un dérèglement climatique très important aux conséquences multiples sur les économies et les sociétés. Des impacts sont déjà observables en France et partout dans le monde : augmentation des événements climatiques extrêmes, émergence et sévérité de certaines maladies infectieuses ... Cela peut se traduire en risque de souscription.

Au regard de l'importance du changement climatique et de son impact sur les politiques à venir, les assureurs doivent être en mesure de connaître et de maîtriser ces risques. Leur prise en compte est cependant un exercice complexe, qui évolue au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles méthodes et du gain d'expérience des entreprises d'assurance. Cela demande de pouvoir projeter les risques sur un horizon beaucoup plus long qu'habituellement. En effet l'impact du dérèglement climatique s'étale sur des dizaines d'années contrairement à des risques à horizon un an comme les calculs réglementaires le demandent. Les acteurs du marché sont encore peu préparés sur ce sujet.

Tout cela explique qu'à l'heure actuelle les régulateurs préconisent de travailler ce risque dans le cadre de l'ORSA (Own Risk and Solvency Assessment). Cela va même plus loin car la révision de la directive Solvabilité II prévoit que les entreprises exposées de manière importante aux risques liés au changement climatique en évaluent l'impact à l'aide de scénarios long terme.

Face à ces nouvelles demandes et au vu de la spécificité des risques climatiques, les assureurs doivent donc adapter et développer de nouvelles méthodes. Le premier objectif est de mieux comprendre et mieux cerner les risques climatiques. Mais le sujet est vaste et une seule étude ne pourrait permettre de tout prendre en considération.

En dehors de l'estimation de l'exposition aux risques, la démarche de prise en compte du dérèglement climatique a des enjeux éthiques et moraux : contribuer aux objectifs et aux efforts internationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de maintien de la biodiversité. Limiter l'exposition de son portefeuille financier, c'est aussi investir de manière plus durable et considérer l'impact des assureurs sur le risque de changement climatique. Plusieurs politiques mises en place au cours des dernières années demandent aux organismes d'assurances, en tant que gestionnaire de portefeuilles, de se responsabiliser face à leurs investissements et de participer à la neutralité carbone d'ici 2050.

Ce mémoire se focalisera donc plus précisément à l'étude de l'impact du changement climatique sur un portefeuille financier. Quels sont les outils et méthodologies disponibles pour évaluer le risque de changement climatique sur les différents titres détenus ?

Dans une première partie, une introduction au changement climatique permettra notamment de détailler les nouveaux risques climatiques auxquels sont soumis les assureurs ainsi que l'exposition du marché à ces nouveaux risques. S'en suivra une présentation du contexte réglementaire ainsi que des travaux proposés par les autorités sur le sujet.

La section suivante aura pour objectif de proposer une méthodologie d'évaluation des risques climatiques. Après avoir précisé l'objectif global de l'étude, il s'agira d'analyser la composition des portefeuilles des assureurs de la place. Il faudra ensuite identifier les titres du portefeuille qui sont le plus vulnérables aux changements climatiques et étudier l'impact de ces scénarios climatiques. Enfin, une méthode de projection du portefeuille complet sera proposée.

La dernière section portera sur l'application de la méthode de projection sur le portefeuille d'actifs d'un assureur de la place.

Table des matières

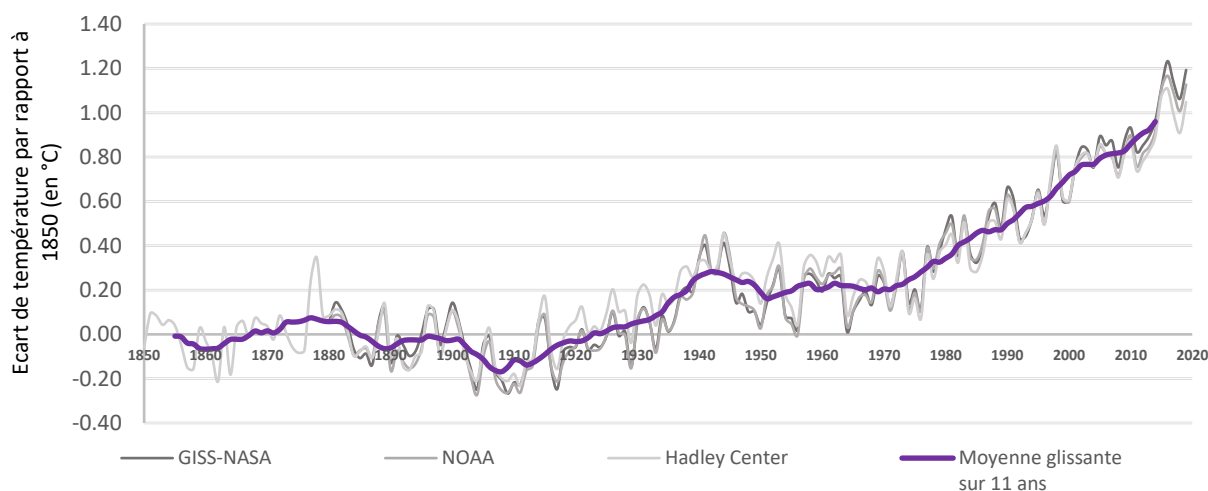
RESUME	2
ABSTRACT	3
REMERCIEMENTS	4
INTRODUCTION	6
1. INTRODUCTION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AUX RISQUES EN ASSURANCE	10
1.1. Un défi pour les assureurs	10
1.2. Nouveaux risques climatiques	11
1.2.1. Le risque physique	11
1.2.2. Le risque de transition	12
1.2.3. Le risque de responsabilité juridique	12
1.3. Exposition du marché à ces nouveaux risques	12
1.4. Synthèse	13
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	14
2.1. Politiques et réglementations environnementales	14
2.1.1. Actions à l'échelle internationale	14
2.1.2. Actions à l'échelle européenne	16
2.1.3. Actions à l'échelle française	18
2.1.4. Synthèse	19
2.2. Les risques environnementaux dans le cadre de Solvabilité II	20
2.2.1. Pilier 2 de Solvabilité II et introduction à l'ORSA	20
2.2.2. Règlement délégué S2 2021/1256	22
2.2.3. Nouvelle directive Solvabilité II	22
2.2.4. Synthèse	24
3. PREPARATION DE L'EVALUATION DES RISQUES PAR LES AUTORITES	25
3.1. Les travaux de L'EIOPA	25
3.1.1. Avis sur l'intégration des risques de durabilité dans Solvabilité 2	25
3.1.2. Consultation sur l'intégration du risque climatique dans l'ORSA	26
3.1.3. Exercice pilote et guide d'application	27
3.1.4. Document méthodologique	28
3.2. Les travaux de l'ACPR	32
3.2.1. Premières estimations et sondages	32
3.2.2. Exercice pilote climatique de l'ACPR	34
3.2.3. Résultats de l'exercice pilote climatique	37
Synthèse	39
4. METHODOLOGIE D'EVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES	40
4.1. Objectif global de l'étude	40
4.1.1. Stress test à portée informative	40
4.1.2. Enjeux de la méthodologie	40
4.1.3. Périmètre d'étude	40
4.1.4. Mesures d'évaluation	41
4.1.5. Synthèse	41
4.2. Composition du portefeuille	42
4.2.1. Composition globale d'un portefeuille d'assurance	42
4.2.2. Restriction du périmètre d'étude	43
4.2.3. Fonds de placement et de transposition	43
4.3. Analyse d'exposition aux risques climatiques	44
4.3.1. Notation ESG	44
4.3.2. Répartition sectorielle	46
4.3.3. Exposition aux énergies fossiles	48
4.3.4. Répartition géographique	49

4.3.5.	Empreinte carbone.....	50
4.3.6.	Emissions carbone d'une entreprise.....	51
4.3.7.	Indicateurs d'émission carbone	53
4.3.8.	Indice d'état.....	54
4.3.9.	Synthèse	56
4.4.	Etude des scénarios climatiques	56
4.4.1.	Définition d'un scénario climatique	56
4.4.2.	Choix des scénarios.....	57
4.4.3.	Les scénarios du NGFS.....	58
4.4.4.	Les modèles d'évaluations intégrés.....	63
4.4.5.	Le modèle NiGEM.....	65
4.5.	Ajustement des chocs climatiques	72
4.5.1.	Modèle sectoriel statique d'équilibre générale	72
4.5.2.	Score de transition faible carbone	72
4.5.3.	Synthèse	74
4.6.	Projections du portefeuille.....	74
4.6.1.	Modalités de projection	74
4.6.2.	Courbe de taux zéro coupon	76
4.6.3.	Politique de réinvestissement	78
4.6.4.	Projection de la valeur d'une obligation à un instant t	80
4.6.5.	Projection des actions et de l'immobilier.....	81
4.6.6.	Projection du taux de change	82
4.6.7.	Synthèse	83
5.	APPLICATION A UN PORTEFEUILLE FINANCIER	84
5.1.	Portefeuille étudié	84
5.2.	Analyse d'exposition aux risques de transition	85
5.2.1.	Etude sectorielle	85
5.2.2.	Empreinte carbone.....	89
5.2.3.	Indice d'exposition	91
5.3.	Analyse d'exposition au risque physique	92
5.4.	Projection du portefeuille.....	94
5.4.1.	Paramétrage de l'outil.....	94
5.4.2.	Projection du portefeuille global.....	95
5.4.3.	Projection des différents types de titres.....	96
5.4.4.	Ecart par rapport au scénario de référence.....	98
6.	CONCLUSION	99
	BIBLIOGRAPHIE	100
	TABLE DES FIGURES	101
	LISTE DES TABLEAUX	103
	ANNEXE.....	104

1. INTRODUCTION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AUX RISQUES EN ASSURANCE

On appelle changement climatique, les modifications du climat accompagnées d'une augmentation générale des températures moyennes à un niveau mondial. Dans son 5^{ème} rapport publié en 2013, le GIEC (le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) affirmait que le réchauffement observé depuis 1950 est « sans équivoque » et que « il est extrêmement probable que l'influence humaine sur le climat ait été la cause dominante du réchauffement observé depuis le milieu du vingtième siècle ». Par rapport aux années 1850, une augmentation de 1°C de la température mondiale a déjà été observée et elle est susceptible d'augmenter jusqu'à 5°C supplémentaires d'ici la fin du siècle dans certaines zones du globe. Et plus les températures augmenteront, plus le système climatique sera dérégulé, et plus les dégâts causés aux écosystèmes seront irréversibles.

Figure 1 - Evolution de la température moyenne annuelle mondiale de 1850 à 2019



Source - Ministère de la transition écologique¹

1.1. Un défi pour les assureurs

La lutte contre le dérèglement climatique est l'un des défis majeurs du XXI^e siècle, tant elle appelle à des transformations profondes des sociétés, des territoires et de l'économie mondiale. Cette transformation se retrouve aussi au cœur de l'assurance. Le risque de dérèglement climatique est actuellement considéré comme l'un des plus grands défis de la profession selon une étude de la France Assureurs (voir Figure 2). Ce dernier publie chaque année une cartographie prospective des risques en assurance. Les acteurs du marché (principalement directeurs de sociétés d'assurances) donnent une appréciation de la probabilité d'occurrence et de l'impact de différents risques identifiés. Sur l'année 2021 la catégorie des risques environnementaux inquiète particulièrement la profession. Le risque de dérèglement climatique est à la 2^{ème} place (4^{ème} l'année précédente) juste devant le risque de catastrophes exceptionnelles, nouveau risque qui intègre le classement directement à la 3^{ème} place.

¹ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0>

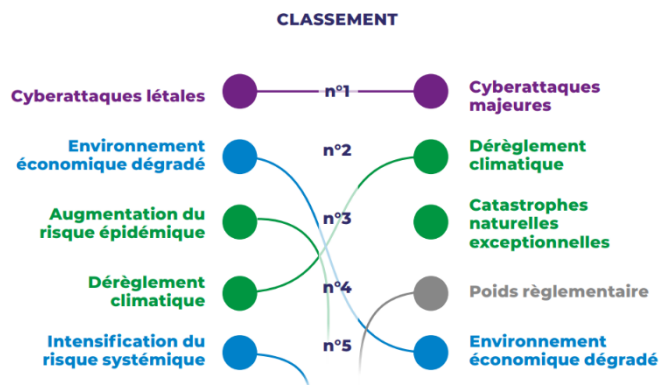
GISS-NASA (Goddard Institute for Space Studies - National Aeronautics and Space Administration) : laboratoire de recherche américain spécialisé dans l'étude de l'atmosphère de la Terre et des exoplanètes.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) : agence américaine responsable de l'étude de l'océan et de l'atmosphère.

Hadley Center : centre de recherche climatique du Royaume-Uni.

Ces enjeux s'inscrivent dans un objectif plus large de durabilité. Le risque de durabilité a été défini par le Parlement et le Conseil européens comme « un événement ou une situation dans le domaine environnemental, social ou de la gouvernance qui, s'il survient, pourrait avoir une incidence négative importante sur la valeur de l'investissement ». Au sein des risques environnementaux, le risque de dérèglement climatique est rapidement devenu une priorité dans les agendas des superviseurs et des décideurs.

Figure 2 - Classements des principaux risques du marché entre 2020 et 2021



Source : Fédération France Assureurs ²

1.2. Nouveaux risques climatiques

Pour matérialiser l'impact du changement climatique sur les activités d'assurance, de nouveaux risques ont récemment été définis, susceptibles d'impacter l'actif et le passif. Ils peuvent être divisés en trois catégories, comme proposé par Mark Carney ³ :

1.2.1. Le risque physique

Le risque physique représente le risque d'exposition aux phénomènes météorologiques et climatiques que ce soient des événements extrêmes ou des évolutions progressives (inondations, sécheresses, submersions marines, tempêtes cycloniques).

- Cela peut induire une augmentation de la fréquence ou de la volatilité des coûts des sinistres.
- L'augmentation de la température, propice à l'expansion de certaines maladies ou pandémies, ainsi que la pollution atmosphérique, sont aussi susceptibles de générer de la mortalité additionnelle, des frais de santé plus importants ou une augmentation du nombre d'individus en incapacité/invalidité.
- Les événements climatiques peuvent aussi impacter la valeur de certains actifs et même fragiliser le système financier.

² https://www.franceassureurs.fr/wp-content/uploads/220112_France-Assureurs_Cartographie-2022-Risques-emergents_1-1.pdf

³ Mark Carney est l'ancien Gouverneur de la Banque d'Angleterre. En septembre 2015, il prononce, devant les membres du Lloyd's of London, un discours devenu une référence dans lequel il dénonce « la tragédie des horizons » et affirme que les enjeux climatiques présentaient un risque pour la stabilité du système financier. Il propose alors la catégorisation des risques climatiques présentée ci-dessus.

1.2.2. Le risque de transition

Le risque de transition représente le risque d'ajustement à la mise en place d'une économie bas-carbone, notamment si celle-ci est mal anticipée ou intervient brutalement. Ce risque se base sur des anticipations d'évolution de différents facteurs tels que la tarification du carbone, les changements réglementaires ou juridiques, les changements dans les habitudes de consommation, les changements technologiques. Cela menace certains actifs de « s'échouer » (On les nomme aussi *stranded assets*) du fait de leur incompatibilité avec une économie bas carbone. On peut par exemple prédire la dévalorisation d'actifs liés aux énergies fossiles dans le cas de politiques climatiques ambitieuses ayant pour but de rester en dessous des 2°C de réchauffement (limite déterminée par les [Accords de Paris](#)). L'incertitude de cet impact sur le marché est un sujet préoccupant pour les autorités qui y voient même un possible risque systémique.

1.2.3. Le risque de responsabilité juridique

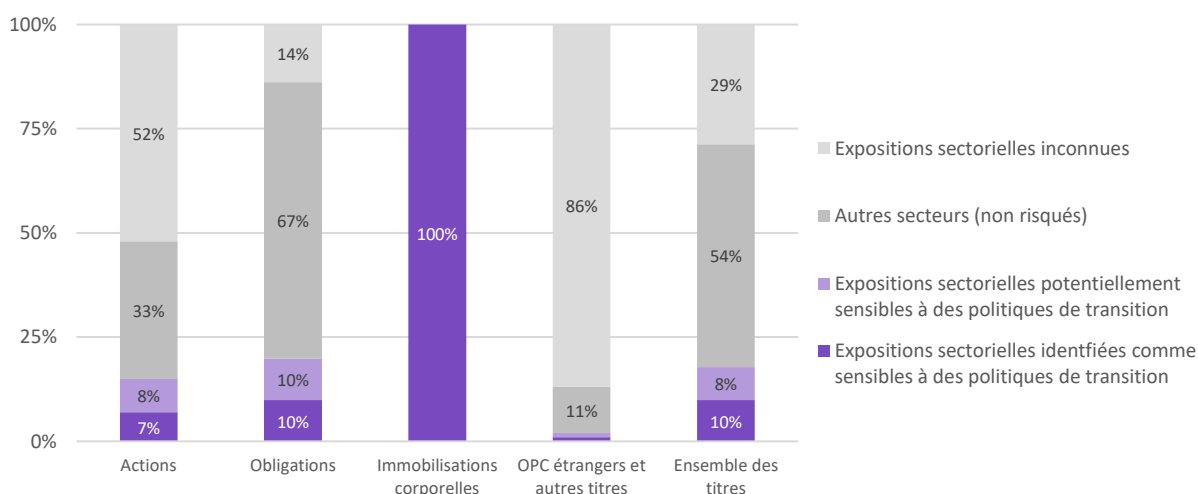
Ce risque se traduit par d'éventuelles poursuites judiciaires pour avoir contribué au dérèglement climatique ou ne pas avoir suffisamment aidé à endiguer le processus. On voit par exemple apparaître des premiers recours judiciaires. Très récemment en février 2023, BNP PARIBAS a été assigné en justice pour son financement des énergies fossiles par trois ONG. Les associations ont fondé leurs accusations sur la loi de vigilance adoptée en 2017 qui oblige les grandes entreprises françaises à identifier les risques et à prévenir les atteintes graves à l'environnement et au droit humain liés à leurs activités. Cette action pourrait mener à une jurisprudence climatique. Dans tous les cas on peut craindre une hausse du nombre de contentieux, représentant un risque financier direct, mais aussi un risque de réputation auprès des assurés.

Ce risque n'est cependant pas étudié dans la pratique en raison du manque d'informations et de méthodologies disponibles pour le prendre en compte correctement.

1.3. Exposition du marché à ces nouveaux risques

En 2016, l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR) avait réalisé une première étude⁴ pour estimer l'exposition des assureurs aux risques climatiques. Sur les 2 543 milliards d'euros de placements, entre 240 et 450 milliards ont été évalués comme sensibles au risque de transition (soit 10% à 20% du portefeuille des assureurs).

Figure 3 - Placements exposés à des secteurs vulnérables aux risques de transitions

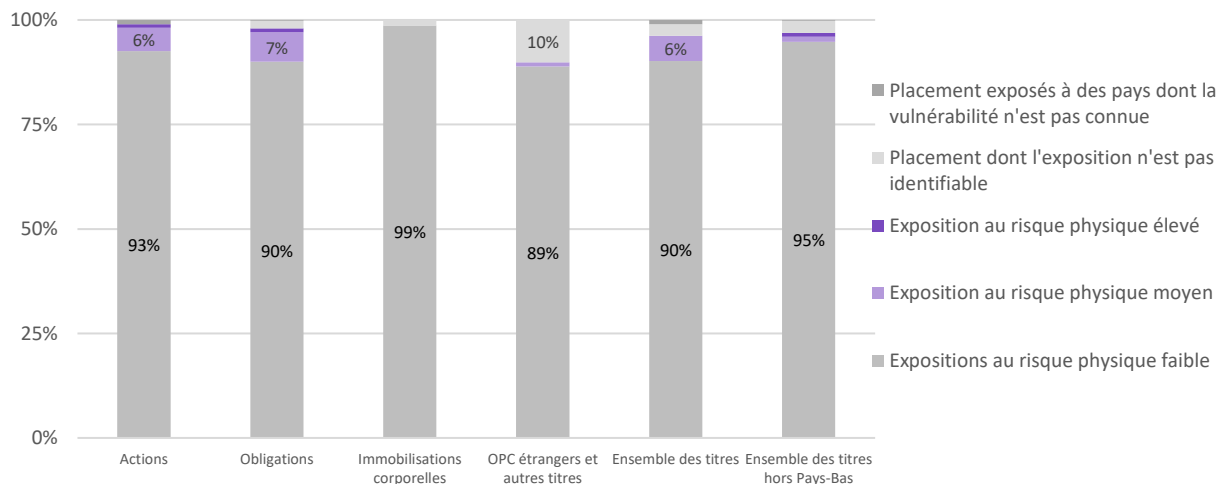


Source - ACPR « Analyse et Synthèse : L'exposition des assureurs français au risque de changement climatique : une première approche par les investissements financiers » 2016

⁴ [Analyses et synthèses n°91 \(banque-france.fr\)](#)

Pour ce qui est des actifs sensibles au risque physique, l'exposition a été déterminée par rapport à la vulnérabilité du pays aux risques climatiques. Ce sont 6% des placements détenus (167 milliards d'euros) qui sont émis par des pays dont le niveau de vulnérabilité au risque climatique est à considérer.

Figure 4 - Placements exposés à des pays jugés vulnérables à un risque physique



Source - ACPR « Analyse et Synthèse : L'exposition des assureurs français au risque de changement climatique : une première approche par les investissements financiers » 2016

1.4. Synthèse

En dehors de l'estimation de l'exposition aux risques, la démarche de prise en compte du dérèglement climatique a des enjeux éthiques et moraux : contribuer aux objectifs et aux efforts internationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de maintien de la biodiversité. Limiter l'exposition de son portefeuille au risque de transition, c'est aussi investir de manière plus durable et considérer l'impact des activités d'assurance sur le risque de changement climatique.

La prise en compte des risques climatiques est cependant un exercice complexe, qui évolue au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles méthodes et du gain d'expérience des entreprises d'assurance. Cet exercice demande de pouvoir projeter les risques sur un horizon beaucoup plus long qu'habituellement. En effet l'impact du dérèglement climatique s'étale sur des dizaines d'années contrairement à des risques à horizon un an comme les calculs réglementaires le demandent. Cela explique qu'à l'heure actuelle les régulateurs préconisent de travailler ce risque dans le cadre de l'ORSA.

Avant d'étudier les différentes méthodologies d'évaluation, il convient d'étudier le contexte réglementaire dans lequel intervient ce travail.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1. Politiques et réglementations environnementales

Depuis la fin du 20^{ième} siècle les autorités réglementaires se sont progressivement tournées vers les sujets environnementaux, obligeant de plus en plus les états, entreprises et citoyens à devoir agir pour arrêter ou tout du moins limiter les effets du changement climatique. Il est à noter que les textes sur le sujet sont très nombreux et cette section n'est pas exhaustive. Elle présente certains textes par échelle et ordre chronologique.

2.1.1. *Actions à l'échelle internationale*

La convention-cadre des Nations Unies

L'un des premiers accords internationaux qui a permis de lancer des actions en matière de lutte environnementale est la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques⁵ (CCNUCC). Elle a été adoptée de manière quasi universelle par 197 pays lors du « Sommet de la Terre de Rio » en 1992. Le but global est de prévenir les activités humaines dangereuses pour le système climatique et donc de fixer un certain nombre de principes.

Il est reconnu qu'il y a un problème de dérèglement climatique et qu'il est donc obligatoire pour les États membres d'agir dans l'intérêt de la sécurité humaine, même en cas d'incertitude scientifique. Dans ce sens, l'un des objectifs est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre (GES) « dans un délai suffisant pour permettre aux écosystèmes de s'adapter naturellement au changement climatique, pour garantir que la production alimentaire ne soit pas menacée et pour permettre au développement économique de se poursuivre de manière durable ». C'est aux pays développés de montrer la voie et d'aider les pays en développement. Les pays devront publier des rapports réguliers sur les mesures prises et dresser un inventaire des émissions de GES. Enfin, parallèlement aux actions, la convention veut aussi lancer une réflexion sur les mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Les GIEC

Depuis 1988 le Groupe d'Experts Intergouvernementaux sur le Climat, le GIEC, réunit les scientifiques de 195 pays pour anticiper les effets du changement climatique. Plus précisément ce groupe a pour mission de synthétiser l'état des connaissances de façon neutre et objective sur le sujet et de produire des rapports, directives méthodologiques et documents techniques. Il ne réalise pas de recherche mais évalue les publications de la communauté scientifique.

On distingue trois axes de travail principaux :

- Etudier l'aspect scientifique du changement climatique
- Etudier les conséquences, la vulnérabilité et l'adaptation des systèmes naturels et socio-économiques
- Etudier l'atténuation du changement climatique

A ce jour le GIEC a publié 6 rapports d'évaluation⁶, ainsi que plusieurs rapports spéciaux. Le cinquième rapport du GIEC paru en avril 2014, évalue que :

- Les émissions anthropiques mondiales de GES ont crû de 80 % sur la période 1970-2010 pour atteindre 49 Gt CO₂e⁷ en 2010 (contre 27 Gt CO₂e en 1970).
- Au rythme actuel des émissions mondiales de GES (+2,2 %/an sur 2000-2010), la hausse des températures moyennes mondiales devrait être comprise entre 3,7 et 4,8°C d'ici 2100 (soit bien au-delà de l'objectif de 2°C).

⁵

https://unfccc.int/files/cooperation_and_support/cooperation_with_international_organizations/application/pdf/conv_fr.pdf

⁶ <https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/publications/>

⁷ CO₂e : Equivalent CO₂.

- L'objectif de limitation de la hausse des températures moyennes à 2°C d'ici 2100 repose sur des scénarios de réduction. Même si ces réductions sont techniquement et économiquement faisables, elles exigeront de très importants efforts, à effets rapides, voire immédiats, en rupture nette avec les tendances actuelles : le 5^{ième} rapport du GIEC préconise de réduire les émissions mondiales de GES de 40 à 70 % en 2050 (base 2010) afin d'atteindre des niveaux proches de zéro Gt CO₂ en 2100

Le dernier rapport date du 4 avril 2022. Ce dernier fournit une évaluation mondiale actualisée des progrès et des engagements en matière d'atténuation du changement climatique, et examine les sources des émissions mondiales. Il explique aussi comment atténuer les émissions.

Programme horizon 2030 des Nations Unies

Les Nations Unies (NU) ont lancé en 2015 un programme de développement durable à l'horizon 2030 qui vise à mettre fin à la pauvreté sous toutes ses formes. On compte 17 objectifs de développement durable, le 13^{ième} est dédié à la lutte contre les changements climatiques⁸. Il se décompose en 3 points :

- Renforcer, dans tous les pays, la résilience et les capacités d'adaptation face aux aléas climatiques et aux catastrophes naturelles liées au climat.
- Incorporer des mesures relatives aux changements climatiques dans les politiques, les stratégies et la planification nationales.
- Améliorer l'éducation, la sensibilisation et les capacités individuelles et institutionnelles en ce qui concerne l'adaptation au changement climatique, l'atténuation de leurs effets et la réduction de leur impact et les systèmes d'alerte rapide.

L'Accord de Paris

Dans la foulée un traité majeur a été ratifié : l'Accord de Paris⁹. C'est un traité international qui vise à contraindre juridiquement les pays signataires de limiter le réchauffement climatique à un niveau inférieur à 2°C, de préférence 1.5°C, par rapport au niveau préindustriel. Il a été adopté par les 196 parties lors de la COP21 à Paris en décembre 2015 et est entré en vigueur le 4 novembre 2016.

Tous les 5 ans, les pays devaient soumettre un plan d'action climatique, appelés contributions nationales déterminées (NDC), et à partir de 2024, rendre compte de manière transparente des mesures prises et des progrès réalisés en matière d'atténuation du changement climatique.

Les modalités opérationnelles qui régissent la mise en œuvre concrète de l'Accord de Paris ont été fixées lors de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (COP24) à Katowice, en Pologne, en décembre 2018, dans ce qui est appelé le règlement de l'Accord de Paris. Elles ont été arrêtées définitivement lors de la COP26 à Glasgow, en Écosse, en novembre 2021.

L'article 2, paragraphe 1, point c), de cet accord fixe l'objectif de renforcer la riposte à la menace des changements climatiques, notamment en rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.

L'Europe et la France faisant partie des signataires, ce texte a été le moteur de nombreuses réglementations européennes et nationales et donc pour ce qui nous concerne, relatives à la banque-assurance.

⁸ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/climate-change-2/>

⁹ https://unfccc.int/sites/default/files/french_paris_agreement.pdf

La NFRD

En 2017 a été introduit la directive NFRD¹⁰ (Non Financial Reporting Directive) votée par le Parlement européen et qui rend obligatoire le reporting extra-financier d'informations sur la durabilité telles que des facteurs sociaux et environnementaux. Cela vise à évaluer, suivre et gérer un autre aspect des performances des entreprises et de leurs incidences sur la société.

Les grandes entreprises qui sont des entités d'intérêt public et dépassant les 500 salariés doivent inclure dans le rapport de gestion des informations sur les performances, la situation et les incidences de leurs activités, vis-à-vis des questions environnementales, sociales, de respect des droits de l'homme et de lutte contre la corruption. Plus précisément, elles doivent décrire les politiques appliquées et les résultats de ces politiques ainsi que les principaux risques identifiés, leur portée et la manière dont ils sont gérés.

La Commission européenne a lancé en 2020 une révision de cette directive que le Parlement a validé en mars 2022. La NFDR devient la CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) en renforçant le nombre d'informations à transmettre pour un plus grand nombre d'entreprises (on passe de 10 000 à 50 000 entreprises concernées).

Plan d'action de finance durable

En réaction aux Accords de Paris et au programme de développement durable adopté par les Nations Unies, la Commission européenne a dévoilé en mars 2018 sa stratégie long terme pour développer une finance durable¹¹. Une feuille de route de travaux à mener et plusieurs actions ont été annoncées qui se basent sur les recommandations d'un groupe d'experts. Les principaux points ont été annoncés de manière très claire par la Commission dans son communiqué :

« Les actions consisteront notamment à :

- Établir un langage commun pour la finance durable, autrement dit un système de classification unifié (taxinomie) de l'UE, afin de définir ce qui est durable et d'identifier les domaines dans lesquels les investissements durables peuvent avoir la plus forte incidence.
- Créer des labels de l'UE pour les produits financiers verts, sur la base de ce système de classification de l'UE : les investisseurs pourront ainsi déterminer facilement les investissements qui respectent des critères de faibles émissions de carbone ou d'autres critères environnementaux.
- Clarifier l'obligation, pour les gestionnaires d'actifs et les investisseurs institutionnels, de tenir compte des aspects de durabilité dans le processus d'investissement et renforcer leurs obligations en matière de publication d'informations.
- Imposer aux entreprises d'assurance et aux entreprises d'investissement d'informer leurs clients sur la base de leurs préférences en matière de durabilité.
- Intégrer la durabilité dans les exigences prudentielles : les banques et les entreprises d'assurance sont une source de financement externe importante pour l'économie européenne. La Commission examinera s'il est envisageable de recalibrer les exigences de fonds propres applicables aux banques (le « facteur de soutien vert ») pour les investissements durables, lorsque cela se justifie du point de vue du risque, tout en veillant à préserver la stabilité financière.
- Renforcer la transparence en matière de publication d'informations par les entreprises : nous proposons de réviser les lignes directrices relatives à la publication d'informations non financières, afin de les aligner davantage sur les recommandations formulées par le groupe de travail du Conseil de stabilité financière sur la publication d'informations financières relatives au climat. »

¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0095&from=FR>

¹¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_18_1404

Règlement européen

Le Parlement et le Conseil européens ont adopté le « règlement du Parlement européen et du Conseil sur la publication d'informations relatives aux investissements durables et aux risques en matière de durabilité »¹² en novembre 2019. Dans le cadre de la mobilisation de capitaux pour lutter contre le dérèglement climatique, les acteurs des marchés financiers et les conseillers financiers vont être tenus de publier des informations spécifiques concernant leurs approches relatives à l'intégration des risques en matière de durabilité (en termes qualitatif et quantitatif). Les entreprises d'assurances et les instituts de retraites professionnelle (IRP) sont pris en compte dans cette notion d'investisseurs.

Le focus est surtout réalisé sur la publication d'informations à destination des investisseurs et relatives à :

- L'intégration des risques en matière de durabilité ;
- La prise en compte des incidences négatives en matière de durabilité ;
- Les résultats de l'évaluation des incidences probables des risques en matière de durabilité sur le rendement des produits financiers qu'ils mettent à disposition ;
- La promotion des caractéristiques environnementales ou sociales ;
- Les investissements durables.

Il est donc demandé de pouvoir évaluer à tout moment les risques en matière de durabilité « susceptibles d'avoir une incidence négative importante et pertinente sur le rendement financier d'un investissement ou d'un conseil ». Cette intégration des risques doit être précisée dans les informations à transmettre et doit respecter le principe de proportionnalité.

Le règlement donne une définition du risque de durabilité :

« Par risque en matière de durabilité, on entend un événement ou une situation dans le domaine environnemental, social ou de la gouvernance qui, s'il survient, pourrait avoir une incidence négative importante sur la valeur de l'investissement »

L'enjeu de cette norme est de pousser le marché à mettre en place des outils d'évaluation pour ce nouveau type de risque mais surtout de permettre aux investisseurs d'avoir une meilleure visibilité sur l'impact et la vulnérabilité de leurs investissements. Ainsi cette directive encourage les investisseurs à s'orienter vers les initiatives qui favorisent et rendent possible une économie plus durable.

Mais ce règlement donne avant tout un cadre pour la mise en place de prochaines directives par le régulateur.

SFDR et Taxonomie

La réglementation européenne SFDR¹³ (Sustainable Finance Disclosure Regulation) a été publiée en 2019 et est entrée en vigueur en mars 2021. Elle a pour but de construire une économie durable en encourageant le secteur financier à soutenir les activités durables et en détournant les capitaux des activités nuisibles. Dans ce sens elle complète la NFRD en introduisant des nouvelles exigences en matière de publication d'informations par les *assets managers* et les investisseurs institutionnels.

Elle exige des gestionnaires d'actifs et des conseillers en investissement qu'ils publient des informations spécifiques sur la manière dont ils traitent les risques liés à la durabilité et les principaux impacts négatifs. Elle classe les fonds en trois catégories distinctes en fonction de leur degré de durabilité :

- Sans objectifs de durabilité (article 6) ;
- Promouvant une caractéristique ESG (Environnementale, Sociale et de Gouvernance) (Article 8) ;
- Ayant un impact positif sur l'environnement ou la société (article 9).

Le SFDR a été suivi par un autre règlement appelé Taxonomie qui établit un système de classification des investissements pour distinguer les investissements verts des autres. Il met en œuvre des critères qui déterminent si une activité économique est écologiquement durable avec des obligations de reporting (performance extra-financière).

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2088&from=PT>

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R1288&from=FR>

2.1.3. Actions à l'échelle française

Loi de transition énergétique

La loi française n°2015-992 du 17 août 2015 est appelée transition énergétique pour la croissance verte (LTE). Elle vise selon l'Etat à permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et à la préservation de l'environnement. Concrètement un cadre d'actions conjointes des citoyens, des entreprises, des territoires et de l'Etat est fixé avec des objectifs à moyen et long terme.

Les dispositions de l'article 173 de cette loi viennent impacter les assureurs. Le texte modifie l'article L533-22-1 du code monétaire et financier. Cet article portait sur les règles de bonnes conduites des sociétés de gestions de portefeuilles et plus particulièrement la publication d'informations relevant des objectifs sociaux, environnementaux et de qualité de gouvernance (ESG) dans les politiques d'investissement sur leur OPCVM et FIA (Fonds d'investissement alternatif).

Il est dorénavant rajouté :

- Que les sociétés d'assurances doivent désormais aussi publier ces informations ;
- Que cette transparence doit aussi s'appliquer aux politiques d'investissement et des moyens mis en œuvre pour contribuer à la transition énergétique et écologique ;
- Il est plus précisément attendu une prise en compte de « *l'exposition aux risques climatiques, notamment la mesure des émissions de gaz à effet de serre associées aux actifs détenus, ainsi que la contribution au respect de l'objectif international de limitation du réchauffement climatique et à l'atteinte des objectifs de la transition énergétique et écologique. Cette contribution est notamment appréciée au regard de cibles indicatives définies, en fonction de la nature de leurs activités et du type de leurs investissements, en cohérence avec la stratégie nationale bas-carbone¹⁴* » ;
- En cas de non-alignement il faudra préciser les raisons pour lesquelles leur contribution est en deçà des objectifs.

L'article a depuis été modifié par la loi 2019-114 relative à l'énergie et au climat.

Loi énergie climat

La loi énergie climat 2019-114 (ou loi EC) a été votée le 8 novembre 2019 et fixe un objectif de neutralité carbone en 2050. La loi porte sur quatre axes principaux :

- La sortie progressive des énergies fossiles et le développement des énergies renouvelables ;
- La lutte contre les passoires thermiques ;
- L'instauration de nouveaux outils de pilotage, de gouvernance et d'évaluation de la politique climatique ;
- La régulation du secteur de l'électricité et du gaz.

L'article 29 de la réglementation modifie le code monétaire et financier et principalement le précédent article L533-22-1. Il modifie aussi les codes des assurances, de la sécurité sociale et de la mutualité en rendant applicable cet article à tous les instituts dépendant de ces codes. Le nouvel article précise que la politique relative aux risques en matière de durabilité doit être rendue publique conformément au règlement du parlement européen et du conseil. Il doit être précisé dans cette politique les informations relatives aux risques climatiques et liées à la biodiversité. Cet article vient en réalité transposer la réglementation SFDR dans le droit français mais avec des demandes un peu plus strictes.

¹⁴ Mentionnée dans l'article L. 221-1 B du code de l'environnement.

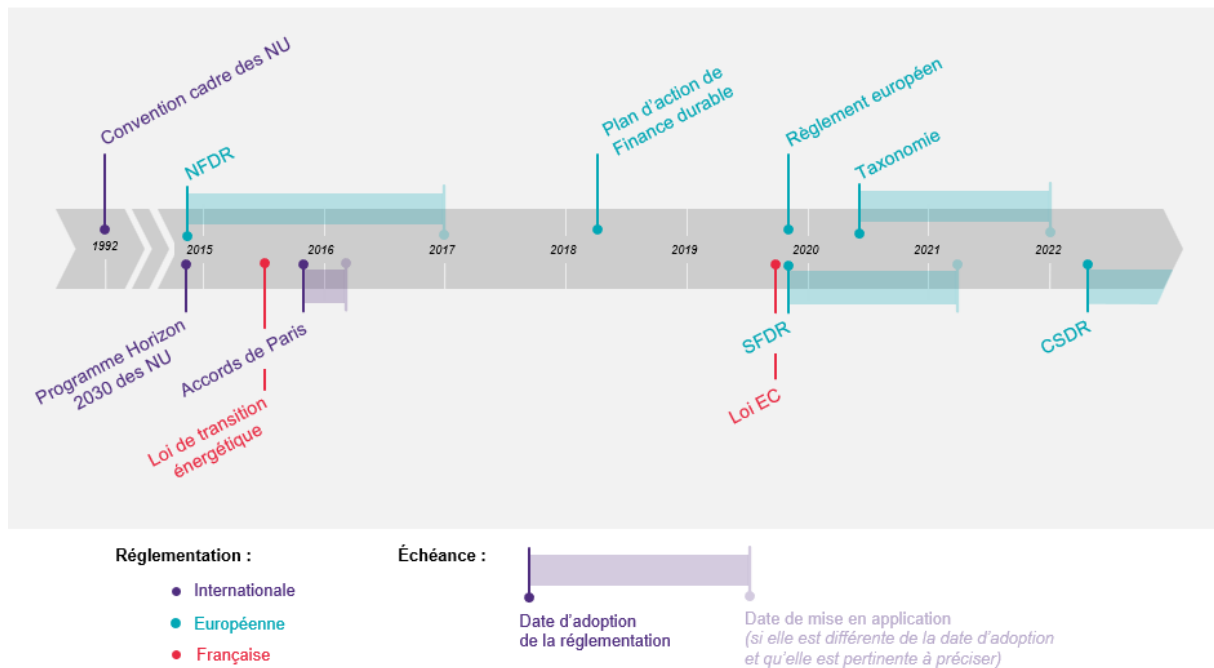
Il est demandé aux organismes financiers un document retraçant leur politique sur la prise en compte des critères ESG dans leur stratégie d'investissement, les moyens mis en œuvre pour contribuer à la transition énergétique et écologique ainsi que la stratégie de mise en œuvre de cette politique. Ils devront y préciser les critères et les méthodologies utilisées ainsi que la façon dont ils sont appliqués. Si les entités choisissent de ne pas publier certaines informations, elles en justifient les raisons.

2.1.4. Synthèse

Le nombre de publications réglementaires sur la prise en compte des risques climatiques est grandissant et s'accélère au fil des années. Pour l'instant les réglementations demandent aux acteurs d'identifier correctement les risques auxquels ils pourraient être soumis et surtout qu'ils se responsabilisent quant à leurs investissements. Ils doivent dorénavant communiquer sur la prise en compte de l'impact environnemental sur leurs stratégies.

Cela se retrouve plus spécifiquement appliqué aux organismes d'assurance dans le cadre de la directive Solvabilité II.

Figure 5 - Echancier des réglementations par échelle géographique



2.2. Les risques environnementaux dans le cadre de Solvabilité II

2.2.1. Pilier 2 de Solvabilité II et introduction à l'ORSA

L'objectif premier de la directive Solvabilité II est d'amener les entreprises à mieux gérer leurs risques. Ainsi le pilier 2 de la directive vise à renforcer la gouvernance des assureurs en mettant en place des exigences qualitatives et en renforçant les contrôles par les superviseurs. Il est ainsi explicité de :

- Renforcer le rôle et le fonctionnement du conseil d'administration ;
- Mettre en place un système de gestion des risques et de contrôle interne ;
- Mettre en place des fonction clés : audit interne, gestion des risques, actuariat, conformité ;
- Définir des critères « *Fit & proper* » pour les fonctions clés.

La formule standard de calcul du SCR ne couvre pas tous les risques et la réforme Solvabilité II attend donc une opinion et une compréhension de l'entreprise sur ses risques, ses besoins en solvabilité et la couverture par les fonds propres. Cela se traduit par la mise en place d'un ORSA (Own Risk and Solvency Assessment) ou évaluation interne des risques et de la solvabilité (EIRS).

Trois textes réglementaires sont relatifs à l'ORSA : la directive Solvabilité II, le règlement délégué 2015/35 et les orientations de l'EIOPA. On ne traitera que les deux premiers.

Directive 2009/138 ou Solvabilité II

L'article 45 évaluation interne des risques et de la solvabilité

1. *Dans le cadre de son système de gestion des risques, chaque entreprise d'assurance et de réassurance procède à une évaluation interne des risques et de la solvabilité.
Cette évaluation porte au moins sur les éléments suivants :*
 - *Le besoin global de solvabilité, compte tenu du profil de risque spécifique, des limites approuvées de tolérance au risque et de la stratégie commerciale de l'entreprise ;*
 - *Le respect permanent des exigences de capital prévues au chapitre VI, sections 4 et 5, et des exigences concernant les provisions techniques prévues au chapitre VI, section 2 ;*
 - *La mesure dans laquelle le profil de risque de l'entreprise s'écarte des hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis prévu à l'article 101, paragraphe 3, calculé à l'aide de la formule standard conformément au chapitre VI, section 4, sous-section 2, ou avec un modèle interne partiel ou intégral conformément au chapitre VI, section 4, sous-section 3.*
2. *Aux fins du paragraphe 1, point a), l'entreprise concernée met en place des procédures qui sont proportionnées à la nature, à l'ampleur et à la complexité des risques inhérents à son activité et qui lui permettent d'identifier et d'évaluer de manière adéquate les risques auxquels elle est exposée à court et long terme, ainsi que ceux auxquels elle est exposée, ou pourrait être exposée. L'entreprise démontre la pertinence des méthodes qu'elle utilise pour cette évaluation.*
3. *Dans le cas visé au paragraphe 1, point c), lorsqu'un modèle interne est utilisé, l'évaluation est effectuée parallèlement au recalibrage qui aligne les résultats du modèle interne sur la mesure de risque et le calibrage qui sous-tendent le capital de solvabilité requis.*
4. *L'évaluation interne des risques et de la solvabilité fait partie intégrante de la stratégie commerciale et il en est tenu systématiquement compte dans les décisions stratégiques de l'entreprise.*
5. *Les entreprises d'assurance et de réassurance procèdent à l'évaluation visée au paragraphe 1 sur une base régulière et immédiatement à la suite de toute évolution notable de leur profil de risque.*
6. *Les entreprises d'assurance et de réassurance informent les autorités de contrôle des conclusions de chaque évaluation interne des risques et de la solvabilité, dans le cadre des informations à fournir en vertu de l'article 35.*
7. *L'évaluation interne des risques et de la solvabilité ne sert pas à calculer un montant de capital requis. Le capital de solvabilité requis n'est ajusté que conformément aux articles 37, 231 à 233 et 238.*

Règlement délégué 2015/35

art 262 besoin global de solvabilité

1. *L'évaluation (...) du besoin global de solvabilité (...) est prospective et porte sur l'ensemble des éléments suivants :*
 - (a) *les risques, y compris opérationnels, auxquels l'entreprise est ou pourrait être exposée, compte tenu des modifications que son profil de risque pourrait connaître à l'avenir sous l'effet de sa stratégie d'entreprise ou de l'environnement économique et financier ;*
 - (b) *la nature et la qualité des éléments de fonds propres ou autres ressources adaptés à la couverture des risques visés au point a) du présent paragraphe.*
2. *Les éléments visés au paragraphe 1 tiennent compte :*
 - (a) *des horizons temporels pertinents pour la prise en compte des risques qu'encourt l'entreprise à long terme ;*
 - (b) *de bases de valorisation et de comptabilisation adaptées à l'activité et au profil de risque de l'entreprise ;*
 - (c) *des systèmes de contrôle interne et de gestion des risques de l'entreprise, ainsi que de ses limites approuvées de tolérance au risque.*

art 306 rapport EIRS

Un rapport EIRS doit être fourni au contrôleur et doit contenir l'ensemble des informations suivantes :

- Les résultats qualitatifs et quantitatifs de l'évaluation interne des risques et de la solvabilité et les conclusions tirées par l'entreprise d'assurance ou de réassurance de ces résultats ;
- Les méthodes et les principales hypothèses utilisées dans l'évaluation interne des risques et de la solvabilité ;
- Des informations sur le besoin global de solvabilité de l'entreprise et une comparaison entre ce besoin, les exigences réglementaires de capital et les fonds propres de l'entreprise ;
- Des informations qualitatives sur la mesure dans laquelle des risques quantifiables de l'entreprise n'ont pas été pris en considération dans le calcul du capital de solvabilité requis et, lorsque des écarts significatifs ont été observés, une quantification de cette mesure.

Synthèse

L'ORSA vise une meilleure prise en compte des risques de l'entreprise, que l'on soit en formule standard mais également en modèle interne. C'est donc une vision alternative des risques et de la solvabilité qui permet une plus grande liberté d'approche pour mettre en œuvre cette exigence réglementaire. A l'inverse du SCR on ne dispose donc pas de définition des critères de solvabilité (horizon 1 an ou niveau de confiance à 99.5 %) mais d'une liberté sur les méthodes d'évaluation (quantitatives et qualitatives), d'agrégation et d'une ouverture sur la nature des risques à prendre en compte. Cela nécessite cependant de pouvoir réconcilier et expliquer cette vision par rapport au SCR.

La vision de l'ORSA est prospective, il s'agit donc de projeter ces risques dans une logique de continuité d'activité. Nous ne sommes pas dans une situation de run-off, où seuls les affaires et sinistres en portefeuille continuent de vivre. Il y a lieu de faire des estimations sur l'activité future, en termes de primes/cotisations, effectifs, sinistralité ... L'ORSA n'est pas limité aux risques de la formule standard. Il est ouvert sur d'autres risques, comme par exemple les risques stratégiques, les risques d'image, ou encore les risques de changements climatiques.

2.2.2. Règlement délégué S2 2021/1256

Le règlement délégué S2 2021/1256¹⁵ publié le 21 avril 2021 est entré en application le 2 août 2022. Il vient apporter des modifications au règlement délégué (UE) 2015/35 (Solvabilité II) en ce qui concerne l'intégration des risques en matière de durabilité dans la gouvernance des entreprises d'assurance et de réassurance.

- Il définit les « risques en matière de durabilité », les « facteurs de durabilité » et les « préférences en matière de durabilité » (l'article 1^{er}, point 55).
- La gouvernance des entreprises d'assurance et réassurance doit maintenant aussi intégrer la gestion des risques en matière de durabilité dans les politiques de risque de souscription et provisionnement et de risque d'investissement (article 260 paragraphe 1). Les autres politiques de risques peuvent être concernées également le cas échéant.
- Les risques en matière de durabilité doivent être identifiés et évalués dans le cadre de la gestion des risques (article 269 paragraphe 1). Ils sont différenciés des risques émergents.
- La fonction actuarielle dans son avis sur la politique de souscription doit aussi étudier l'effet des risques en matière de durabilité (article 272 paragraphe 6 point b).
- Rajout d'une section 6 au titre I, chapitre IX du règlement délégué (article 275 bis) :
 - Le principe de la personne prudente dans le cadre des investissements doit aussi prendre en compte les risques en matière de durabilité. C'est-à-dire que les entreprises ne doivent investir que dans des actifs et instruments présentant un risque en matière de durabilité qu'elles peuvent identifier, mesurer, suivre, gérer, contrôler, déclarer et évaluer (conformément à l'article 131 de la directive Solvabilité 2).
 - « Les entreprises d'assurance et de réassurance tiennent compte de l'incidence potentielle à long terme de leur stratégie et de leurs décisions d'investissement sur les facteurs de durabilité et, le cas échéant, cette stratégie et ces décisions des entreprises d'assurance reflètent les préférences de leurs clients en matière de durabilité prises en compte dans le processus d'approbation de produit » (conformément à l'article 4 du règlement délégué (UE) 2017/2358).

2.2.3. Nouvelle directive Solvabilité II

Une nouvelle adaptation par les législateurs européens de la directive Solvabilité II est en cours. La Commission européenne a publié en septembre 2022 ses propositions d'amendement¹⁶. La directive révisée devrait être publiée d'ici 2024-2025 et entrée en application pour 2025-2026.

Cette nouvelle directive est surtout un ajustement de la directive initiale pour prendre en compte les évolutions des situations économiques (par exemple mieux prendre en compte l'environnement de taux bas) et donc renforcer la résilience du secteur de l'assurance face à de nouvelles crises. Cela concernera les nouveaux enjeux environnementaux.

La Commission a expliqué ce choix d'intégrer les risques environnementaux.

- Il s'agit tout d'abord d'un choix politique. L'enjeu est de contribuer à la stratégie pour le financement de la transition vers une économie durable, qui vise à donner des fondements plus solides aux investissements durables, à intégrer pleinement les considérations de durabilité dans le système financier et à les gérer. Pour réaliser les ambitions du pacte vert en matière d'environnement et de climat, il est nécessaire de diriger d'importants montants d'investissement du secteur privé, y compris des entreprises d'assurance et de réassurance, vers des investissements durables.
- L'objectif est aussi de refléter tous les risques que comportent les investissements et d'éviter que les exigences de capital entravent les investissements durables des entreprises d'assurance et de réassurance.

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32021R1256>

¹⁶ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_21_4783

La principale disposition est l'obligation pour les assureurs d'identifier dans le cadre de l'ORSA toute exposition importante à des risques liés au changement climatique et, s'il y a lieu, évaluer l'impact de scénarios de changement climatique à long terme sur leurs activités (modification de l'art 45). L'introduction d'un nouvel article 45 bis sur l'analyse de scénarios climatiques vient détailler cette obligation :

Article 45 bis

Analyse de scénarios de changement climatique

1. Aux fins de l'identification et de l'évaluation des risques visées à l'article 45, paragraphe 2, l'entreprise concernée évalue également si elle est exposée de manière importante aux risques liés au changement climatique. Elle démontre l'importance de son exposition aux risques liés au changement climatique dans le cadre de l'évaluation prévue à l'article 45, paragraphe 1.
2. Lorsqu'elle est exposée de manière importante aux risques liés au changement climatique, l'entreprise concernée définit au moins deux scénarios de changement climatique à long terme, à savoir :
 - a) un scénario de changement climatique à long terme dans lequel l'augmentation de la température mondiale reste inférieure à deux degrés Celsius;
 - b) un scénario de changement climatique à long terme dans lequel l'augmentation de la température mondiale atteint ou dépasse deux degrés Celsius.
3. À intervalles réguliers, l'évaluation prévue à l'article 45, paragraphe 1, contient une analyse de l'incidence des scénarios de changement climatique à long terme définis conformément au paragraphe 2 du présent article sur l'activité de l'entreprise. Ces intervalles sont proportionnés à la nature, à l'ampleur et à la complexité des risques liés au changement climatique inhérents à l'activité de l'entreprise, mais ne dépassent pas trois ans.
4. Les scénarios de changement climatique à long terme visés au paragraphe 2 sont réexaminés au moins tous les trois ans et actualisés si nécessaire.
5. Par dérogation aux paragraphes 2, 3 et 4, les entreprises d'assurance et de réassurance qui sont classées comme à profil de risque faible ne sont pas tenues de définir des scénarios de changement climatique, ni d'évaluer l'incidence de tels scénarios sur leur activité. ».

Le choix d'intégrer les risques climatiques au cadre d'une évaluation interne (ORSA) a été justifié par :

- La complexité de leur quantification.
- Leur matérialisation sur une durée plus longue que celle utilisée pour le SCR.
- La diversité de l'exposition des assureurs à ces risques (principe de proportionnalité).

L'autre disposition relative aux risques environnementaux est l'introduction d'un nouvel article 304 bis. Il charge l'EIOPA (plus précisément l'AEAPP, l'Autorité européenne de surveillance des assurances et des pensions professionnelles) d'étudier, d'ici à 2023, s'il conviendrait de réserver un traitement prudentiel spécifique aux expositions associées aux actifs ou activités étroitement liés à des objectifs environnementaux et/ou sociaux et de réexaminer régulièrement le champ d'application et le calibrage des paramètres de la formule standard relative au risque de catastrophe naturelle. Ce dernier point a pour but d'empêcher toute divergence persistante entre les paramètres standards pour le risque de catastrophe naturelle et l'exposition réelle des entreprises d'assurance et de réassurance à ce risque.

2.2.4. Synthèse

L'ORSA est un outil de gestion des risques qui doit permettre une grande liberté sur les méthodes d'évaluation (quantitatives et qualitatives), et d'agrégation ainsi que d'une ouverture sur la nature des risques à prendre en compte. Les risques de changements climatiques s'intègrent donc parfaitement dans ce processus.

C'est le règlement délégué S2 2021/1256 qui a d'abord introduit les risques en matière de durabilité dans la gouvernance des entreprises d'assurance et de réassurance. Les risques de changement climatique en sont une composante. Plus spécifiquement au portefeuille financier, les entreprises ne doivent investir que dans des actifs et instruments présentant un risque en matière de durabilité qu'elles peuvent maîtriser. Elles doivent aussi tenir compte de l'incidence potentielle à long terme de leur stratégie et de leurs décisions d'investissement sur les facteurs de durabilité.

La nouvelle directive Solvabilité II proposée veut aller encore plus loin sur la gestion des risques environnementaux. Il faudrait pouvoir évaluer l'exposition de l'entreprise face aux changements climatiques et, dans le cas d'une exposition significative, évaluer l'incidence d'au moins deux scénarios climatiques long terme sur l'activité de l'entreprise.

L'EIOPA et l'ACPR sont chargés de préparer et d'aider les organismes à mettre en place ce nouvel exercice.

3. PREPARATION DE L'EVALUATION DES RISQUES PAR LES AUTORITES

L'exercice d'évaluation des risques climatiques demande une approche totalement différente de tout ce qui a déjà pu être mis en place au sein des organismes d'assurance. Avant d'envisager une méthodologie pour évaluer ses risques, il est nécessaire de se pencher sur les différents documents techniques qui ont pu être publiés sur ce sujet par les autorités réglementaires. En effet l'EIOPA et l'ACPR ont déjà publié une série de documents dédiés pour sensibiliser les organismes d'assurance à ses nouveaux enjeux et fournir des conseils de mise en application. Cela permettra d'avoir une idée des attentes des superviseurs mais aussi une idée de premières techniques à étudier.

On soulignera l'évolution des méthodes et de la prise en compte de ces risques au cours des dernières années. Avant de mettre en place des pratiques complexes, il peut être intéressant d'étudier également des approches plus simples qui ont permis de comprendre ce nouvel exercice.

Dans cette section, plusieurs des documents sont revus mais tous les documents des régulateurs n'ont pas pu être étudiés. La revue des documents n'est elle aussi pas exhaustive. Il n'est pas possible de résumer toutes les publications en une seule section. D'un point de vue pratique, ce mémoire se focalisera par la suite sur l'évaluation des risques climatiques appliqué sur un portefeuille financier. Cela a donc pu influencer le choix de certains documents. La présentation des travaux peut aussi à certains moments se focaliser plus sur cet aspect.

3.1. Les travaux de L'EIOPA

Pour les acteurs du marché de l'assurance européen, c'est l'European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) qui est chargée de préparer et d'aider les organismes pour prendre en compte les risques de durabilité.

3.1.1. *Avis sur l'intégration des risques de durabilité dans Solvabilité 2*

L'une des premières publications relatives à ce sujet de la part du régulateur européen a été un document appelé « Opinion on Sustainability within Solvency II ¹⁷ » datant de 2019. L'EIOPA y préconisait que les risques climatiques soient pris en compte dans le pilier 2 de Solvabilité II au vu de ces différents aspects :

- L'horizon long terme que représente ce risque ;
- La difficulté de prise en compte de ses risque (défi sur l'évaluation des actifs et des passifs, les décisions de souscription et d'investissement, les mesures de risques à utiliser) ;
- Le manque de données et de méthodologies du marché ;
- Le peu de préparation des acteurs du marché sur ce sujet.

Par rapport au risque de transition l'EIOPA a observé que les acteurs du marché ne comprennent pas bien dans quelle mesure cela peut affecter leur portefeuille. Le régulateur interprète cela par la difficulté de la prise en compte de ce risque et annonce donc que plusieurs travaux vont être menés. Il incite aussi les agences de notation à plus communiquer sur leur manière de prendre en compte les facteurs ESG dans leur méthode d'évaluation.

De leurs côté les entreprises sont appelées à commencer à :

- Mettre en œuvre des mesures liées aux risques liés au changement climatique ;
- Analyser des scénarios pour évaluer les incertitudes du changement climatique sur la valorisation des actifs ;
- Tenir compte de l'impact de leur pratique de suscription sur l'environnement ;
- Ajuster la conception et la tarification de leurs produits.

¹⁷ [Opinion on Sustainability within Solvency II](#)

Certaines indications sont déjà fournies sur la prise en compte des risques climatiques en ORSA :

- L'horizon temporel de l'ORSA (généralement 3 à 5 ans), ne semble pas assez long pour refléter avec précision les risques (qui apparaîtront sur des périodes plus longues), un horizon plus lointain est attendu ;
- Il est peu probable que les données historiques reflètent les changements futurs attendus et donc des jugements d'experts ou des études scientifiques seront nécessaires pour ajuster les données ;
- L'EIOPA recommande que les entreprises utilisent, au minimum, un scénario de 2°C et envisagent d'utiliser d'autres scénarios.

3.1.2. Consultation sur l'intégration du risque climatique dans l'ORSA

L'EIOPA a réalisé en octobre 2020 une consultation sur l'intégration du risque climatique dans l'ORSA auprès des acteurs européens (avant la publication de la proposition de la nouvelle directive Solvabilité II). Le 19 avril 2021 elle a rendu son opinion concernant l'utilisation dans l'ORSA de scénarios matérialisant le risque climatique¹⁸.

Même si de nombreux acteurs ont identifié ce risque en tant que risque émergent, seule une minorité (13%) a intégré ce risque dans leurs scénarios ORSA.

L'EIOPA attend des autorités nationales compétentes qu'elles supervisent l'intégration du risque climatique dans les scénarios ORSA des assureurs. Ces derniers devraient évaluer l'impact du changement climatique à minima sur la base des deux scénarios suivants :

- Un scénario avec une augmentation de la température mondiale inférieure à 2°C, et même inférieure à 1,5°C si possible ;
- Un scénario où l'augmentation de température moyenne mondiale dépasse les 2°C.

Pour mesurer la robustesse et la résilience du plan stratégique, il est préconisé de s'appuyer sur des scénarios propres en combinant des approches quantitatives (rapprocher les risques des prudentiels usuels, marché, contrepartie, souscription, opérationnel, réputation, stratégique) avec des approches qualitatives (transition et physique).

Point important, les risques climatiques ne sont plus seulement considérés à moyen et long terme mais ils doivent aussi être considérés comme pouvant avoir des impacts à court terme.

Les annexes fournis à la fin de ce document détaillent un certain nombre d'exemples concrets pour aider à la mise en place de cet exercice d'ORSA climatique ainsi qu'une documentation large de méthodes réalisées par plusieurs acteurs. Voici des exemples de scénarios :

Risque physique

- Scénario sur une période de 3 à 5 ans avec des sécheresses prolongées, affectant négativement la valeur de la propriété immobilière et, par conséquent, la valeur du portefeuille de prêts hypothécaires de l'entreprise.

Risque de transition

- Scénarios avec des paramètres génériques, par exemple la baisse des prix des actions, etc. pas spécifiquement adaptés aux investissements liés au climat.
- Évaluation de l'impact sur les investissements des scénarios climatiques de 1,5°C, 2°C et 3°C degrés sur la période 2018-2033.
- Scénario analysant l'impact d'un nouveau gouvernement introduisant rapidement une législation pour interdire les moteurs diesel dans les grandes villes lors du lancement de nouveaux produits.

¹⁸ <https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/publications/opinions/opinion-on-climate-change-risk-scenarios-in-orsa.pdf>

On trouve également certains des exemples d'actions menées au sein d'un des plus grands groupes d'assurance européen :

- Mesure de l'alignement du portefeuille d'investissement avec un scénario 2°C, en effectuant une analyse des risques physiques, ainsi qu'en explorant les mesures de la valeur à risque.
- Etude de la performance énergétique et carbone du portefeuille immobilier direct.
- Élaboration d'un guide ESG pour la souscription de produits non-vie, incluant une carte thermique des risques pour les secteurs économiques, qui couvre également l'évaluation des risques liés au changement climatique.
- Analyse des facteurs potentiels de risque de transition et des impacts financiers sur différents secteurs économiques dans le cadre des scénarios 2°C et 1,5°C dans différentes régions géographiques. Les résultats ont été traduits en cartes thermiques et pour le secteur de l'énergie une analyse quantitative plus détaillée sur les pertes potentielles liées aux actifs échoués a été réalisée.

3.1.3. Exercice pilote et guide d'application

En décembre 2021, l'EIOPA a lancé un exercice pilote volontaire¹⁹ pour mieux comprendre comment les assureurs adaptent les produits d'assurances non-vie aux risques climatiques et pour évaluer la pertinence des mesures prudentielles d'adaptation liées au climat.

A la suite de la précédente publication l'EIOPA a publié un « guide d'application sur la gestion du changement climatique et utilisation des scénarios »²⁰. Ce document est une aide pour les entreprises afin de commencer à prendre en compte ce nouveau type d'analyse. Ce document ne fournit pas une méthodologie exhaustive et les entreprises ne doivent pas se restreindre à ce document surtout en cas de portefeuille spécifique. Le document fournit surtout des idées générales ainsi que des exemples concrets d'assurances vie et non-vie simplifiés.

D'un point de vue méthodologique les exemples mettent en avant un certain nombre d'outils et bases de données disponibles qui seront détaillés dans la suite du rapport et qui peuvent être autant appliqués à des entités vie ou non-vie.

Tableau 1 - Outils proposés par l'EIOPA en fonction du type de risque traité

	Catégorie d'actif	Outil / Base de données
Risque de transition	Obligations et actions	Code ISIN des actifs
		Outil PACTA
Risque physique	Obligations d'Etat	Base Peseta IV
		ND-GAIN Country Index
	Obligations d'entreprise	Outil physical risk tool de 2DII
	Immobilier	Base EEA climat data

¹⁹ <https://www.eiopa.europa.eu/document-library/feedback-request/pilot-exercise-climate-change-adaptation-non-life-underwriting-and>

²⁰ <https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/publications/consultations/consultation-paper-on-application-guidance-on-using-climate-change-scenarios-in-the-orsa.pdf>

L'utilisation de ces outils est donc illustrée dans des exemples d'assurances simplifiés. L'approche d'évaluation de chaque risque est identique dans tous les cas :

- Définition du contexte de l'activité ;
- Recherche des impacts du changement climatique sur l'entreprise ;
- Évaluation de la pertinence pour l'entreprise.

Afin de projeter le portefeuille financier des entreprises, l'EIOPA a plusieurs fois utilisé l'hypothèse d'un portefeuille d'investissements très peu volatile et donc qui garderait une composition similaire au cours des 10 à 15 prochaines années.

En conclusion du rapport certains points sont à souligner :

- Cet exercice diffère des stress tests traditionnels et demande aux assureurs de prendre en compte des nouveaux paramètres, méthodologies et modèles en partenariat avec des spécialistes. L'EIOPA reconnaît cependant qu'il est toujours difficile de trouver et d'avoir accès aux outils/données adéquats.
- Il est préférable d'utiliser plusieurs scénarios combinés ainsi que de se baser sur des scénarios existants.

3.1.4. Document méthodologique

En janvier 2022, l'EIOPA a publié un autre document définissant des « Principes méthodologiques des tests de résistance des assurances - composante du changement climatique²¹ » qui est utile pour les prochains exercices de « *bottom-up stress tests* » des risques climatiques. Ce document est une mise à jour d'un premier document publié en 2019²².

L'EIOPA analyse plusieurs points ambigus des stress tests climatiques. Beaucoup de notions et de méthodes différentes sont abordées. Il donne donc une base solide de compréhension et des références pour commencer à préparer un stress test climatique.

C'est en partie sur ce document que s'appuie la mise en place opérationnel de cette étude. Cette section présente les grands principes qui sont définis par l'EIOPA de manière non exhaustive. Les points plus techniques seront évoqués dans la partie méthodologique. On fera référence à ce document en tant que « document méthodologique de l'EIOPA ».

L'EIOPA ne traite pas de toutes les composantes des risques climatiques mais se focalise sur les principaux sous risques. Le périmètre d'étude est présenté dans le tableau ci-dessous.

En dehors de ces risques directs, les assureurs peuvent s'attendre à des effets secondaires importants comme des modifications des conditions macroéconomiques du marché, l'exposition de certaines institutions financières, qu'il faudrait aussi pouvoir prendre en compte.

²¹ https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/financial_stability/insurance_stress_test/methodological_principles_of_insurance_stress_testing_-_climate_change_component.pdf

²² <https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/publications/methodological-principles-insurance-stress-testing.pdf>

Tableau 2 - Risques étudiés dans le document par l'EIOPA

Type de risque	Sous risque impliqué	Impact sur le bilan	Couvert par le document
Risque physique	Risque de souscription	Passif	X
	Risque de marché	Actif	X
	Risque de crédit	Actif	X
	Risque opérationnel	Actif	
	Risque de liquidité	Actif/Passif	
Risque de transition	Risque de marché	Actif	X
	Risque de crédit	Actif	X
	Risque de souscription	Passif	

Risque de transition

L'EIOPA classe les différents types d'actifs selon le risque, au sens de Solvabilité II, par lequel on évalue l'impact du risque de transition (canal de transmission pour capturer les risques de transition).

Tableau 3 - Aperçu des principaux canaux de transmission du côté des actifs - EIOPA

Classe d'actif	Canal de transmission	Exemple
Action	Risque de marché	Dépréciation de la valeur des <i>stranded assets</i> et biens immobiliers "bruns" et/ou diminution de la valeur des secteurs à forte intensité de carbone/GHG. Exemple spécifique : baisse du prix des actions
Immobilier		
Obligation d'Etat	Risque de crédit	Détérioration de la solvabilité des emprunteurs/obligations/contreparties car les entités qui ne parviennent pas à gérer correctement le risque de transition peuvent subir des pertes Exemple spécifique : choc du prix/rendement des obligations
Obligation d'entreprise		
Hypothèques/prêts		

Plusieurs méthodes (non exhaustives) sont présentes sur le marché pour aider à évaluer ces chocs :

- CARIMA issue de Gorgen et al. (2019) ²³
- CLIMAFIN issue de Battiston et Monasterolo (2019) ²⁴
- NiGEM développé par le NIESR²⁵
- PACTA développé par 2° Investing Initiative (2DII)

²³ Gorgen, M., Jacob, A., Nerlinger, M., Riordan, R., Rohleder, M., Wilkens, M. (2019) Carbon Risk. Working Paper.

²⁴ Battiston S., Mandel A., Monasterolo I. (2019): CLIMAFIN handbook: pricing forward-looking climate risks under uncertainty". Working Paper, Climate Finance Alpha

²⁵ NIESR : National Institute of Economic and Social Research - Institute Economique et Sociale de Recherche national du Royaume-Uni

Tableau 4 - Granularité du calcul du risque de transition pour chaque classe d'actifs en fonction de la méthodologie utilisée - EIOPA

Classe d'actif	Méthodologie	Granularité			
		Pays	Secteur	Actif	Technologie
Les obligations d'État	CLIMAFIN	X			
	NiGEM	X			
Les obligations d'entreprises	CARIMA	X	X	X	
	CLIMAFIN		X	X	
	NiGEM		X		
	PACTA			X	X
Les actions	CARIMA	X	X	X	
	CLIMAFIN		X	X	
	NiGEM		X		
	PACTA			X	X
Les biens immobiliers	CARIMA			X	
	PACTA			X	

Les modèles sont tous différents en termes d'approche, de granularité, en raison de la variété des hypothèses et des exigences de données respectives. Il est difficile de trouver un modèle qui capture toutes les composantes du risque. L'EIOPA préconise de comparer ces différentes approches relativement aux objectifs du stress test, et aussi de challenger les sources de données utilisées.

Risque physique

Comme pour les actifs, l'EIOPA détermine aussi les canaux de transmission pour capturer le risque physique :

Tableau 5 - Aperçu des principaux canaux de transmission du côté des actifs - EIOPA

Canal de transmission	Impact sur la balance	Exemple
Risque de souscription	Passif	Des réclamations d'assurance plus élevées que prévu (non-vie) ou des taux de mortalité plus élevés que prévu (vie).
Risque de marché	Actif	Dépréciation de la valeur des actifs en raison de pertes financières affectant la rentabilité des entreprises, dues par exemple à des interruptions d'activité ou de dommages aux biens immobiliers. Exemple spécifique : chocs sur les prix des actions
Risque de crédit	Actif	Détérioration de la solvabilité des emprunteurs/obligations/contreparties/réassureurs en raison des pertes financières découlant du changement climatique Exemple spécifique : choc du prix/rendement des obligations

Les risques physiques devraient principalement avoir un impact sur le passif des compagnies d'assurance par une augmentation des indemnités dues à :

- Un changement de la fréquence et de la sévérité des sinistres ainsi que de leur corrélation avec des événements extrêmes.
- A plus long terme une modification importante du climat et des phénomènes météorologiques extrêmes (augmentation des températures, modification du niveau de la mer, ...).

Pour les activités non-vie des organismes d'assurance, il y a un large éventail des impacts possibles qui ne peuvent être évalués en un seul scénario de changement climatique. Cet impact peut cependant être limité du fait de l'engagement relativement court terme de l'assurance non-vie. Les chocs plus long terme évoqués ici peuvent seulement illustrer des coûts en cas d'inaction. Deux approches sont évoquées :

1. Prédire des évènements CAT NAT pour mettre en évidence des changements climatiques.
2. Prédire un changement de la fréquence, de la sévérité et de la corrélation des sinistres.

Les périls les plus importants à étudier étant les suivants :

- Tempête de vent ;
- Inondation ;
- Vague de chaleur ;
- Incendie de forêt ;
- Sécheresse.

D'un point de vue pratique ses deux approches soulèvent plusieurs problématiques (pour faire simple : comment lier le changement climatique à une augmentation des paramètres de modélisation des sinistres voulue). L'EIOPA privilégie plus la deuxième approche car elle permet plus de comparabilité entre les organismes.

Pour les activités vie et santé les risques les plus prononcés sont les suivants :

- Canicule ;
- Inondation ;
- Sécheresse et incendie ;
- Maladie à transmission vectoriel ;
- Augmentation de la température notamment car elle peut induire une diminution de la qualité de l'air ;
- Augmentation de l'humidité car cela facilite l'apparition de maladies infectieuses.

Cela peut donc induire une augmentation des coûts liés à la santé et une augmentation des menaces pandémiques. Cet aspect des risques pâti encore d'un manque d'évidence et de reconnaissance. Cet argument ne permet cependant pas de l'exclure au sens de l'EIOPA qui compte mener plusieurs recherches sur ces sujets.

Enfin, bien que l'EIOPA reconnaisse que les risques physiques peuvent également avoir un impact sur l'investissement des assureurs, aucune méthodologie robuste ou source de données ne semble actuellement disponible pour estimer et calibrer cet impact de manière fiable. Les méthodologies permettant d'intégrer également les chocs sur les actifs provenant du risque physique seront explorées plus en profondeur dans le futur.

La quantification des répercussions des risques physiques sur le prix des actifs présente plusieurs difficultés complexes :

- Il y a une forte incertitude quant à la vitesse à laquelle les scénarios climatiques à long terme impacteront finalement le prix des actifs. Il n'est pas évident de formuler des hypothèses sur la manière dont les acteurs du marché actualisent, si c'est le cas, les pertes futures d'un ensemble d'actifs par leur contribution à la volatilité systémique future. De plus, les risques physiques au cours des 10 à 20 prochaines années dépendent principalement de la forte inertie des systèmes climatiques induite par les 150 dernières années d'émissions de GES. Les décisions politiques actuelles et les trajectoires d'émission futures n'impacteront le risque physique qu'à beaucoup plus long terme.

- Il est difficile d'évaluer l'exposition aux risques physiques d'une compagnie à un niveau sectoriel ou géographique. Contrairement au risque de transition où certains acteurs de certains secteurs sont exposés, beaucoup plus d'informations sont nécessaires pour calibrer des chocs liés aux risques physiques. Par exemple pour estimer l'exposition d'une entreprise au risque d'inondation, il faut connaître la localisation précise des bureaux/usines de l'entreprise. De plus le risque physique peut ne pas toucher le marché intérieur d'une firme mais dévaster les entreprises essentielles de sa chaîne d'approvisionnement. Les effets à prendre en comptes sont excessivement nombreux.
- L'utilisation de méthodes empiriques pour évaluer ce risque est limitée. La recherche sur la relation entre les événements climatiques et le rendement des entreprises et des actions n'est pas très développée. De plus, les historiques de la réaction des acteurs du marché à une entreprise cotée en bourse ayant subi un événement climatique défavorable ne reflètent peut-être pas les réactions à l'avenir qui pourraient devenir plus prononcées, les investisseurs commençant à mieux appréhender les événements climatiques sous-jacents.

3.2. Les travaux de l'ACPR

L'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR) est chargée de superviser la mise en application de ces réglementations. A partir de 2018, plusieurs publications ont été publiées en ce sens afin de lancer des travaux sur le risque climatique. Une rubrique spécifique est d'ailleurs dédiée sur le site de l'ACPR :

The screenshot shows the ACPR website header with the logo and name 'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution'. The navigation bar includes 'L'ACPR', 'AUTORISER', 'CONTRÔLER', 'PROTÉGER LA CLIENTÈLE', 'SANCTIONNER', 'RÉSOLUTION', 'PUBLICATIONS', 'EUROPE ET INTERNATIONAL', and 'RECRUTEMENT'. The 'PUBLICATIONS' section contains a sub-header, a paragraph about regular communication, and a list of categories: 'Textes de référence', 'Etudes et recherche', 'Conférences et séminaires', 'Communiqués de presse', and 'Interventions'. A second list on the right includes 'Publications antérieures à mars 2010', 'Revue de l'ACPR', 'Documents de réflexion de l'ACPR', 'Working Paper on Resolution', and 'Analyse et supervision du risque climatique'. Two red arrows highlight the 'PUBLICATIONS' menu item and the 'Analyse et supervision du risque climatique' link.

Dans cette rubrique, on retrouve un certain nombre de textes relatifs à l'assurance répertoriés dans un tableau présenté en annexe.

3.2.1. Premières estimations et sondages

L'ACPR analyse régulièrement l'exposition des assureurs français au risque de changement climatique. En 2019 et 2018, elle estime que le risque de transition est significatif et concerne 10% des placements des assureurs. La transparence est une étape importante puisqu'elle fait augmenter d'environ 3% l'exposition à ce risque.

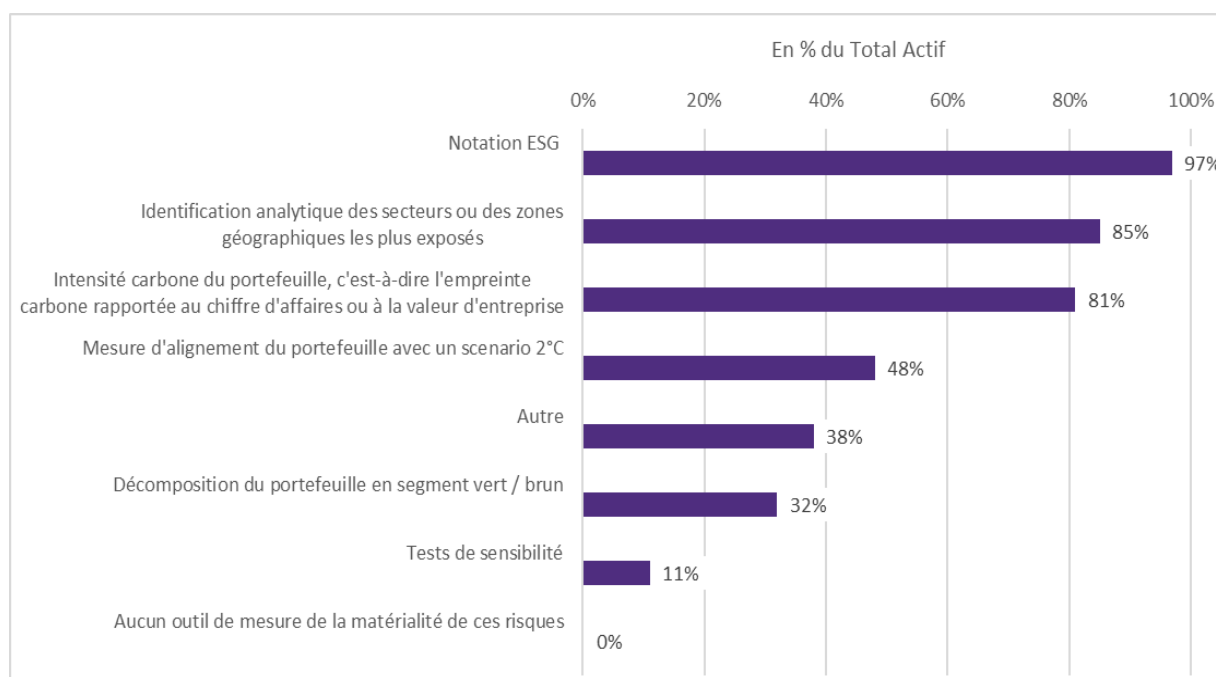
Pour ce qui est des risques physiques des placements, ils sont en revanche relativement négligeables. Moins de 1% des portefeuilles détiennent des titres émis dans des pays à risque, les pays développés étant jugés comme peu risqués.

Mais ces premières estimations doivent être interprétées de manière très prudente. Les méthodologies utilisées sont simples :

- Pour calculer le risque de transition, l'ACPR a d'abord proposé d'identifier des secteurs les plus vulnérables à l'introduction du prix du carbone. Une liste est définie à partir des codes NACE²⁶ des actifs.
- L'analyse des risques de transition passe aussi par une mesure de l'empreinte carbone du portefeuille d'actifs. Cette mesure de l'empreinte carbone permet notamment d'identifier les entreprises et les secteurs les plus émetteurs.
- Pour ce qui est du risque physique elle propose d'étudier les classements des pays les plus vulnérables fournis par l'agence de notation Standard & Poor's.

L'ACPR réalise également plusieurs sondages sur l'évolution des méthodes d'évaluation des risques par les organismes d'assurance. En 2019, 94% des assureurs ayant répondu au sondage affirmaient connaître l'empreinte carbone sur tout ou partie de leur portefeuille d'actifs (entreprises, souverains, etc.). Les 4% restant sont en grande majorité des organismes non-vie, de taille plus modeste (moins de 350 millions d'euros d'actifs total). Elle avait aussi recensé à la même période les méthodes qui étaient utilisés sur le marché pour évaluer le risque climatique.

Figure 6 - Outils de mesures de la matérialité des risques climatiques à l'actif



Source : Analyse et synthèse n°102 - Les assureurs français face au risque de changement climatique, ACPR, 2019

Les risques sont donc majoritairement évalués en 2019 sur la base de l'analyse du portefeuille. On cartographie les émetteurs par secteurs et zones géographiques et on utilise des indicateurs de performance climatiques. L'ACPR note seulement que les notations ESG utilisées par la quasi-totalité des répondants au sondage intègrent cependant des risques qui ne sont pas uniquement liés au changement climatique.

²⁶ Code NACE (Rév. 2) pour Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne.

Pour améliorer les méthodes de calculs des risques, l'ACPR et la Banque de France ont lancé en décembre 2017 un réseau de banques centrales et de superviseurs appelé NGFS (Network for Greening the Financial System). C'est maintenant une agence internationale regroupant 114 membres qui vise à accélérer la prise en compte des effets environnementaux en finance et à élaborer des recommandations sur le rôle des banques centrales dans le changement climatique.

3.2.2. Exercice pilote climatique de l'ACPR

Présentation de l'exercice

En 2020, l'ACPR a mis en place un exercice pilote visant à évaluer les vulnérabilités des secteurs français de la banque et de l'assurance face au risque climatique. Le 16 août 2020 un document précisant les modalités d'un exercice pilote climatique²⁷ a été publié. C'est l'un des premiers exercices du genre qui prend la forme de test de résistance pour évaluer l'impact des changements climatiques dans les modèles de calcul de risques des assurances. Il est surtout à portée informative pour les assureurs et le régulateur car il est basé sur le volontariat et n'a pas d'impact en termes de capital. Il vise plutôt à :

- Contribuer à la mise en place d'une transition ordonnée vers une économie équilibrée et soutenable afin de lutter contre le réchauffement climatique ;
- Identifier les risques liés au changement climatique afin de sensibiliser et protéger les institutions françaises, mesurer la vulnérabilité des établissements et le coût induit par le non respect des accords de Paris ;
- Développer des modèles, métriques et méthodologies sur le sujet pour améliorer la capacité des établissements à intégrer le risque climatique dans leur mesure sur un horizon important (30 ans).

Forme de l'exercice

L'exercice pilote prend la forme d'un stress-test « *bottom up* » sur un horizon de 30 ans (période de 2020-2050) et à dimension internationale. Il faut pouvoir intégrer les effets long terme du changement climatique ainsi que son caractère global mais spécifique à différentes régions du monde.

D'un point de vue de la granularité, les actifs ont été différenciés en 55 secteurs d'activité (utilisant la codification NACE rev2), pour chaque scénario et chaque zone géographique considérée, afin de prendre en compte les effets très variés des politiques de transition. L'impact des risques physiques sur les actifs ne sera pas étudié.

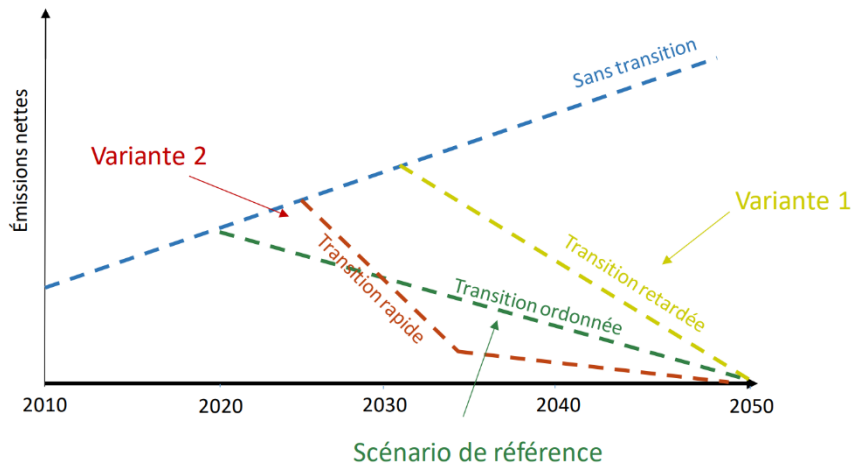
Scénario de changement climatique

L'exercice est basé sur des scénarios élaborés à partir des scénarios du NGFS²⁸ de juin 2020. Le scénario de référence est celui d'une transition ordonnée qui suit les engagements des accords de Paris et de la stratégie nationale bas carbone. Une première variante correspond à une transition retardée à 2030 et donc plus exigeante qui implique une hausse rapide et tardive du prix du carbone. Une deuxième variante correspond à une transition rapide dès 2025 impliquant une hausse plus brutale du prix du carbone à partir de 2025.

²⁷ https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/principales_hypotheses_pour_lexercice_pilote_climatique.pdf

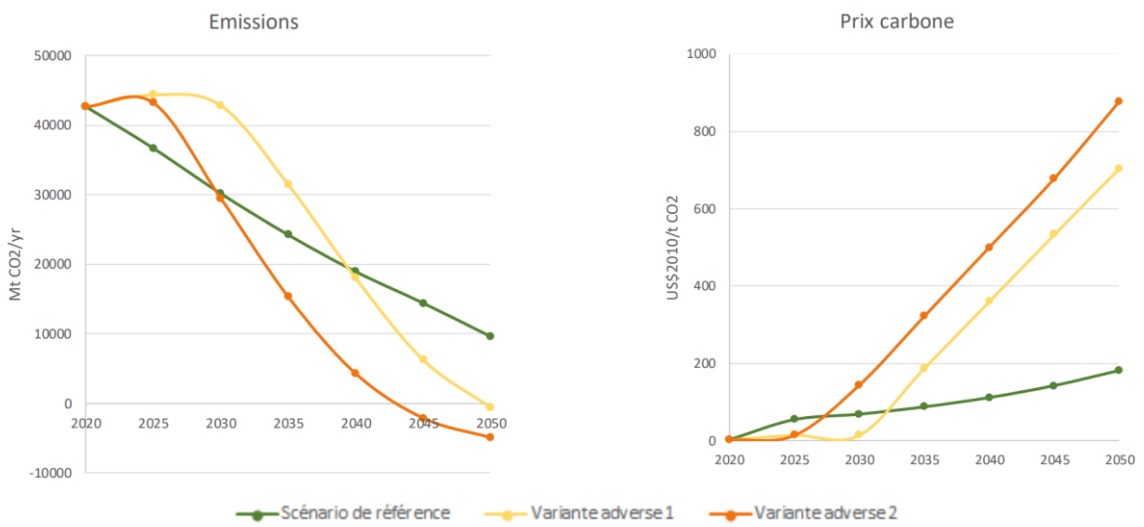
²⁸ Explication et analyse de scénarios climatiques dans la section [Scénarios et trajectoires climatiques](#).

Figure 7 - Emissions attendues des différents scénarios de l'exercice climatique



Source : ACPR

Figure 8 - Trajectoires d'émissions et de prix carbone des trois scénarios proposés par l'ACPR



Source : ACPR

Pour chaque scénario on dispose de l'évolution des variables à différentes dates précises (2025,2030,2040 et 2050). L'ACPR a dû modifier les données de base fournies par le NGFS pour les calibrer en quatre zones géographiques (France, UE, USA et Reste du monde/exposition significative).

Tableau 6 - Liste des variables fournies par l'ACPR dans son exercice climatique

Variable	Modalité
PIB	(Index) Base 100 en 2019
Taux de chômage	(%) Moyenne sur 5 ans
Taux d'inflation	(%) Moyenne sur 5 ans
Prix carbone	USD/ton CO2
Prix pétrole	(Index) Base 100 en 2019
Déficits publics	% du PIB, moyenne sur 5 ans
Dettes publiques	% du PIB, moyenne sur 5 ans
Taux souverains	(%)
Courbe des taux sans risques EUR	(%)
Taux de change	Euro/\$, moyenne sur 5 ans
Corporate credit spreads	(Niveau en bps)
Valeur ajoutée (index)	Base 100 en 2019
Valeur ajoutée (share)	% du PIB
Chiffre d'affaires (index)	Base 100 en 2020
Chiffre d'affaires (share)	% du PIB

} En fonction du secteur d'activité

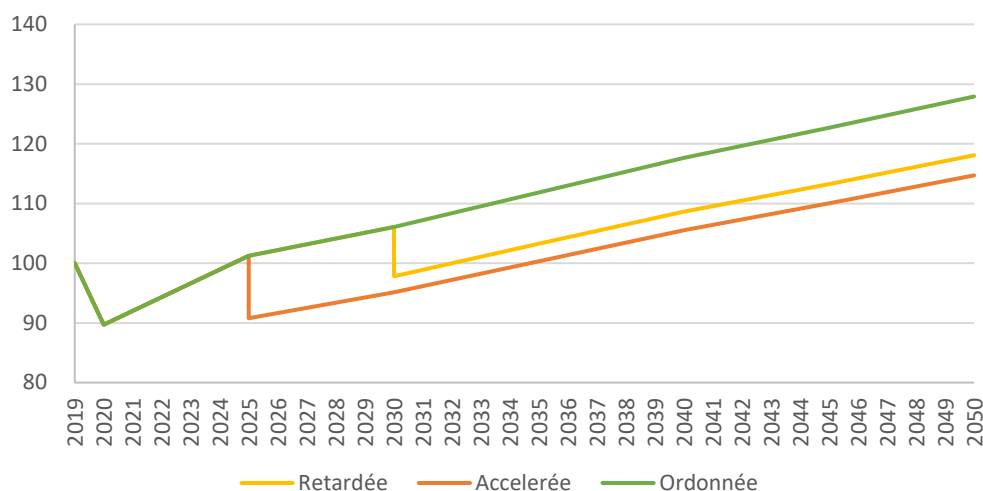
Risque de transition

Plusieurs indications sont fournies pour évaluer le risque de transition dans une note technique dédiée aux assureurs²⁹. Tout d'abord, sur l'actif, seul le risque de transition est évalué et la mise en transparence des placements en fonds n'est pas demandée. La granularité minimale attendue est la nature d'actifs par secteur d'activité (codes WIOD pour les actions, codes GICS pour les spreads corporates). Les organismes doivent évaluer l'impact des scénarios sur le risque de marché pour les actions et les obligations. Les montants pour d'autres classes d'actifs (l'immobilier, dépôts, etc.) doivent rester constants, en multipliant par l'inflation uniquement.

Les actions sont projetées en appliquant les variations de l'indice VA (Valeur Ajoutée) qui représente la variation de la valeur intrinsèque des entreprises (variation prix + dividendes) présentée par année / secteur / zone géographique. Pour les autres scénarios il faut appliquer à cela des chocs instantanés défini (exemple donné sur le graphique en dessous). Il est permis d'agréger et/ou d'assimiler des secteurs.

²⁹ https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/media/2020/07/16/modalites_techniques_assurances_16072020.pdf

Figure 9 - Indice d'évolution d'une action du secteur de la fabrication de métaux de base en France selon les scénarios



Source : Données de l'exercice pilote climatique ACPR 2020

Les obligations doivent être évaluées en utilisant à la fois les courbes des taux sans risque de l'EIOPA et les spreads corporates et souverains fournis. La courbe des taux est donnée à 20 ans (par scénario et par pas de temps), et les spreads sont calculés au niveau sectoriel pour la France, l'Italie, le Royaume Uni, l'Espagne, les États-Unis et le Japon (également par scénario et pas de temps). Les chocs sur les obligations sont à appliquer pour chaque échéance y compris pour le scénario de référence (pas de choc instantané comme pour les actions).

3.2.3. Résultats de l'exercice pilote climatique

Dans un document publié le 04/05/2021, l'ACPR a publié les principaux résultats de l'exercice pilote climatique 2020³⁰.

Points positifs

Tout d'abord, les résultats de l'étude sont représentatifs puisque les entreprises qui ont participé à l'exercice couvrent 85 % du total du bilan bancaire et 75 % du total du bilan des assureurs (9 groupes bancaires et 15 groupes d'assurance ont participé ce qui représente 22 organismes d'assurance). Ensuite, les objectifs ont été remplis dans le sens où l'exercice a permis de sensibiliser les acteurs aux risques de changement climatique et d'accélérer la mobilisation des équipes et des moyens. L'ACPR incite les autres superviseurs à lancer leurs propres exercices pour contribuer à élaboration d'un socle commun de connaissances sur le sujet.

Stratégie de réallocation des actifs

Les participants ont généralement conservé une grande stabilité dans l'allocation de leurs actifs. Les chocs, qui varient relativement peu selon les scénarios, n'ont pas conduit les assureurs à modifier de manière significative la structure de leurs portefeuilles. Cette stabilité étant à atténuer par l'exposition faible des assureurs français aux risques de transition (environ 17 % du total de leur actif).

Résultats

L'ACPR annonce que « l'exercice pilote révèle une exposition globalement « modérée » des banques et des assurances françaises aux risques liés au changement climatique. [...] Il apparaît néanmoins que des efforts importants sont à fournir en vue de contribuer à réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon de 2050 et à contenir ainsi la dynamique des températures d'ici la fin du siècle. »

³⁰ https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20210602_as_exercice_pilote.pdf

On note un impact faible du risque de transition :

- L'impact maximum est de 4% pour certaines obligations (secteur de l'industrie extractive dans un scénario de transition accélérée) ;
- Les actions ont une exposition plus forte surtout pour les secteurs de l'agriculture, de l'industrie extractive et de l'industrie manufacturière du pétrole et du gaz (impact maximal de 25%) ;
- Sur l'ensemble des participants, les scénarios adverses induisent une perte totale par rapport au scénario de référence d'au plus 30Md€ d'ici 2050.

Pour ce qui est du risque physique en revanche, les conséquences sont loin d'être négligeables :

- Le coût des sinistres des sinistres pourrait être multiplié par 5 ou 6 dans certains départements français d'ici 2050, pouvant faire peser à un risque d'assurabilité. Ces coûts sont principalement liés à l'augmentation des risques de sécheresse, d'inondation et de tempêtes cycloniques dans les territoires ultramarins.
- Les assureurs considèrent que cette hausse peut être couverte et privilégient pour cela une hausse des primes qui pourrait atteindre 200% d'ici 2050.

Limites de l'exercice

Une première limite de l'exercice repose sur l'incertitude de certaines données qui ont été transmises. La faible exposition au risque de transition est à nuancer car aucun des scénarios analysés n'induit de récession économique à l'horizon 2050, contrairement à la pratique usuelle des stress-tests, cela couplé au fait qu'il est encore difficile de prévoir la vitesse et l'impact du changement climatique. Mais du côté des volontaires, l'ACPR déplore un manque de remise en question de la stratégie d'allocation d'actifs et de politique de réassurance qui permettrait une allocation des ressources et un meilleur financement de la transition.

L'exercice a soulevé plusieurs difficultés méthodologiques qui sont donc des axes de travaux :

- Horizon longue durée (30 ans) très supérieur à l'horizon habituel de stress test. Les modèles des assureurs et de banque ne sont donc pas adaptés à ce type d'exercice. Pour les assureurs la moitié ont donc recouru à un prestataire externe qui a créé des outils de projection dédiés. L'autre moitié a adapté leurs outils existant avec une hypothèse de stabilité des parts de marché dans le temps.
- Faible variabilité des scénarios proposés. Les scénarios de transition considérés atteignent l'objectif de neutralité carbone en 2050 ce qui n'incite pas les institutions à mettre en œuvre une politique active de réduction des risques.
- Difficulté d'identification des secteurs sensibles à l'exposition des risques climatiques couplé à des questions de granularité (hétérogénéité de l'exposition au risque de transition des entreprises au sein d'un même secteur économique) et de diversité sectorielle de plusieurs actifs (actif ayant plusieurs activités dont certaines pouvant être très impactées par la transition).

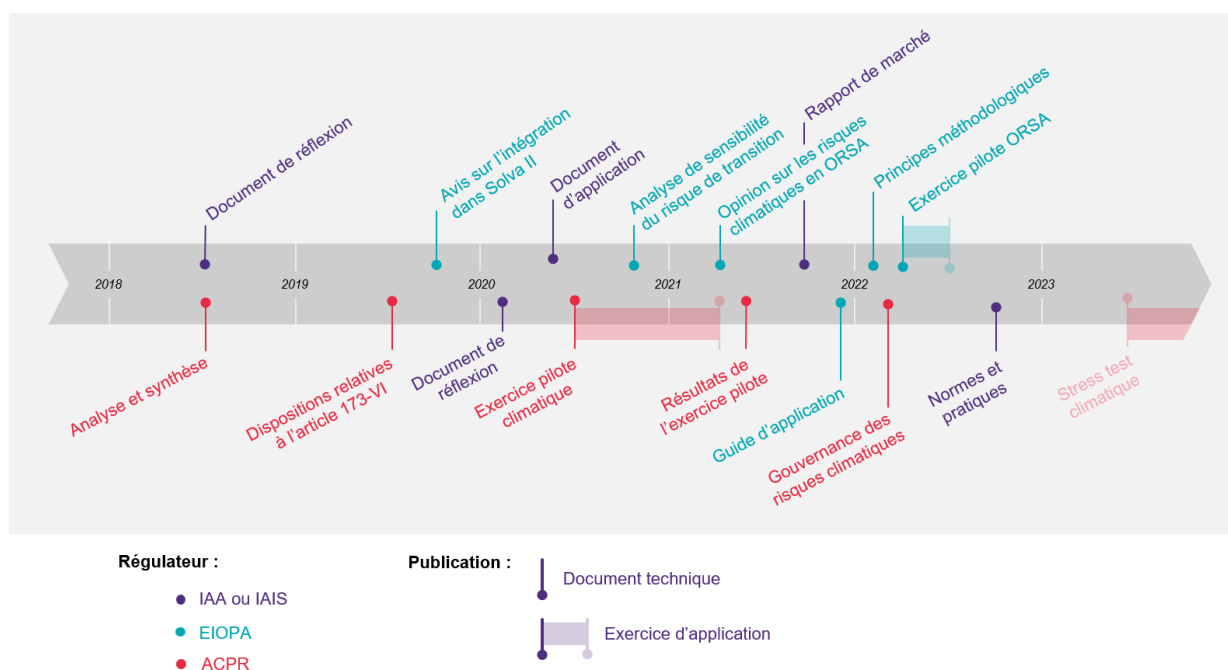
Au regard de cela, de nouveaux groupes de travaux ont été ouverts et des exercices similaires seront reconduits régulièrement avec une prochaine estimation d'un exercice en 2023/2024. Aucune date n'a pour le moment été fourni.

Synthèse

D'une manière générale les autorités ont fourni beaucoup d'indications sur les possibilités et les limites de l'exercice et principalement sur la manière de l'aborder. Elles ont souligné plusieurs points à ne pas négliger et ont même proposé différentes solutions à étudier. Mais il reste encore beaucoup de points à combler pour une entreprise voulant mener un ORSA climatique.

On remarque tout de même un consensus général sur la difficulté de mener un tel exercice. Les interprétations doivent donc rester très prudentes.

Figure 10 - Echancier des publications par régulateur



4. METHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES

Les différents documents publiés par les régulateurs permettent de poser les bases d'une première méthodologie. Les domaines liés aux risques climatiques sont complexes et encore en pleine étude. Dans ce sens, les méthodes qui sont présentées visent à être simples pour rester interprétables.

4.1. Objectif global de l'étude

4.1.1. *Stress test à portée informative*

L'étude porte sur la réalisation d'un « stress test » ou test de résistance dans le cadre de l'ORSA. Ce stress test se base sur l'analyse de plusieurs scénarios de changement climatique. Le but est de comprendre les impacts potentiels des scénarios sur les placements d'un assureur.

Le stress test qui sera présenté correspond à un test de résistance exploratoire. L'objectif est d'explorer les risques émergents qui se situent au-delà de l'horizon utilisé pour la planification du capital. Les scénarios contiennent un niveau élevé d'incertitude et des données appropriées doivent encore être collectées. Les résultats ne sont donc pas destinés à tirer des conclusions directes de l'impact sur le niveau de capital, mais plutôt à explorer les voies potentielles et les actions de gestion possibles.

Dans ce sens, contrairement à d'autres formes de stress tests plus communes, il ne donne pas la possibilité de réaliser des interprétations probabilistes (aucune distribution de risque ou mesure de risque ne peut être calculée ou estimée).

4.1.2. *Enjeux de la méthodologie*

D'un point de vue plus technique, plusieurs outils commencent à être disponibles sur le marché pour répondre à certains aspects de l'étude mais aucun ne fait encore référence. La qualité des données nécessaires à cet exercice est aussi un enjeu important. De nombreuses informations à collecter sont nouvelles pour les organismes d'assurance et sont souvent difficiles à trouver. Il faut pouvoir trouver des sources de données accessibles, de qualité et pertinentes pour mener l'étude.

La méthodologie proposée dans ce document a été construite en essayant de tenir compte d'un maximum de ces problématiques. Elle se veut :

- **Simple** : au vu de la faible qualité des données, de la nouveauté des risques et de l'exercice en lui-même. Cela a aussi pour objectif de donner des résultats interprétables.
- **Accessible** : en utilisant des données disponibles facilement.
- **Cohérente** : par rapport aux demandes des régulateurs (en prenant en compte les principes qui ont été définis pour cet exercice et en étudiant certaines pistes méthodologiques proposées).

4.1.3. *Périmètre d'étude*

Il a été décidé de se concentrer sur l'évaluation de l'impact climatique sur un portefeuille financier. Ainsi, **ce n'est que le risque de transition qui sera abordé.**

Le choix de n'étudier que l'impact sur un portefeuille financier s'explique par plusieurs raisons :

- Il n'a pas été possible d'obtenir des informations assez détaillées et complètes du passif d'un organisme d'assurance pour une mise en pratique. Les données à récupérer sont plus importantes que pour un calcul réglementaire, et ces informations ne sont classiquement pas collectées car non nécessaires au calcul des provisions techniques S1 et S2. Cela rendait donc l'étude des méthodologies seulement théorique et donc moins intéressante.

- L'exercice dans son ensemble est très conséquent. Il englobe un nombre important de notions et de domaines de l'assurance. C'est aussi le fruit d'une première approche sur un domaine qui n'avait pas encore été étudié au sein de l'équipe d'actuariat de Grant Thornton. La documentation technique est encore assez limitée sur le sujet. Il a donc été jugé que le travail aurait été trop conséquent à présenter dans un seul et unique mémoire.
- Le risque de transition est considéré comme un risque court terme dans le cadre des risques climatiques. Il est probable qu'il impacte les activités de l'assurance avant le risque physique.
- Le risque de transition peut être plus facilement répliquable à différents organismes d'assurance que le risque physique.

Le risque physique sera très peu étudié. Ce choix s'appuie sur la vision de l'EIOPA (comme évoqué dans la section 3.1.4) : aucune méthodologie robuste ou source de données ne semble actuellement disponible pour estimer et calibrer cet impact de manière fiable.

Cette décision entraîne des conséquences importantes :

- Les deux risques sont liés et il n'est donc pas possible d'évaluer l'impact total des effets du changement climatique. Les résultats obtenus à la fin de l'étude ne sont donc pas complets et doivent être interprétés avec précaution.
- Cela est d'autant plus vrai qu'il a été estimé que les organismes d'assurance sont le plus exposés aux risques physiques.

4.1.4. Mesures d'évaluation

Il existe plusieurs indicateurs techniques pour évaluer l'impact d'un scénario en fonction du type de risque évalué (physique, transitionnel ou les deux). Du fait de la restriction du périmètre (étude de l'impact du risque de transition à un portefeuille financier) on se concentra sur deux d'entre eux :

- Evaluer la part des actifs sensible au risque de transition.
- Calculer les variations des prix générés pour chacun des actifs identifiés (ou catégorie d'actifs).

Les indicateurs typiques de Solvabilité II couvrant le capital et la solvabilité (ratio de solvabilité, fonds propres) ne peuvent pas être calculés sans une modélisation du passif.

Même si l'étude est à portée informative, il peut être intéressant de calculer les écarts des chocs des différents scénarios envisagés. Pour ce faire, il faut déterminer un « scénario de référence ». La question est alors quel scénario de référence choisir ? Ce choix va conditionner tous les résultats. En général, on prend comme référence le scénario le plus probable. Cette notion est cependant assez floue en termes de changement climatique et présente différentes limites expliquées dans section 4.4.2. Le choix du scénario revient alors plus à une décision politique de l'entreprise et à son exposition aux risques climatiques. Même si une voie spécifique de réduction du carbone est choisie comme base de référence, la science du climat montre qu'à long terme, elle peut conduire à une variété de résultats de température et donc à de multiples manifestations d'événements physiques, avec différents degrés de sévérité et d'incidence.

4.1.5. Synthèse

Il est nécessaire de préciser que les méthodes qui seront présentées ne sont en rien absolues et contiennent de nombreux biais. Comme il a été souligné régulièrement, ce domaine d'étude est nouveau et en constante évolution de même que les données utilisées. Ce mémoire est le fruit d'une première approche.

Maintenant que les limites ont été posées, nous pouvons présenter la démarche retenue qui se décompose en 3 parties :

1. Analyse de l'exposition des risques ;
2. Etude des scénarios climatiques ;
3. Evaluation de l'impact financier et projection du portefeuille.

4.2. Composition du portefeuille

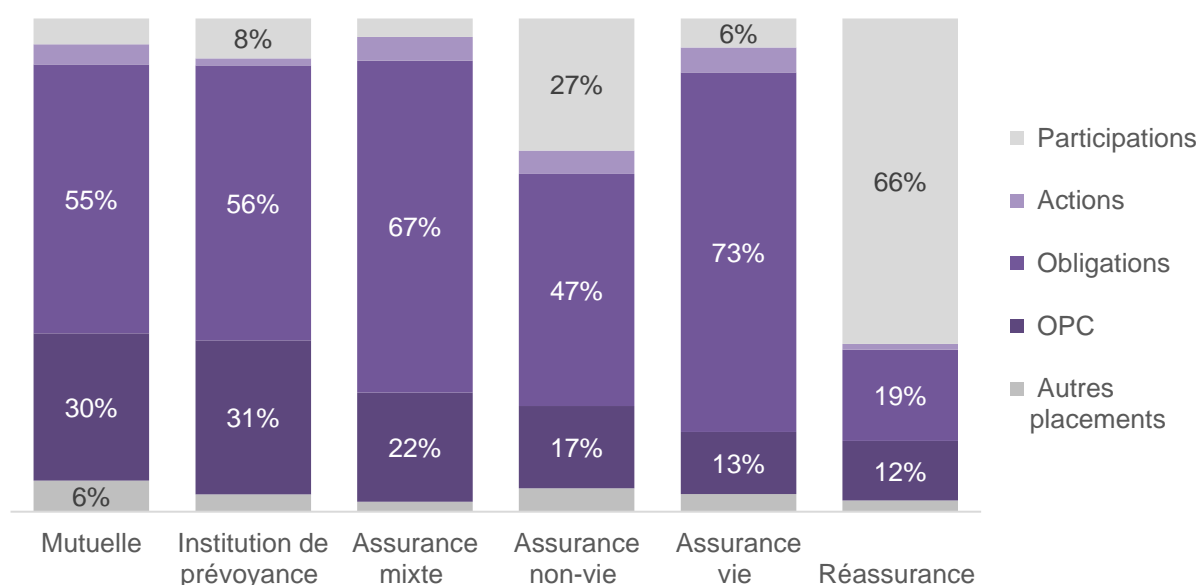
4.2.1. Composition globale d'un portefeuille d'assurance

La composition des placements admissibles d'un portefeuille financier est limitée par l'article R332-2 du Code des Assurances et l'article R212-21 du code de la mutualité. On distingue principalement :

- Valeurs mobilières :
 - Les placements de taux (obligations à taux fixe, variable, les obligations convertibles, les titres de créances négociables, bons à moyen négociable).
 - Les actions (cotées ou non cotées).
 - Les OPCVM³¹ (SICAV et FCP³²).
- Actifs immobiliers ;
- Prêts, dépôts .

Sur la base des SFCR publiés en 2022 (relatifs à l'exercice 2021) par les entreprises soumises à Solvabilité II, on peut analyser la composition de leurs placements (hors UC). Les obligations détenues en direct représentent globalement 65% des placements. Mais la composition des placements est sensiblement différente selon le type d'organisme.

Figure 11 - Composition des placements (hors UC) par type d'organisme



Source : Benchmark réalisé par Grant Thornton France sur la base des SFCR 2021 publiés.

³¹ OPCVM : Organismes de placement collectif en valeur mobilière

³² SICAV : Société d'investissement à capital variable
FCP : Fonds commun de placement

4.2.2. *Restriction du périmètre d'étude*

Dans le cadre d'une première analyse des risques climatiques, il peut être nécessaire de limiter l'étude à certains produits seulement. C'est le choix qui a été fait ici. En effet, la méthodologie d'évaluation des risques climatiques est encore à ce stade complexe et repose en partie sur des données extra-financières (secteur d'activité du titre, localisation géographique, ...). En dehors de la catégorie des valeurs mobilières (qui couvrent les actions et les obligations notamment), ces données peuvent ne pas forcément avoir de sens ou être trop complexes à obtenir. L'impact à calculer peut aussi être trop difficilement interprétable.

Au vu de la composition des portefeuilles des organismes d'assurance, il a été décidé de ne se concentrer dans un premier temps que sur :

- Les obligations ;
- Les actions ;
- L'immobilier.

4.2.3. *Fonds de placement et de transparisation*

Pour ce qui est des fonds de placements, cela représente un enjeu car ils peuvent représenter une part importante des investissements. Ils nécessitent d'être transparisés pour pouvoir être étudiés. Cela doit être réalisé dans le cadre de la réglementation Solvabilité II, qui impose de calculer le SCR marché sur la base des titres issus de la transparisation (§ 1 art. 84 règlement 2015/35).

- Si elles ont pu être transparisées, alors les actions et les obligations qui composent les fonds de placements sont étudiées comme d'autres titres du même type.
- Pour la part des fonds non transparisés, aucune étude ne peut être menée.

A noter que la réglementation Solvabilité II autorise une méthode de groupements de données sous certaines conditions (§ 3 art. 84 règlement 2015/35 et § 1.16 à 1.18 orientations EIOPA 14/171) :

- Si la transparisation n'est pas possible ;
- Si l'allocation cible du fond est disponible et suffisante pour le calcul du SCR marché ;
- Si l'approche est prudente ;
- Si l'approche concerne moins de 20 % de la valeur totale des actifs.

Cette méthode de groupement de données ne semble pas cohérente dans le cadre de cette étude.

Dans notre cas, les informations relatives à l'allocation cible ne prennent à priori pas en compte les composantes extra-financières des titres qui composent le fond (secteur d'activité, empreinte carbone, localisations, exposition aux risques climatiques, ...). Dans ce sens, aucune étude ne peut donc être menée à partir de cette allocation cible.

Maintenant que le portefeuille a été défini, nous allons chercher à évaluer l'exposition du portefeuille au risque de transition.

4.3. Analyse d'exposition aux risques climatiques

Cette section a pour but d'identifier les titres du portefeuille qui sont les plus vulnérables aux changements climatiques. Cela peut être assimilé à une cartographie des risques.

4.3.1. Notation ESG

L'une des premières méthodes à analyser est l'utilisation d'indicateurs ESG (environnementale, sociale et de gouvernance). En 2019, lors d'un sondage, l'ACPR avait identifié qu'une grande majorité des organismes du marché utilisaient ces notations.

Un indice ESG a pour but d'évaluer la performance extra-financière d'une entreprise. L'enjeu est de permettre de relier performance financière, stratégie de développement durable et investissement responsable. Une bonne note ESG signifie que l'entreprise met en œuvre des moyens pour limiter son impact environnemental, qu'elle prend en compte les droits de ses employés et qu'elle a une bonne structure de gestion.

De plus en plus d'acteurs fournissent ce genre d'indice :

- Les agences de notation de crédit (Moody's, S&P - Standard & Poor's, ...);
- Les fournisseurs d'indices boursiers (MSCI - Morgan Stanley Capital International, Bloomberg, Thomson Reuters, ...);
- Des acteurs spécialisés (Carbon Delta filiale de MSCI);
- ...

Parmi tous les acteurs, MSCI s'est positionné comme l'un des leaders du marché ESG en fournissant plusieurs indices différents.

Méthodologie

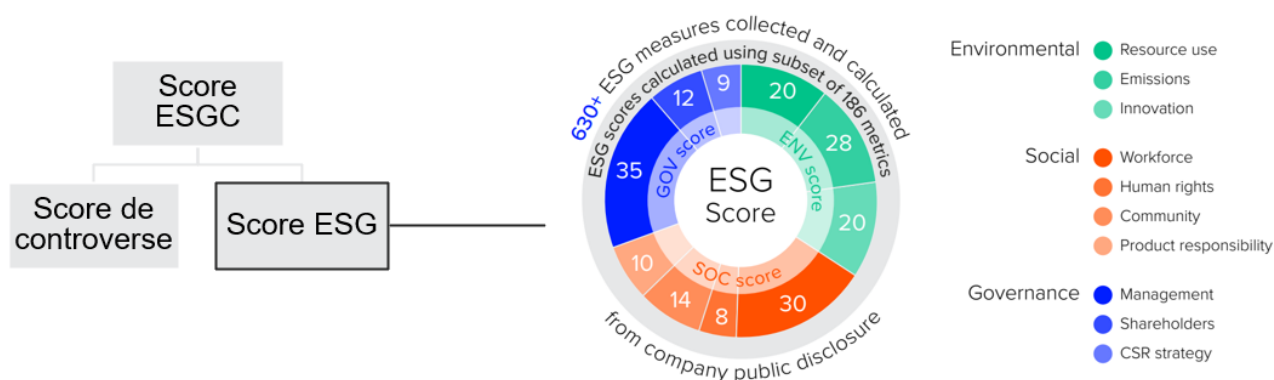
L'indicateur disponible sur plateforme Refinitiv EIKON® a été étudié plus en détail :

- Le système de notation est basé sur un indicateur global compris entre 0 et 1 et qui est traduit en une note allant de D- à A+. Le score « D » indique une performance ESG médiocre et un degré de transparence insuffisant dans la publication des données ESG importantes. Le score « A » indique une excellente performance ESG et un degré élevé de transparence dans la communication publique des données ESG importantes.
- Le score est composé de trois piliers (Environnement, Social et Gouvernance) eux-mêmes divisés en modules et en thèmes.
- Un quatrième pilier peut être utilisé, basé sur les scandales survenus au cours de l'année dans lesquelles l'entreprise est impliquée. Ce score permet de pénaliser certaines entreprises, souvent les grandes sociétés.
- Les données utilisées sont issues des publications des entités. Les sources sont référencées dans l'outil. Les données à la base du calcul du score ESG sont fournies et disponibles ce qui n'est pas le cas pour beaucoup d'autres agences. C'est l'un des atouts de ce score.
- Les scores sont obtenus par comparaison des entreprises sur un même secteur d'activité. On note la position d'une entreprise par rapport à ses paires :

$$\text{score} = \frac{\text{nb entreprises en dessous} + \frac{\text{nb entreprises à égalité}}{2}}{\text{Nb d'entreprises}}$$

Les notes sont ensuite agrégées à l'aide de matrices de poids pour obtenir un score final.

Figure 12 - Illustration de la notation ESG de Réfinitiv



Source : *Environmental, Social and Gouvernance scores from Réfinitiv* ³³

Mais la méthode de score par rang semble discutable. Il n'est en effet pas possible de comparer les scores entre des entreprises de secteurs différents. Cela peut mener à des incohérences. Par exemple la société Total Energies est noté A+ (0.91) sur le pilier environnemental alors que la société NEOEN, producteur français d'énergies exclusivement renouvelables (spécialisé dans l'éolien, le solaire et le stockage d'énergie) est noté D+ (0.19). Cette note très basse s'explique en partie par un manque de données renseignées et par un secteur assez compétitif.

Il existe d'autres scores comme le Low Carbon Transition (LCT) produit par MSCI. Ce dernier mesure l'exposition des entreprises aux risques et opportunités liés à la transition vers une économie à faible émission de carbone. Il est aussi indépendant du secteur et représente une évaluation absolue de la position d'une entreprise vis-à-vis de la transition. Ce score peut être particulièrement intéressant à utiliser.

Autres alternatives

D'autres types d'information que les scores sont proposés par certains fournisseurs de données ESG. Cela peut présenter une alternative ou un complément plus pertinent à utiliser dans certaines situations.

Mesure de l'alignement vis-à-vis de recommandations internationales.

On évalue le degré de conformité ou d'alignement des entreprises avec le référentiel SDG (Sustainable Development Goals) établi par le Programme horizon 2030 des Nations Unies. Pour rappel, ce programme définit un ensemble de 17 objectifs horizon 2030 (lutte contre la pauvreté, consommation et production responsables, justice et paix, ...), le 13^{ème} objectif étant dédié à la lutte contre les changements climatiques.

Dans le cadre de cette étude, l'outil Réfinitiv a permis de tester, pour chaque entreprise, si oui ou non elle soutenait l'objectif 13 du développement durable des Nations unies (SDG 13)³⁴.

Etude des controverses

Cela consiste à vérifier qu'une entreprise n'est pas sous les feux des médias en raison d'une controverse liée à l'impact environnemental de ses activités sur les ressources naturelles ou les communautés locales.

L'outil Réfinitiv, grâce au pilier de controverse, permet de récupérer cette information ainsi que le nombre de controverses détaillées avec les articles référencés. Mais il faut noter que cette information peut comporter un biais car les grandes entreprises attirent davantage l'attention des médias.

³³ https://www.refinitiv.com/content/dam/marketing/en_us/documents/methodology/refinitiv-esg-scores-methodology.pdf

³⁴ Une entreprise soutient l'objectif 13 du SDG si elle prend des mesures urgentes pour lutter contre le changement climatique et ses impacts.

Limites des scores

De manière plus générale les indicateurs ESG peuvent être assez volatils et peu fiables. Un article publié par Bloomberg en 2022 intitulé « The ESG Mirage »³⁵ avait fortement critiqué les méthodes d'évaluation des scores dénonçant que : « MSCI, la plus grande société de notation ESG, n'essaie même pas de mesurer l'impact d'une entreprise sur le monde. Tout ce qui compte, c'est de savoir si le monde peut nuire aux résultats ».

Parmi une longue liste de reproches faites au système de notation on peut citer :

- Ce sont principalement les piliers Social et Gouvernance qui sont responsables des augmentations des scores. Peu de modifications des notes se basent sur des facteurs environnementaux et encore moins sur une baisse des émissions de l'entreprise.
- Beaucoup de décisions politiques d'entreprises font augmenter les notes même si ces décisions sont relatives à des obligations réglementaires (interdiction qui constituent déjà des crimes, comme le blanchiment d'argent et les pots-de-vin).
- Les facteurs environnementaux prennent plus en considération l'impact de l'environnement sur l'entreprise plutôt que l'impact de l'entreprise sur l'environnement. Cela amène à ne pas prendre en compte les émissions générées pour certaines compagnies pourtant fortement polluantes.
- Des compagnies qui polluent beaucoup arrivaient quand même à améliorer leurs scores, même sur des facteurs environnementaux.
- Les sources d'informations pour la plupart des fournisseurs ne sont pas transparentes et reposent en grande partie sur l'auto-déclaration des entreprises qu'elles évaluent. Aucun régulateur n'examine la méthodologie ou les résultats.

Il faut donc être prudent dans l'utilisation de ces scores pour identifier des actifs sensibles aux risques de transition.

4.3.2. Répartition sectorielle

Toujours lors du sondage de 2019 réalisé par l'ACPR, l'identification des secteurs et des zones géographiques les plus exposés était aussi largement utilisée par les acteurs de la place.

Dans cette idée, on va chercher à définir une distribution des actifs par secteur des investissements pour mettre en évidence les actifs qui pourraient être exposés au risque climatique. Afin de réaliser cette classification, il est possible de s'appuyer sur des codifications de référence utilisées sur les marchés. Chaque actif est alors associé à un seul et unique code.

Une entreprise importante peut cependant disposer de plusieurs filiales qui pourraient être associées à des codes différents. On peut prendre l'exemple de la société française « Groupe La Poste » qui dispose de services variés : l'opération de services postaux, banque, assurance, opérateur téléphonie mobile, fournisseur de services numériques et de solution de commerce, ...

On associera à ce groupe le secteur d'activité le plus représentatif (en termes de valeur ajoutée). Dans notre exemple, on prendra les opérations de services postaux.

³⁵ <https://www.bloomberg.com/graphics/2021-what-is-esg-investing-msci-ratings-focus-on-corporate-bottom-line/>

Code NACE

Le code sectoriel NACE (Rév. 2) fait référence à la nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté Européenne. Elle a fait l'objet d'une législation au niveau de l'Union Européenne qui en impose l'usage dans l'ensemble des États membres. C'est un système de classification des activités économiques qui est dérivé de la CITI, classification internationale type par industrie, référence de toutes les branches d'activité économique des Nations Unies. Celui-ci peut être obtenu pour chaque titre à l'aide de logiciels d'informations financières.

La codification est structurée en 4 niveaux :

Niveau	Libellé	Nb	Nomenclature
1	Secteur économique ³⁶	21	Lettre
2	Secteur d'activité	88	Numéro
3	Groupe industriel	272	Numéro
4	Industrie	615	Numéro

Par exemple le code F42.1.2 correspond à la construction de voies ferrées et de métros et se décompose de la manière suivante :

- F : pour le secteur de la construction ;
- F42 : génie civil ;
- F42.1 : construction de route et de chemin de fer ;
- F42.1.2 : Construction de voies ferrées et de métros.

La précision de cette codification permet de l'utiliser comme une codification de base pour tous les titres d'un portefeuille d'actifs. A partir de celle-ci, on peut obtenir toutes les autres codifications qui vont être présentées à l'aide de matrices de correspondance.

Code GICS

La classification GICS (Global Industry Classification Standard) est une taxonomie économique conçue et maintenue par MSCI et S&P à destination du secteur de la finance. Elle s'échelonne sur 4 niveaux : 11 secteurs, 24 groupes d'industries, 69 industries et 158 sous-industries, où les principales sociétés cotées (sociétés anonymes avec appel à l'épargne publique) sont réparties selon leur cœur d'activité. Cette classification est assez répandue. Dans certains cas il peut être utile de l'avoir. Par exemple, l'ACPR l'a utilisée dans son exercice de stress test climatique pour les spreads corporates.

Code CPRS

La méthode CPRS (Climate Policy Relevant Sector) consiste à identifier les secteurs qui pourraient être pertinents pour les politiques d'atténuation du climat en fonction de leurs émissions de gaz à effet de serre, de leur rôle dans la chaîne d'approvisionnement énergétique et des fuites de carbone.

Six secteurs ont été définis comme majeurs :

- Les combustibles fossiles ;
- Les services publics – l'électricité ;
- L'énergie ;
- Le logement ;
- Les transports ;
- L'agriculture.

Les autres secteurs d'activité peuvent être considérés comme moins pertinents.

³⁶ Une description des 21 Secteurs est fournie en annexe

4.3.3. Exposition aux énergies fossiles

Parmi tous les secteurs qui ont pu être identifiés, les entreprises ayant une activité dans le charbon, le pétrole et le gaz sont celles qui sont le plus susceptibles d'être impactées par la transition climatique. Ce sont les principaux exemples de ce qui peut être considéré comme des *stranded assets*. Dans ce sens de nombreux organismes commencent à appliquer des politiques d'exclusions de ces actifs. Leur suivi et leur maîtrise est donc un axe important de la gestion du risque de transition.

Cela est en accord avec les politiques climatiques exposées précédemment. Les accords de Paris et la loi Energie Climat poussent à une sortie progressive des énergies fossiles d'ici 2050 et il est demandé aux organismes d'assurance de contribuer aux efforts nationaux.

Cette section s'appuie sur le dernier rapport à date de l'ACPR sur l'analyse et la supervision du risque climatique et intitulé « Troisième rapport commun ACPR/AMF : Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la place »³⁷.

L'annexe 13 de ce document propose une méthode d'évaluation de l'exposition aux énergies fossiles en se basant sur le recensement des sociétés établi par l'ONG allemande URGEWALD qui couvre les secteurs du charbon du pétrole et du gaz : la GCEL (Global Coal Exit List) et la GOGEL (Global Oil & Gas Exit List).

Dans ce rapport l'ACPR estime la faible exposition des assureurs au secteur des énergies fossiles :

- 0.6% des placements financent le secteur du charbon ;
- 1.6% des placements financent le pétrole et le gaz.

Les bases GCEL et GOGEL

Ces bases identifient toutes les entreprises qui jouent un rôle important dans la chaîne de valeur du charbon thermique (resp. du pétrole et du gaz). Cette base inclut les mineurs et les producteurs d'électricité, mais aussi les entreprises impliquées dans la prospection, le traitement, le commerce, le transport et la logistique du charbon (resp. du pétrole et du gaz), la fabrication d'équipements, etc.

Les deux bases peuvent être récupérées librement sur les sites internet dédiés. Mais ces dernières ne permettent pas une automatisation des traitements car seuls les noms des entreprises sont disponibles (l'identification à l'aide d'un nom est complexe car soumise à un aléa de formalisme). Il faut faire des demandes spécifiques par mail pour obtenir des bases plus détaillées avec les ISIN.

Il n'a pas été possible de récupérer les bases avec les ISIN dans le cadre de ce mémoire. En effet, l'ONG ne la fournit qu'aux institutions financières directement sur demande personnelle. Une dérogation dans un cadre académique est possible mais les données ne doivent pas être partagées au sein de l'entreprise, ce qui n'est pas le cas ici.

Méthode d'évaluation de l'exposition

Deux méthodes peuvent être proposées pour évaluer l'exposition du portefeuille financier aux énergies fossiles :

- 1 - Si la base détaillée avec les ISIN peut être récupérée, on la confronte avec les titres du portefeuille.
- 2 - Le document de l'ACPR et de l'AMF fournit en annexe des codes NACE relatifs aux secteurs appartenant à la chaîne de valeur du secteur pétro-gazier. Cette chaîne de valeur se divise en trois segments qui peuvent être grossièrement résumés de la manière suivante :
 - *Upstream* : Exploitation et production ;
 - *Midstream* : Transports et stockages ;
 - *Downstream* : Distribution.

³⁷ https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/rapport_2022_amf-acpr_vf_vf_002.pdf

A partir de cette table et des codes NACE des titres récupérés précédemment, on peut estimer les émetteurs de titres qui sont liés aux énergies fossiles.

Tableau 7 - Codes NACE relatifs aux secteurs appartenant à la chaîne de valeur du secteur pétro-gazier

<i>Upstream</i>	<i>Midstream</i>	<i>Downstream</i>
B9.10 - Support activities for petroleum and natural gas extraction	C19.20 - Manufacture of refined petroleum products	D35.14 - Trade of electricity
B6 - Extraction of crude petroleum and natural gas	C25.29 - Manufacture of other tanks, reservoirs, and containers of metal	D35.22 - Distribution of gaseous fuels through mains
A - Agriculture, forestry, and fishing	D35.11 - Production of electricity	D35.23 - Trade of gas through mains
	D35.21 - Manufacture of gas	G46.71 - Wholesale of solid, liquid, and gaseous fuels and related products
	D35.22 - Distribution of gaseous fuels through mains	H50.20 ³⁸ - Sea and coastal freight water transport
	H49.50 - Transport via pipeline	O84.13 - Regulation of and contribution to more efficient operation of businesses
	H50.20 - Sea and coastal freight water transport	

Source : A partir de « Troisième rapport commun ACPR/AMF : Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la place » - ACPR/AMF.

Faute de base utilisable, on privilégiera ici la deuxième méthode. Mais aucune table équivalente n'a été récupérée pour le secteur du charbon. En parcourant la table NACE, on peut identifier les codes B5 - Extraction de charbon et de lignite. Cela correspond à l'élément qui semble le plus important du segment *Upstream* de la chaîne d'activité du charbon.

4.3.4. Répartition géographique

Une autre composante à étudier est la répartition géographique des titres. On entend par ici la localisation géographique de l'émetteur du titre. On cherche au minimum à connaître le pays dans lequel il se situe. Pour la suite de l'étude, on entendra par localisation du titre la localisation de l'entité émettrice du titre.

En effet, pour ce qui est des risques physiques, cette information est importante. Les pays ne seront pas tous impactés de la même manière par le dérèglement climatique. C'est aussi valable pour le risque de transition où les politiques climatiques peuvent être différentes selon les pays. Les résultats des scénarios climatiques qui vont être présentés par la suite sont différenciés par pays.

³⁸ On note que le code 50.20 est commun aux segments Midstream et Downstream.

4.3.5. Empreinte carbone

L'empreinte carbone d'un portefeuille mesure le montant total annuel des émissions « financées » par le portefeuille en tonnes de CO₂. Elle correspond donc à la somme des émissions des entreprises contenues dans le portefeuille, pondérées par la part de détention dans l'entreprise que représente l'investissement du portefeuille.

On parle bien ici seulement d'entreprise. Cette étude ne concernera pas les obligations d'Etat. L'évaluation de l'empreinte carbone d'un Etat est beaucoup plus complexe et hasardeuse. On privilégiera une autre méthode pour ces titres.

La mesure de l'empreinte carbone est l'un des points de départ pour mesurer et instruire la réflexion sur l'exposition aux risques climatiques. Elle permet d'identifier les entreprises et les secteurs les plus émetteurs. Mais cette mesure ne représente qu'une photographie à l'instant t et ne délivre donc pas d'information sur les dynamiques futures.

Il existe deux types d'approche pour évaluer ces émissions financées :

- Une approche micro-économique (ou « *bottom-up* ») qui consiste à agréger ligne par ligne les émissions de GES des clients d'une institution financière ;
- Une approche macro-économique (ou « *top-down* ») consistant à rapporter les émissions mondiales de GES aux financeurs de l'économie sur la base de leurs parts de marchés par secteurs d'activité économique et par zones géographiques.

Les méthodologies « *bottom-up* » sont plus particulièrement adaptées à un périmètre d'analyse restreint. Elles permettent une vision détaillée des activités financées, mais requièrent des quantités d'information importantes. Ces méthodologies sont largement diffusées et actuellement développées par de nombreux prestataires.

Les méthodologies « *top-down* » sont plus particulièrement adaptées à un périmètre d'analyse étendu. Elles permettent une vision globale des enjeux carbone de portefeuilles diversifiés. Mais ces méthodes sont très récentes et pour l'instant peu précises. Cette approche ne sera donc pas traitée.

A noter qu'il existe de nombreux acteurs sur la place qui proposent des outils et audits complets d'empreinte carbone d'un portefeuille, beaucoup plus détaillés que ce qui pourra être fait ici. La description exhaustive des approches sort du cadre de ce mémoire. L'idée est de présenter de manière succincte l'évaluation de l'empreinte carbone du portefeuille dans le cadre d'une première estimation. Cet exercice est extrêmement complexe et il y a un fort degré d'incertitude sur les données. Il faut pour cela estimer les émissions carbone des entreprises.

4.3.6. Emissions carbone d'une entreprise

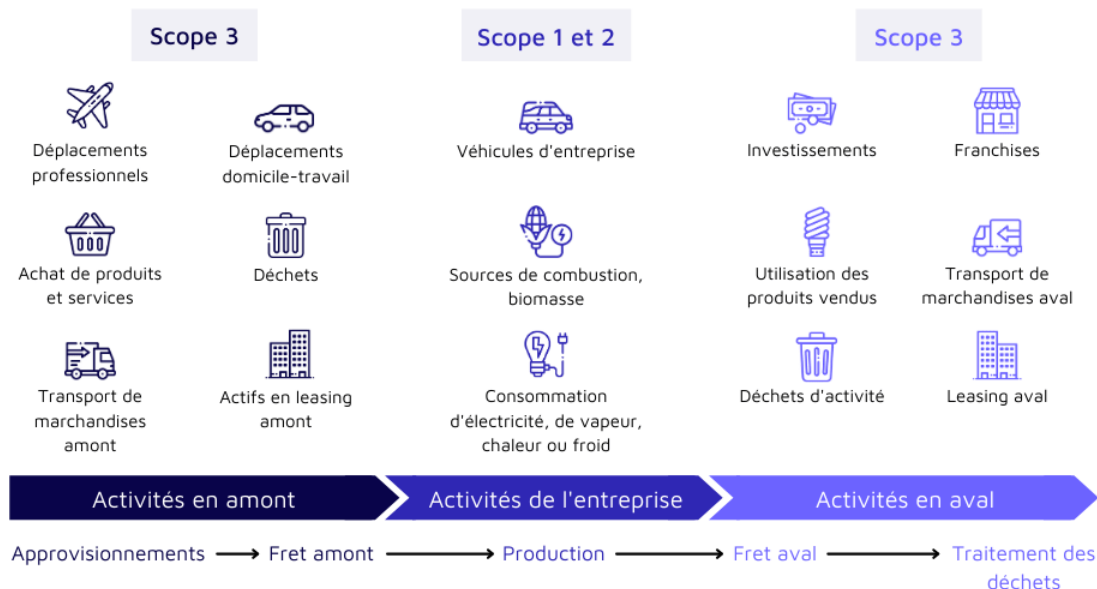
Scope d'émission

Pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre issues de l'activité d'une entreprise, une catégorisation en 3 scopes a été définie à l'échelle internationale avec une méthodologie précise. Chaque scope est constitué de différents post d'émissions (22 au total).

Scope 1 : les émissions directes de gaz à effet de serre
<p>Ce sont des émissions de gaz à effet de serre qui ont lieu directement au niveau de l'entreprise comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les émissions liées à un chauffage au gaz dans un bureau ou une usine ; • Les émissions liées à la combustion de carburant des véhicules de services détenus par l'entreprise ; • Les fuites de gaz d'une climatisation, d'un frigo ou d'une chambre froide.
Scope 2 : les émissions indirectes liées à l'énergie
<p>Ce sont principalement les émissions liées à l'électricité, qui ne sont pas émises directement sur le lieu de travail (elles sont émises sur les sites de production d'énergie : centrales nucléaires, à charbon, éoliennes, barrage hydraulique, ...).</p>
Scope 3 : les autres émissions indirectes
<p>Ce sont toutes les autres émissions. Ce scope est très large et représente en général la très grande majorité des émissions liées à l'activité d'une entreprise. Il est donc très important à prendre en compte mais c'est aussi le plus difficile à estimer. Et l'état actuel des données rend compliquée son évaluation.</p> <p>Quelques exemples d'émissions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les achats de marchandises et matières première ; • Les achats de services (administratifs, numériques, etc) ; • Les déplacements domicile-travail ; • L'utilisation des produits ou services vendus.

On peut illustrer la répartition des émissions selon les différents scopes :

Figure 13 - Schéma de la répartition des différents scopes au sein d'une entreprise



Source : Site internet - Carbo Academy

Problématique de double comptage

Le problème de double comptage apparaît dès que plusieurs entreprises de divers secteurs sont considérées ensemble. Pour donner un exemple simple, l'utilisation de camions fonctionnant à l'essence génère des émissions de GES dans l'atmosphère. Ces émissions seront comptabilisées une fois dans le scope 1 de l'entreprise de livraison, et deux fois dans le champ d'application 3 de l'entreprise qui fabrique les camions et de l'entreprise qui extrait et raffine le pétrole pour fournir l'essence. Dans le cas de stratégies d'investissement diversifiées dans presque tous les secteurs de l'entreprise, le double (voire triple) comptage se produit partout.

Dans le contexte de ce rapport, bien que le problème ait été ciblé, nous ne proposerons pas de méthodes pour limiter le double comptage. En effet, l'évaluation des émissions est relativement imparfaite. Il n'y a pas de donnée ni de méthodologie vraiment robuste sur le marché pour évaluer correctement ce phénomène. Ne pas prendre en compte le double comptage correspond à une approche prudente.

De plus, dans une logique d'analyse des actifs et pour comprendre d'où provient l'empreinte carbone d'un portefeuille, la question devient moins pertinente. L'objet de cette méthode n'est pas d'obtenir le total précis des émissions financées, mais plutôt d'identifier les entreprises les plus exposées du portefeuille. Exclure de l'analyse une partie des scopes 2 et 3 ne fournirait donc qu'une réponse incomplète à ces questions. D'autant que ces scopes sont les plus importants en terme d'émissions carbone pour plusieurs secteurs importants.

Sources de données

La récupération des informations extra-financières sur les émissions des différentes entreprises qui composent le portefeuille est un enjeu clé de cette étude. De nombreux acteurs et organismes spécialisés apparaissent sur le marché pour aider à fournir ces informations. Récemment, les logiciels d'informations financières classiques (MSCI, Bloomberg...) ont commencé à renseigner ces informations également. Cela représente un atout car ces logiciels sont déjà utilisés par les organismes d'assurances.

Il convient toutefois d'être vigilant sur la qualité des données reportées. Les données peuvent comporter des incohérences (périmètres incomplets, changement de méthode, erreurs de saisie, omissions de certains gaz, degré d'incertitude des données, ...). Il arrive aussi souvent que les entreprises ne publient pas ces données ou alors que partiellement. Le Scope 3 d'émissions notamment, est assez peu renseigné. Il est le plus important mais aussi le plus complexe à évaluer. Les sociétés non-cotées, publient aussi rarement leurs émissions et ne sont pas disponibles dans les logiciels d'informations financières.

Des estimations sont alors parfois nécessaires pour pallier le manque de données ou pour corriger des données qui sont reportées mais qui semblent aberrantes.

Estimations des émissions manquantes

Il existe plusieurs méthodes plus ou moins complexes et avec chacune leurs limites. Du fait de la faible qualité et quantité des données récupérés, nous proposerons une méthode de moyenne sectorielle.

On calcule une moyenne des émissions par secteur d'activité. Chaque entreprise est allouée à un unique secteur. On reprend ici la segmentation NACE des entreprises qui a été évoquée précédemment.

Cette méthode est cependant très limitée, les profils des entreprises pouvant être très différents (chiffre d'affaires, effectifs, ...) au sein d'un même secteur. Ce modèle dépend aussi du nombre de données qui ont pu être collectées. De plus cette approche peut être une solution pour les scopes 1 et 2 mais reste limitée pour le scope 3 en raison de l'incertitude élevée sur son évaluation. Les données du scope 3 proviennent déjà elles-mêmes le plus souvent d'estimations basées sur le secteur d'activité des entreprises. Ces données sont encore peu fiables et hétérogènes.

4.3.7. Indicateurs d'émission carbone

A partir des données récupérées, on peut évaluer l'empreinte carbone de possession d'un titre émis par une entreprise. Plusieurs indicateurs peuvent être utilisés. Les notions présentées se basent en partie sur les travaux publiés par la France Assureurs³⁹.

Pour la suite de cette partie, on utilisera les notations suivantes :

- ▶ E_i : les émissions annuelles de CO2 de l'émetteur du titre i
- ▶ I_i : la valeur de l'investissement dans le titre i
- ▶ VM_i : la valeur de marché de la position détenue pour le titre i
- ▶ VM_P : la valeur de marché du portefeuille défini comme : $VM_P = \sum_i VM_i$.
- ▶ w_i : le poids du titre i dans le portefeuille : $w_i = \frac{VM_i}{VM_P}$
- ▶ CB_i : la capitalisation boursière de l'émetteur du titre i
- ▶ CA_i : le chiffre d'affaires de l'émetteur i

Empreinte carbone (CO2e)

L'empreinte carbone mesure le total annuel des émissions « embarquées » par le portefeuille en tonnes de CO2. Cela correspond à la somme des émissions des entreprises contenues dans le portefeuille, pondérées par la part de détention dans l'entreprise que représente l'investissement du portefeuille.

Pour chaque titre i , on définit :

$$\text{Empreinte carbone}_i = \frac{I_i}{CB_i} \times E_i$$

Ce mode de calcul est adapté aux portefeuilles actions mais moins à des obligations. Ces dernières représentent pourtant la principale composante des portefeuilles des compagnies d'assurance.

Pour les obligations d'entreprise, on pourra utiliser le ratio :

- % de détention / % de la dette : ce qui n'autorise pas un cumul avec l'empreinte carbone actions, pour cause de double comptage

ou

- % de détention / % de la valeur d'entreprise : ce qui autorise un cumul avec l'empreinte carbone actions sans double comptage.

Cet indicateur montre l'impact climatique global du portefeuille. Il permet d'identifier les titres qui émettent le plus d'émissions. En revanche, les émissions sont relatives à la taille de l'investissement. Il serait donc également intéressant de prendre en compte cette dimension.

Emissions financés (CO2e / M€ investi)

Les émissions financées représentent l'empreinte carbone du portefeuille par million d'euros investi, donc en tonnes de CO2 par M€ investi. Cet indicateur permet de faire des comparaisons en faisant abstraction de l'effet taille du portefeuille.

$$\text{Emissions financées}_i = \frac{\text{Empreinte carbone}_i}{VM_i} \times 10^6$$

³⁹ GARREAU F., LIMONGI J. (2017) Empreinte carbone des actifs : méthode, caractéristiques et limites. Fédération Française de l'assurance

A l'échelle du portefeuille :

$$\text{Emissions financées}_{\text{tot}} = \frac{\text{Empreinte carbone}_{\text{tot}}}{VM_p} \times 10^6$$

Cet indicateur est cependant sensible à la volatilité des cours. Il ne prend pas non plus en compte la taille de l'entreprise (CA, nombre d'unités produites).

Intensité carbone (CO2 / M€ CA)

Cet indicateur mesure l'exposition du portefeuille aux entreprises les plus intensives en carbone. Il reflète la moyenne des intensités carbonées des entreprises (émissions de CO2 normalisées par le chiffre d'affaires), pondérées par le poids des entreprises dans le portefeuille. On le définit pour chaque titre i :

$$\text{Intensité Carbone}_i = \frac{E_i}{CA_i} \times 10^6$$

A l'échelle du portefeuille, on peut utiliser la formule de l'intensité carbone pondérée :

$$\text{Intensité Carbone}_{\text{tot}} = \sum_i \text{Intensité Carbone}_i \times w_i$$

En revanche, cette formule n'est pas directement basée sur la participation de l'investisseur.

Le biais de cette méthode est aussi que l'indicateur dépend en partie du positionnement de l'entreprise. La marge de l'entreprise étant incluse dans le calcul, une entreprise au positionnement « haut de gamme » (et donc à la marge élevée) aura une intensité carbone plus faible qu'une entreprise au positionnement « entrée de gamme » (et donc à la marge plus faible).

4.3.8. Indice d'état

Pour les obligations d'état, une autre approche consiste à ne pas calculer directement une empreinte carbone, exercice de toute façon hasardeux, et à suivre plutôt une approche par les risques.

The Notre Dame Index⁴⁰ est une base de données libre qui attribue aux 192 pays des Nations Unies un score de vulnérabilité aux changements climatiques et à d'autres défis mondiaux, ainsi que leur capacité à améliorer leur résilience.

Construction de l'indice

Cet indice d'état, appelé ND-GAIN index, est composé de deux facteurs :

- **Un indicateur de vulnérabilité** : Il mesure l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation d'un pays aux effets négatifs du changement climatique. ND-GAIN mesure la vulnérabilité globale en prenant en compte six secteurs essentiels à la vie : la nourriture, l'eau, la santé, les services écosystémiques, l'habitat humain et les infrastructures.
- **Un indicateur de préparation** : Il mesure l'état de préparation global en prenant en compte trois composantes : l'état de préparation économique, l'état de préparation de la gouvernance et l'état de préparation sociale.

⁴⁰ <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

L'indice est ensuite calculé de la manière suivante :

Figure 14 - Méthode de calcul de l'indicateur ND-Gain – Université de Notre Dame



Source : Site internet de l'Université de Notre Dame ⁴¹

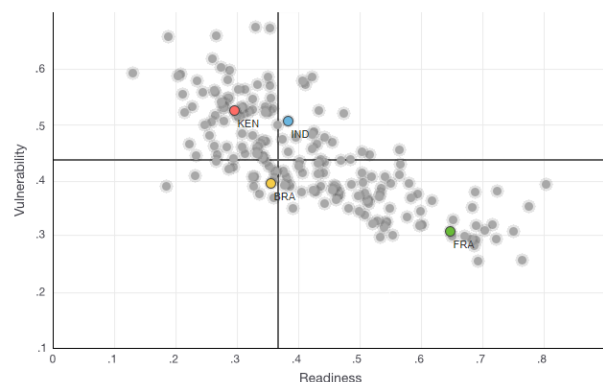
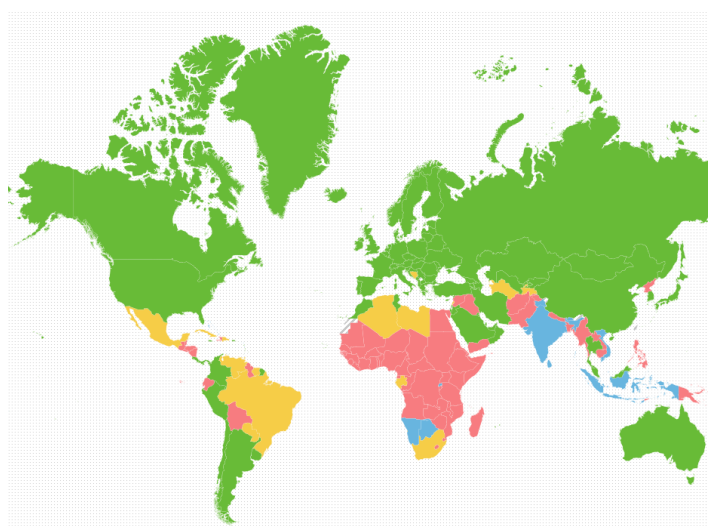
Afin de comprendre ce score, une note technique⁴² est fournie par l'université qui développe cette méthodologie. L'indice ND-GAIN utilise un score compris entre 0 et 100, où 0 correspond au "plus vulnérable, le moins prêt" et 100 correspond au "moins vulnérable, le plus prêt".

Matrice ND-GAIN

Les scores peuvent être présentés sous forme d'une matrice : on étudie la répartition des scores de vulnérabilité par rapport au score préparation. Cela permet de répartir les pays en quatre groupes :

- **En rouge** : Les pays présentant un niveau élevé de vulnérabilité au changement climatique, mais un faible niveau de préparation. Ces pays ont à la fois un grand besoin d'investissements pour améliorer leur état de préparation et une grande urgence à prendre des mesures d'adaptation.
- **En jaune** : Les pays ayant un faible niveau de préparation mais aussi un faible niveau de vulnérabilité au changement climatique. Bien que leur vulnérabilité soit relativement faible, leur adaptation peut être retardée en raison d'un niveau de préparation plus faible.
- **En bleu** : Les pays très vulnérables au changement climatique et très bien préparés. Dans ces pays, les besoins d'adaptation sont importants, mais ils sont prêts à y répondre.
- **En vert** : Les pays peu vulnérables au changement climatique et très bien préparés. Ces pays doivent encore s'adapter (aucun d'entre eux n'a un score de vulnérabilité parfait), mais ils peuvent être bien placés pour le faire.

Figure 15 - Matrice ND-Gain et Répartition des pays par risque climatique



Exemple de pays :

- France
- Inde
- Brésil
- Kenya

Source : Site internet de l'Université de Notre Dame

⁴¹ <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/methodology/>

⁴² https://gain.nd.edu/assets/254377/nd_gain_technical_document_2015.pdf

Utilisation

Cette étude permet d'abord d'identifier l'exposition aux risques climatiques des obligations souveraines. On utilise la catégorisation des pays pour cibler les obligations les plus vulnérables du portefeuille.

Ce score peut ensuite être utilisé pour évaluer de manière basique le risque physique de tous les titres du portefeuille. Pour cela on se base uniquement sur le score d'exposition seulement et sur la répartition géographique qui a déjà été réalisé.

4.3.9. Synthèse

Un grand nombre d'outils et de méthodes pour analyser l'exposition du portefeuille ont été proposés. Certains sont encore en développement et demandent à être améliorés à l'avenir. Il n'y a pas de méthode unique, l'idée est de les combiner pour obtenir une vision globale des enjeux climatiques.

4.4. Etude des scénarios climatiques

Après avoir étudié l'exposition aux risques liés au changement climatique, on s'intéresse à l'étude des scénarios comme préconisé par les régulateurs. On rappelle que la proposition de directive Solvabilité II demande de définir au moins deux scénarios de changement climatique à long terme :

- a) Un scénario dans lequel l'augmentation de la température mondiale reste inférieure à deux degrés Celsius.
- b) Un scénario dans lequel l'augmentation de la température mondiale atteint ou dépasse deux degrés Celsius.

4.4.1. Définition d'un scénario climatique

Les scénarios climatiques se présentent sous forme d'un récit ou d'une description d'événements futurs plausibles et non observés auparavant. On fixe une possibilité de l'évolution des politiques environnementales et des événements climatiques, les deux étant liés. On s'attend à ce que ces événements aient des impacts multiples (pertes d'assurance, répercussions sur les marchés financiers, ...). Ces scénarios ne sont pas parfaits et présentent de nombreuses limites, néanmoins ils constituent un point de départ contextuel et méthodologique important. Un scénario n'est pas une prévision ou une prédiction, c'est une réflexion critique pour remettre en question les idées reçues sur l'avenir.

Dans son document méthodologique, l'EIOPA a défini un certain nombre de principes pour construire des scénarios climatiques :

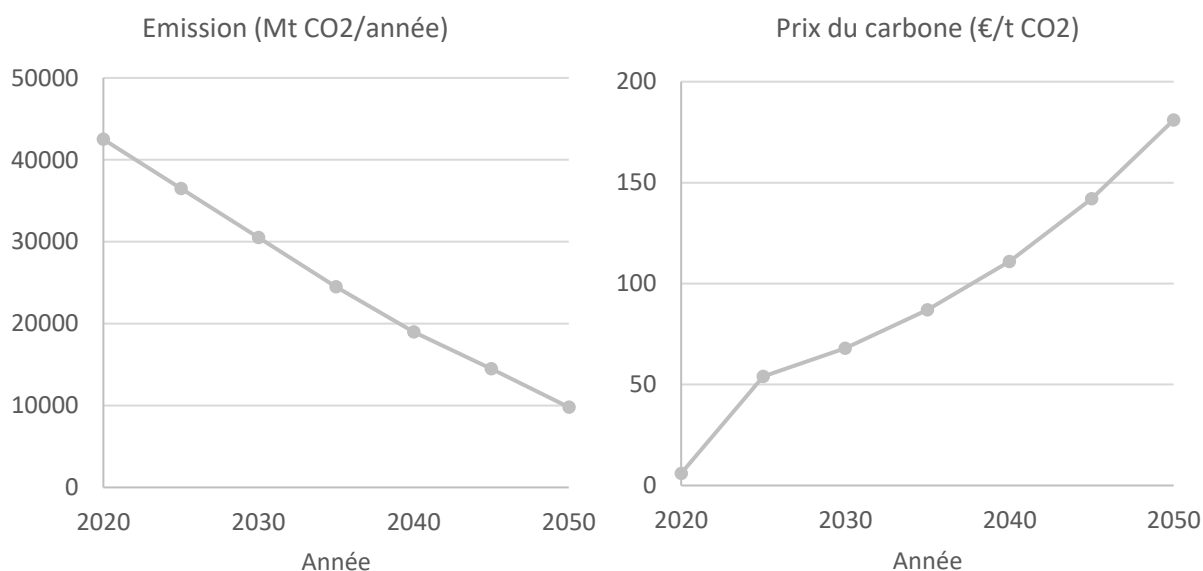
- *Principe 1* : compte tenu de leur nature distincte mais liée, le risque lié à la transition et le risque physique devraient idéalement être évalués conjointement dans un test de résistance au changement climatique.
- *Principe 2* : compte tenu du large éventail de trajectoires climatiques futures possibles, il est important d'envisager des scénarios de changement climatique et de voies de transition qui tiennent compte de différentes combinaisons de risques physiques et de risques de transition. L'application de plusieurs scénarios permet également de prendre en compte différentes dimensions clés, telles que le rôle de la politique climatique.
- *Principe 3* : les scénarios doivent être axés à la fois sur une projection climatique centrale et sur des événements extrêmes défavorables, afin d'évaluer si le système financier et les assureurs sont résistants en cas de scénarios climatiques et de transition perturbateurs.
- *Principe 4* : les scénarios doivent comporter des informations (idéalement quantitatives) sur les trajectoires climatiques (changements clés dans les facteurs climatiques) et les impacts financiers associés à un niveau suffisamment granulaire. Les scénarios doivent également permettre d'identifier les variables/hypothèses clés qui influencent les trajectoires du scénario.
- *Principe 5* : les scénarios doivent couvrir des horizons temporels appropriés pour évaluer l'impact à long terme des risques liés au changement climatique, étant donné la nature à plus long terme des scénarios climatiques, tout en permettant une certaine flexibilité pour dériver des périodes de stress à court terme des scénarios à long terme.

La particularité des scénarios climatiques est l'utilisation d'un « prix du carbone ». Ce prix fictif est une mesure de l'intensité globale de la politique climatique. Le prix du carbone est une représentation des politiques fiscales et réglementaires des gouvernements. Il se définit comme le coût marginal de réduction d'une tonne supplémentaire d'émissions de gaz à effet de serre. Ce prix du carbone est sensible :

- au niveau des ambitions pour atténuer le changement climatique,
- au calendrier de mise en œuvre des politiques,
- à la répartition des mesures politiques entre les secteurs et les régions,
- ou encore aux hypothèses technologiques comme la disponibilité et la fiabilité de l'élimination du dioxyde de carbone.

On peut prendre l'exemple du scénario de transition « ordonnée » utilisé lors de l'exercice de stress test climatique de l'ACPR⁴³. Dans ce scénario, on suppose une transition vers une économie bas carbone qui commence dès 2020 avec l'introduction de mesures d'atténuation. Cela se traduit par une augmentation significative du prix du carbone. Tout cela permet de limiter la hausse des températures en dessous de 2°C.

Figure 16 - Evolution des émissions carbone et du prix du carbone dans le scénario de transition ordonnée de l'ACPR



Source : Données de l'exercice pilote climatique ACPR 2020

4.4.2. Choix des scénarios

Les différents scénarios climatiques peuvent être classés selon leur compromis entre risque de transition et risque physique. En effet, ces deux risques peuvent être vus comme complémentaires. Un risque de transition plus faible du fait d'un manque de politiques strictes est susceptible d'entraîner des niveaux plus élevés de risque physique lié au changement climatique. Inversement, des politiques ambitieuses pour limiter le dérèglement climatique, et de ce fait les risques physiques, sont susceptibles d'induire des risques de transition élevés.

⁴³ https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/principales_hypotheses_pour_lexercice_pilote_climatique.pdf

Parmi tous ces différents scénarios, il faudra décider d'un scénario de référence duquel dépendront les résultats. Si l'on choisit une ligne de base avec des réductions limitées des émissions, cela augmentera l'importance du risque de transition par rapport au risque physique dans les scénarios alternatifs. En revanche, si l'on choisit une ligne de base avec des réductions importantes d'émissions, cela augmentera l'importance du risque physique par rapport au risque de transition dans les scénarios alternatifs.

En d'autres termes, le choix d'une ligne de base n'est pas aussi simple qu'il paraît, et les entreprises doivent réfléchir et être très claires dans les hypothèses qu'elles font. La transparence des hypothèses est cruciale dans tous les aspects de l'analyse des scénarios, même pour quelque chose qui peut sembler assez peu controversé.

Le choix des autres scénarios alternatifs à utiliser dépendent du profil de risque de l'entreprise. Dans certains cas des scénarios comportant un éventail important de risques physiques sont plus pertinents, alors que pour d'autres entreprises, il sera plus approprié de se concentrer sur le risque de transition. Mais ces deux aspects du risque sont complémentaires.

4.4.3. *Les scénarios du NGFS*

Construire ces scénarios est très complexe. Au-delà des hypothèses à fixer, il faut pouvoir interpréter ces scénarios en impacts macro-économique sur différents secteurs, en interprétations physiques (pollution de l'air, dégradation des conditions climatiques, montée des eaux, ...). Ces phénomènes sont très complexes et demandent le travail d'économistes, de climatologues et d'autres scientifiques compétents. Mais il est possible de se tourner vers des organisations qui proposent des scénarios climatiques détaillés et complets, comme par exemple :

- L'agence internationale de l'énergie ou International Energy Agency - IEA
- Scénarios SSPs (Shared Socioeconomic Pathways) du GIEC
- Le Network for Greening the Financial System - NGFS

En France et en Europe, ce sont les scénarios du NGFS (Network for Greening the Financial System) qui semblent faire référence. Le NGFS a été lancé en 2017 par l'ACPR et la Banque de France. C'est une agence internationale regroupant 114 membres qui vise à accélérer la prise en compte des effets environnementaux en finance et à élaborer des recommandations sur le rôle des banques centrales dans le changement climatique. Les scénarios sont donc principalement destinés à être utilisés par les autorités de contrôle afin de mettre au point leur stress tests climatiques (ils ont été utilisés par l'ACPR et l'EIOPA).

Tout cela a motivé le choix d'étudier les scénarios du NGFS plus en détail. Pour cette étude, nous avons récupéré les données des scénarios climatiques de la phase 3 du modèle qui date du 21 septembre 2022.

On compte 6 scénarios de changement climatique différents qui se répartissent en trois catégories :

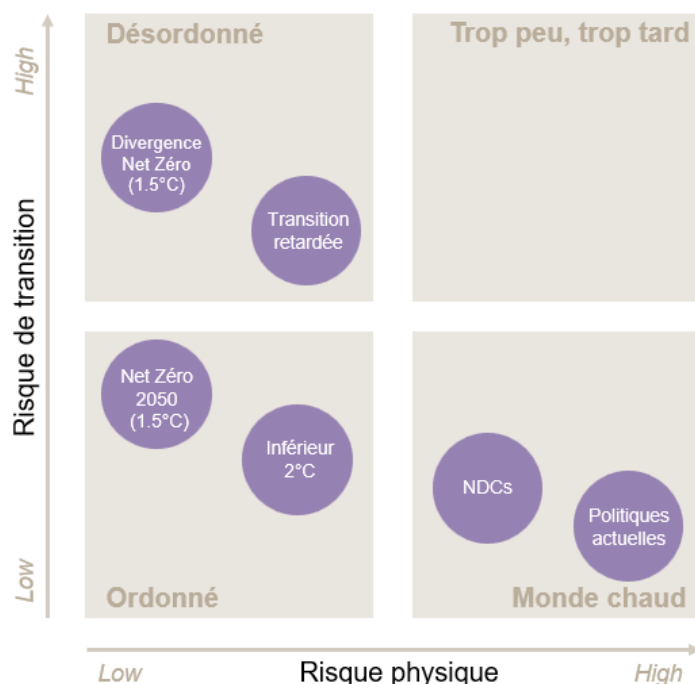
- Transition ordonnée ;
- Transition désordonnée ;
- Absence de transition (ou « scénario monde chaud »).

Une description précise de ces scénarios est fournie sur le site du NGFS⁴⁴ avec des graphiques et des illustrations pour mieux comprendre les données qui sont tirées des modèles. On y trouve également une documentation détaillée sur les scénarios et notamment un guide d'analyse de scénarios pour les banques centrales et les superviseurs⁴⁵. Les scénarios climatiques du NGFS ont été rendus publiques pour permettre un examen critique de ce travail.

⁴⁴ <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/>

⁴⁵ [ngfs_guide_scenario_analysis_final.pdf](#)

Figure 17 - Scénarios du NGFS *



Source : NGFS (2019, 2021b) - Climate Scenarios Database⁴⁶

* Le positionnement des scénarios dans les quartiles est approximatif, sur la base d'une évaluation des risques physiques et de transition jusqu'en 2100.

Net Zéro 2050

Ce scénario modélise la situation la plus favorable et responsable pour atteindre les objectifs internationaux. Il vise l'arrêt net des émissions de CO₂ vers 2050 pour permettre de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C à l'aide de politiques climatiques strictes et d'innovation. Ces politiques climatiques ambitieuses sont introduites immédiatement. Des méthodes d'élimination du dioxyde de carbone sont utilisées pour accélérer la décarbonisation. Les risques physiques sont relativement faibles, mais les risques de transition sont élevés.

Inférieur à 2 °C

On suppose ici une augmentation progressive de la rigueur des politiques climatiques, ce qui donne 67 % de chances de limiter le réchauffement planétaire à moins de 2 °C. Ce scénario suppose que les politiques climatiques sont introduites immédiatement et deviennent progressivement plus strictes, mais pas aussi strictes que dans le scénario "Net Zéro 2050". Le déploiement de méthodes d'élimination du dioxyde de carbone est relativement faible. Les émissions nettes de CO₂ sont atteintes après 2070. Les risques physiques et de transition sont tous les deux relativement faibles.

Divergence Net Zéro

Ce scénario atteint le niveau zéro d'ici 2050, mais avec des coûts plus élevés en raison des politiques divergentes introduites dans les différents secteurs et d'une élimination plus rapide des combustibles fossiles.

Les politiques climatiques sont plus strictes dans les secteurs des transports et des bâtiments. Il s'agit d'une situation dans laquelle l'absence de coordination des politiques entre les secteurs se traduit par une charge élevée pour les consommateurs, alors que la décarbonisation de l'approvisionnement énergétique et de l'industrie est moins rigoureuse. En outre, la disponibilité des technologies de

⁴⁶ [ngfs_climate_scenarios_technical_documentation_phase2_june2021.pdf](#)

réduction des émissions de carbone est supposée être plus faible que dans le scénario de base. Les émissions sont conformes à un objectif climatique donnant au moins 50 % de chances de limiter le réchauffement planétaire à moins de 1,5 °C d'ici la fin du siècle. Cela entraîne des risques de transition considérablement plus élevés, mais globalement les risques physiques les plus faibles des six scénarios.

Transition retardée

La transition retardée suppose que les émissions annuelles mondiales ne diminuent pas avant 2030. Des politiques fortes sont alors nécessaires pour limiter le réchauffement à moins de 2 °C. Ce scénario suppose que de nouvelles politiques climatiques ne sont pas introduites avant 2030 et que le niveau d'action diffère selon les pays et les régions en fonction des politiques actuellement mises en œuvre. La disponibilité des technologies de réduction des émissions de carbone est supposée être faible, ce qui fait que les prix du carbone sont plus élevés que dans le scénario de base. Il en résulte des risques de transition et des risques physiques plus élevés que dans les scénarios « Net Zéro 2050 » et inférieur à 2°C.

NDCs

Ce scénario de contributions déterminées au niveau national (Nationally Determined Contributions - NDCs) étudie le cas où toutes les politiques promises sont appliquées (même celles qui ne sont pas encore mises en œuvre).

Ce scénario suppose que l'ambition climatique modérée et hétérogène reflétée dans les contributions au début de 2021 se poursuit au cours du 21e siècle avec donc des risques de transition faibles. Les émissions diminuent mais entraînent néanmoins un réchauffement d'environ 2,5 °C associé à des risques physiques modérés à graves.

Politiques actuelles

Ici on suppose que seules les politiques actuellement mises en œuvre sont préservées, ce qui entraîne des risques physiques élevés.

Les émissions augmentent jusqu'en 2080, entraînant un réchauffement d'environ 3 °C et des risques physiques graves. Cela inclut des changements irréversibles comme l'élévation du niveau de la mer. Ce scénario peut aider à envisager les risques physiques à long terme pour l'économie et le système financier si nous continuons sur la voie actuelle d'un "monde chaud".

Ces différents scénarios sont interprétés selon un certain nombre d'hypothèses qui peuvent être synthétisées sous forme d'un tableau :

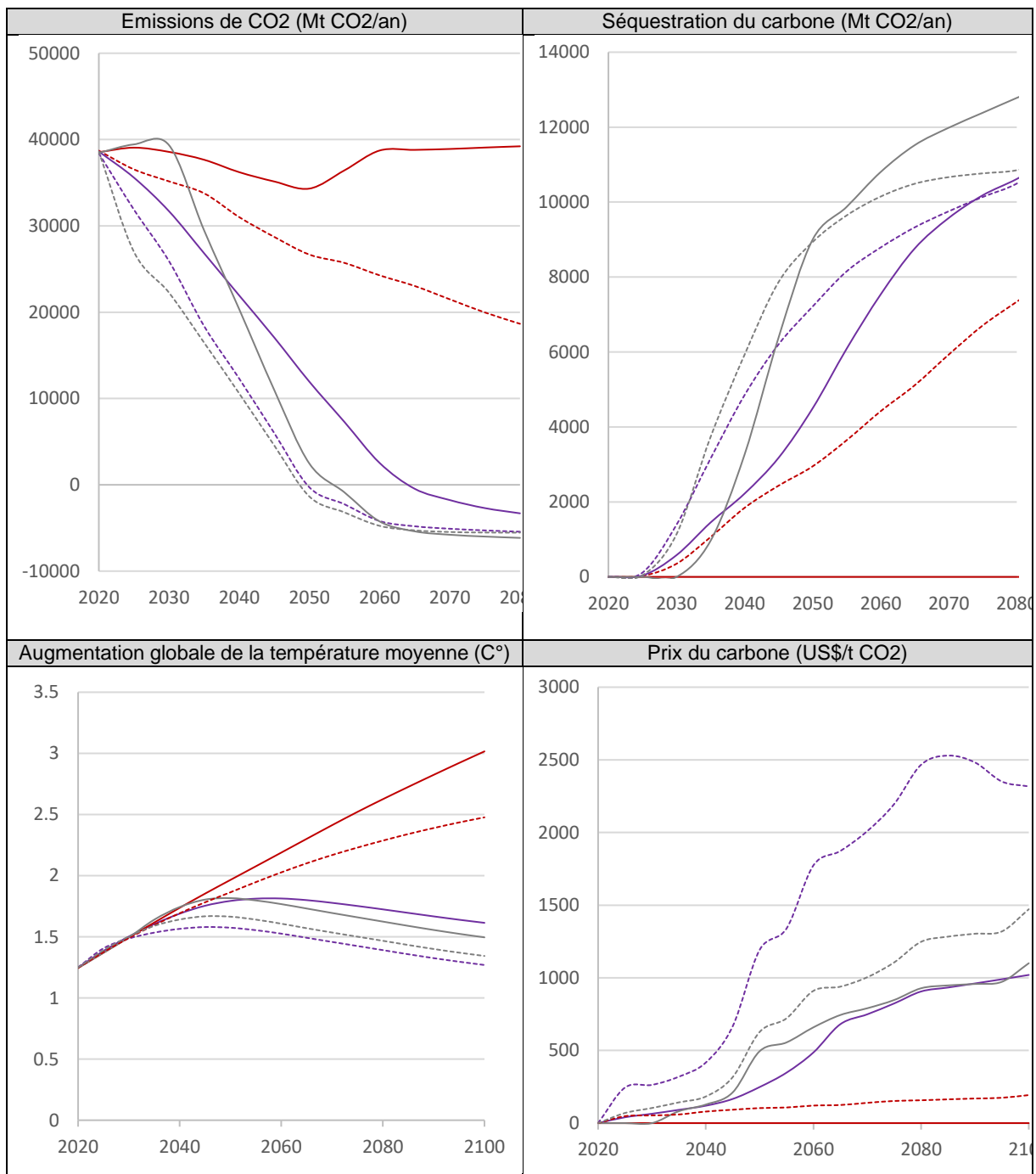
Tableau 8 - Tableau de synthèses des scénarios du NGFS

Scénarios		Hypothèses				Risques	
		Réchauffement climatique	Réaction politiques	Innovations technologiques	Méthodes d'élimination du CO2	Risque de transition	Risques physiques
Ordonné	Net Zéro 2050	1.5°C	Immédiates et progressives	Rapides	Utilisation moyenne	Faible	Faible
	Inférieur à 2°C	1.7°C	Immédiates et progressives	Moyennement rapides	Utilisation moyenne	Faible	Faible
Désordonné	Divergence Net Zéro	1.5°C	Immédiates et brutes	Rapides	Faible utilisation	Fort	Faible
	Transition retardée	1.8°C	Retardées	Variable selon les secteurs	Faible utilisation	Fort	Faible
Monde chaud	NDCs	~ 2.5°C	NDCs	Faibles	Faible utilisation	Faible	Fort
	Politiques actuelles	3°C +	Aucunes	Faibles	Faible utilisation	Faible	Fort

Source - NGFS

Pour chaque scénario, le NGFS fournit l'évolution de plusieurs paramètres jusqu'à 2010 par pas de 5 ans. Les données sont différenciées selon les pays (au total 184 pays sont étudiés). Les graphiques ci-dessous décrivent l'évolution pour les trois grandes familles (ordonnée, désordonnée, monde chaud), de différentes variables à l'échelle mondiale.

Figure 18 - Principaux aspects des scénarios du NGFS



Monde chaud : — Politiques actuelles - - - - NDCs
 Transition ordonnée : — Inférieur à 2 °C - - - - Net Zero 2050
 Transition désordonnée : — Transition retardée - - - - Divergence Net Zéro

Définition

Pour transposer les scénarios en données économiques et climatiques les agences utilisent des modèles d'évaluation intégrée ou IAMs (*Integrated Assessment Models*). Ces modèles ont été initialement conçus pour les décideurs afin d'évaluer les différents compromis et les implications politiques et de répondre à des questions politiques.

Ces modèles tentent de relier les principales caractéristiques sociétales et économiques avec des caractéristiques environnementales dans un modèle unique. De ce fait, ils couvrent plusieurs disciplines universitaires, notamment l'économie et la science du climat et, pour les modèles plus complets, également les systèmes énergétiques, le changement d'affectation des terres, l'agriculture, les infrastructures, les conflits, la gouvernance, la technologie, l'éducation et la santé. Il existe différents types de modèles d'évaluation intégrée que l'on ne détaillera pas ici.

Limites des modèles

Il est nécessaire de préciser que les IAMs ne fournissent pas de prédictions pour l'avenir mais estiment plutôt à quoi ressemblent les scénarios possibles. Ils peuvent donner l'impression de précision et faire croire que les prévisions des modèles ont une sorte de légitimité scientifique. Ce n'est pas le cas, il y a une incertitude élevée des modèles et les résultats obtenus varient beaucoup. Cela doit être pris en compte avant de pouvoir utiliser les scénarios qui en découlent :

- Les modèles utilisés s'étendent souvent à 2050 ou 2100 afin d'évaluer les implications à long terme de diverses stratégies d'atténuation. Cependant, la dynamique à long terme implique une granularité limitée sur des horizons temporels plus courts et une moindre attention portée à la volatilité économique à court terme. Également, plus l'horizon temporel est long, plus l'incertitude des projections du scénario. Par conséquent, le secteur financier peut ne pas avoir une vision complète des risques climatiques auxquels il est confronté en ne considérant que les scénarios à long terme produits par les IAMs.
- Les variables importantes pour la réalisation d'analyses financières (par ex. les prix au comptant des produits de base et la volatilité des variables de prix) ne sont pas l'objet de l'exercice de modélisation. Ces variables, qui vont être utilisées dans le calcul des risques climatiques, sont donc encore plus sujettes à des incertitudes.

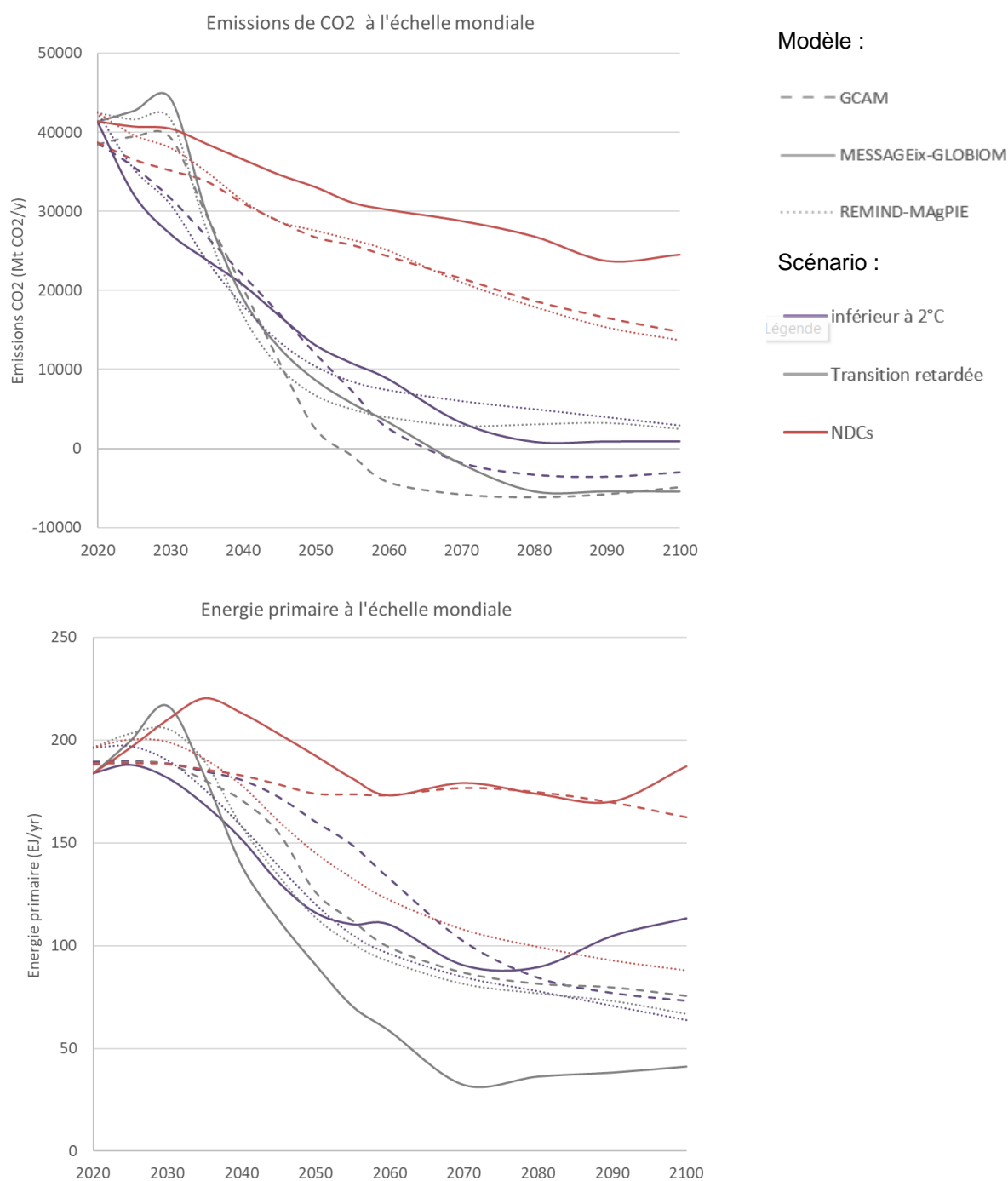
Impact sur des scénarios

Il est donc important de regarder un maximum de modèles et d'être prudent en interprétant les résultats. Pour ce qui est des données relatives aux risques de transition, NGFS en propose trois (qui ont la caractéristique d'être *open source*) :

- REMIND-MAgPIE (PIK) ;
- GCAM (UMD);
- MESSAGEix-GLOBIOM (IIASA).

On peut vérifier sur certaines variables générées que les résultats varient beaucoup entre les modèles.

Figure 19 - Projection des variables « émissions de CO2 » et « énergie primaire » en fonction des modèles.



Au total, tous modèles confondus, ce sont 920 variables différentes qui sont simulées et réparties en 38 grandes catégories détaillées en annexe de ce document. Certaines variables ont été harmonisées entre les modèles pour pouvoir être plus facilement comparées et utilisées.

Synthèse

Après analyse de ces scénarios, on se rend compte de plusieurs points bloquants à l'utilisation de ces scénarios :

- La faible granularité temporelle des données est une limite première. Un pas de 5 ans est envisageable pour une projection aussi longue que celle qui est envisagée. Mais comme il a été souligné, cela limite l'étude de la volatilité économique court terme, et donc du risque de transition court terme, qui selon les scénarios peut être assez important.
- Le nombre de variables économiques projetées est limité. Dans le cadre de l'évaluation du risque de transition sur un portefeuille, les données financières ne sont clairement pas assez complètes.

La prochaine section vise à répondre en partie à ces problèmes.

4.4.5. Le modèle NiGEM

Les scénarios NGFS ont été développés à des fins d'évaluation des risques. Comme il a été souligné les IAMs n'ont pas été conçus pour évaluer les tensions macroéconomiques à court terme. Le NGFS s'est associé à l'institut économique et social de recherche national du Royaume-Uni (National Institute of Economic and Social Research - NIESR).

Lors de la phase II de ces scénarios de référence publiés en juin 2021, le NIESR a ajouté un modèle macroéconomique détaillé pour compléter les résultats de l'IAM et les estimations du risque physique en utilisant NiGEM, son modèle macroéconomique multi-pays.

NiGEM est un modèle macro-économique qui est utilisé pour analyser l'impact de politiques économiques et de chocs externes sur une variété de variables macro-économiques comme le PIB, l'inflation et l'emploi. Il est largement utilisé par les agences gouvernementales, les banques centrales et les organisations internationales pour l'analyse et la prévision des politiques. L'initiative financière du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE FI), s'est notamment associée au NIESR dans le cadre du développement des scénarios de changements climatiques⁴⁷. Dans le cadre de ce mémoire, nous n'étudierons pas la théorie et le fonctionnement du modèle⁴⁸.

Ce modèle a donc été intégré dans le développement des scénarios NGFS. Étant plus complet en termes de variables projetées, il a été utilisé pour enrichir les résultats obtenus. Il est calibré sur les résultats du NGFS à partir de valeurs cibles déterminées en amont (le PIB par exemple). Les chocs et hypothèses sous-jacentes au modèle NiGEM sont modifiées jusqu'à ce que les résultats égalent les résultats des scénarios NGFS.

⁴⁷ <https://www.niesr.ac.uk/wp-content/uploads/2022/05/UNEP-Economic-Impacts-of-Climate-Change.pdf>

⁴⁸ Plus de détails sur le modèle : <https://www.niesr.ac.uk/nigem-macroeconomic-model>

Granularités des données

- Le modèle projette les variables à intervalle 1 an jusqu'à 2050. Cela permet de répondre à la faible granularité des données financières sur un horizon court terme.
- Les 6 scénarios du NGFS sont modélisés en plus d'un 7^{ième} appelé « Baseline » : il projette les 33 variables de base non choquées ;
- Les variables sont projetées à l'échelle de 53 régions + l'échelle mondiale ;
- Le modèle projette **33 variables différentes**⁴⁹ qui sont divisés en 4 catégories :
 - « **Chronic physical** » : représente l'impact du risque physique.
 - « **Transition** » : représente l'impact du risque de transition.
 - « **Combined** » : représente l'impact combiné du risque physique et de transition (ce choc est différent de la somme des deux chocs précédents bien que très proche).
 - « **Combined plus business confidence** » : représente l'impact cumulé ajusté d'une notion de confiance du marché.

A noter que toutes les catégories de choc ne sont pas disponibles pour toutes les variables et toutes les régions, tous les scénarios ou tous les modèles (notamment la catégorie « Combined plus business confidence »).

En revanche, les chocs sont exprimés à l'échelle d'un pays. On peut s'étonner de cela car dans le document méthodologique de l'EIOPA la granularité du modèle était renseignée comme étant par secteur (voir Tableau 4 - Granularité du calcul du risque de transition pour chaque classe d'actifs en fonction de la méthodologie utilisée - EIOPA). Nous n'avons pas trouvé d'explication à cela. Il serait intéressant, par la suite, de pouvoir affiner la granularité des scénarios (secteur d'activité notamment).

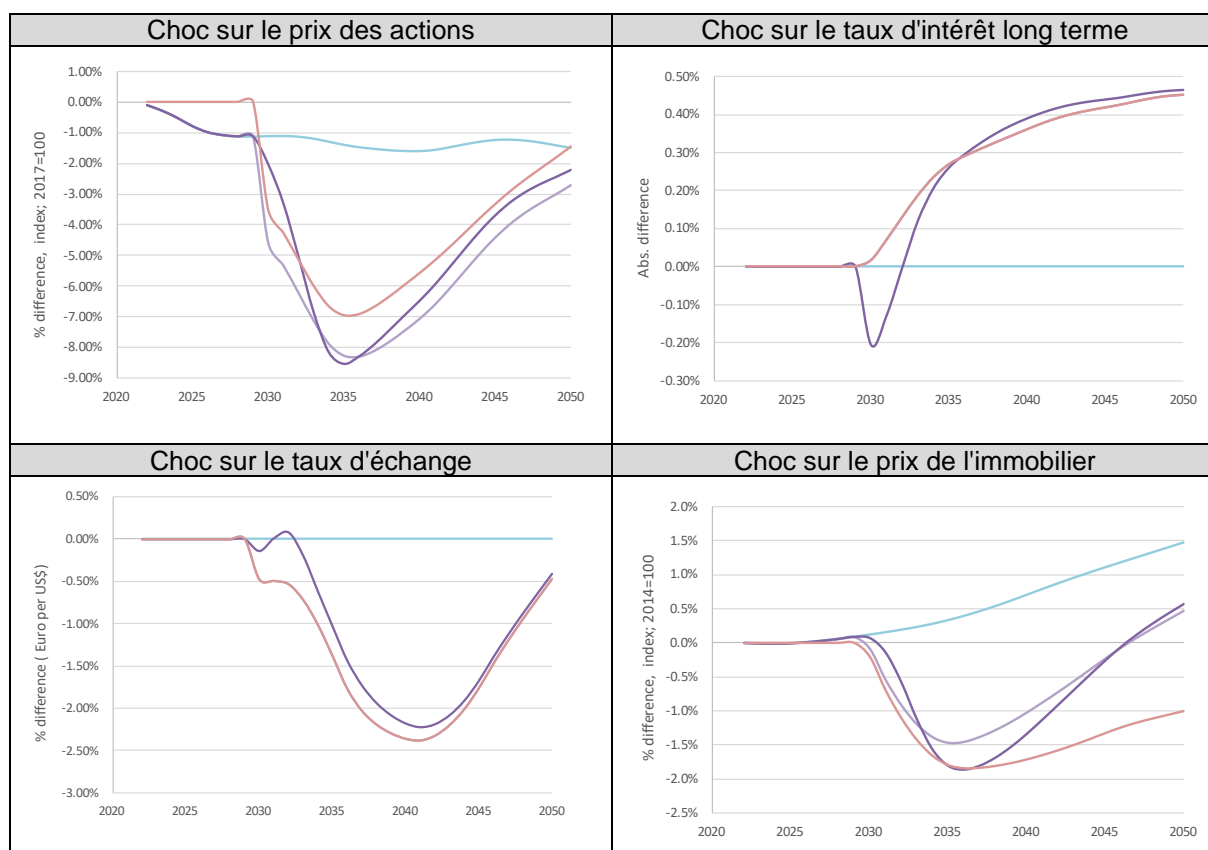
Etude des données

Parmi toutes les variables, certaines peuvent être intéressantes dans le cadre de cette étude :

- Choc sur le prix des actions ;
- Choc sur le taux de change ;
- Choc sur le taux d'intérêt long terme : le taux d'intérêt long terme correspond aux taux rendement des obligations d'État à horizon 10 ans ;
- Choc sur le prix de l'immobilier.

⁴⁹ Détails des 32 variables en annexe.

Figure 20 - Projection de plusieurs chocs du modèle NiGEM (Transition retardée – région France – basé sur le modèle GCAM du NGFS)



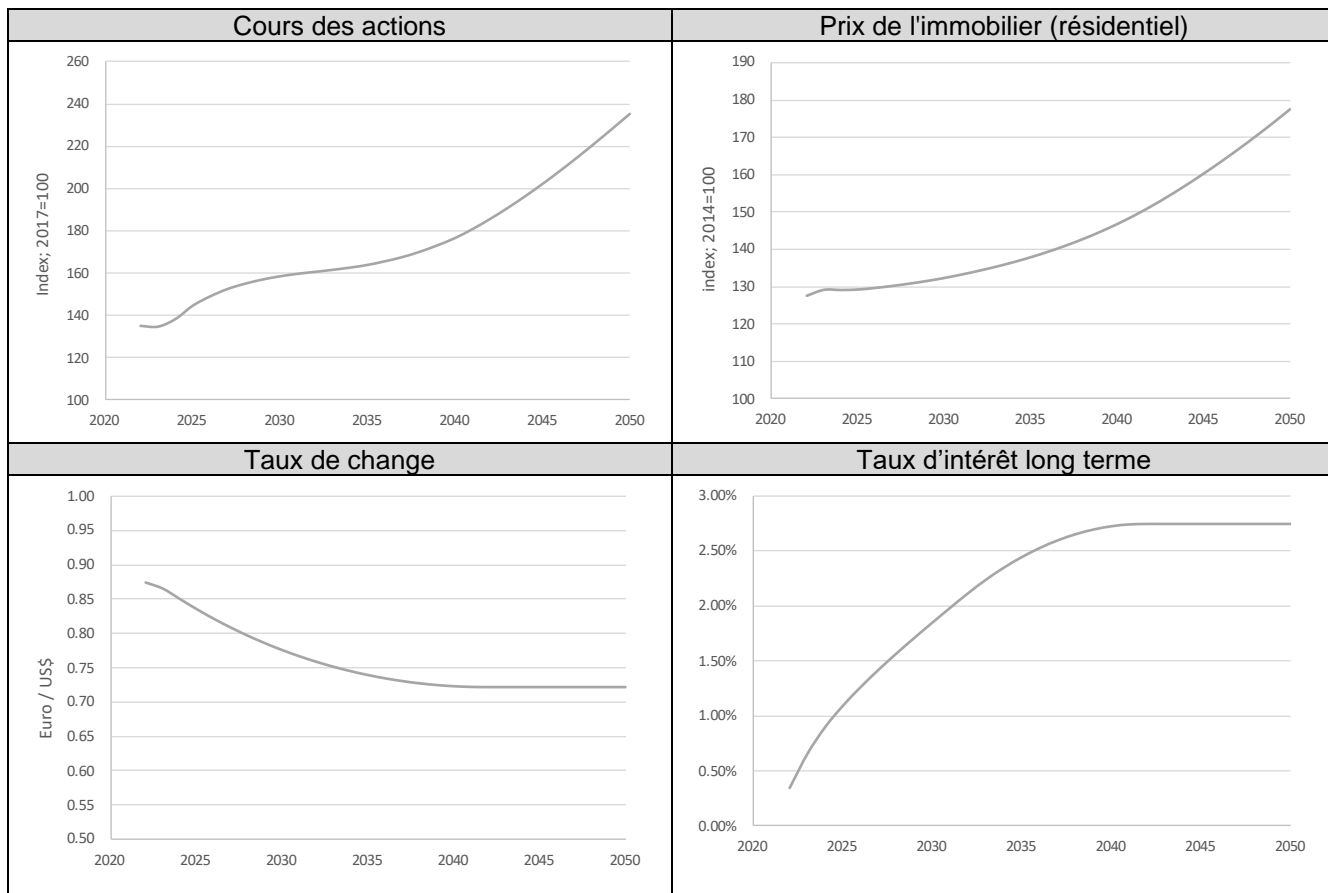
— Transition — Chronic physical — Combined — Combined plus business confidence

Remarques :

- Dans le scénario de transition retardé qui est présenté dans la figure ci-dessus on remarque bien que le choc de transition apparaît à partir de 2030. Le choc physique apparaît lui avant (notamment sur le prix des actions).
- Le choc combiné est très proche de la somme des chocs physique et de transition. Dans le cas où il n'y a pas de choc physique (variables taux de change et taux d'intérêt long terme), le choc combiné est égal au choc de transition.
- Dans l'exemple présent, l'ajout de la confiance du marché sur le risque combiné a tendance à retarder un peu le choc et à le rendre plus important.

Ces chocs sont donc exprimés pour tous les scénarios du NGFS relativement à un scénario de base nommé « Baseline » qui projette les variables brutes sans choc. La projection de base sans choc est identique pour tous les IAMs.

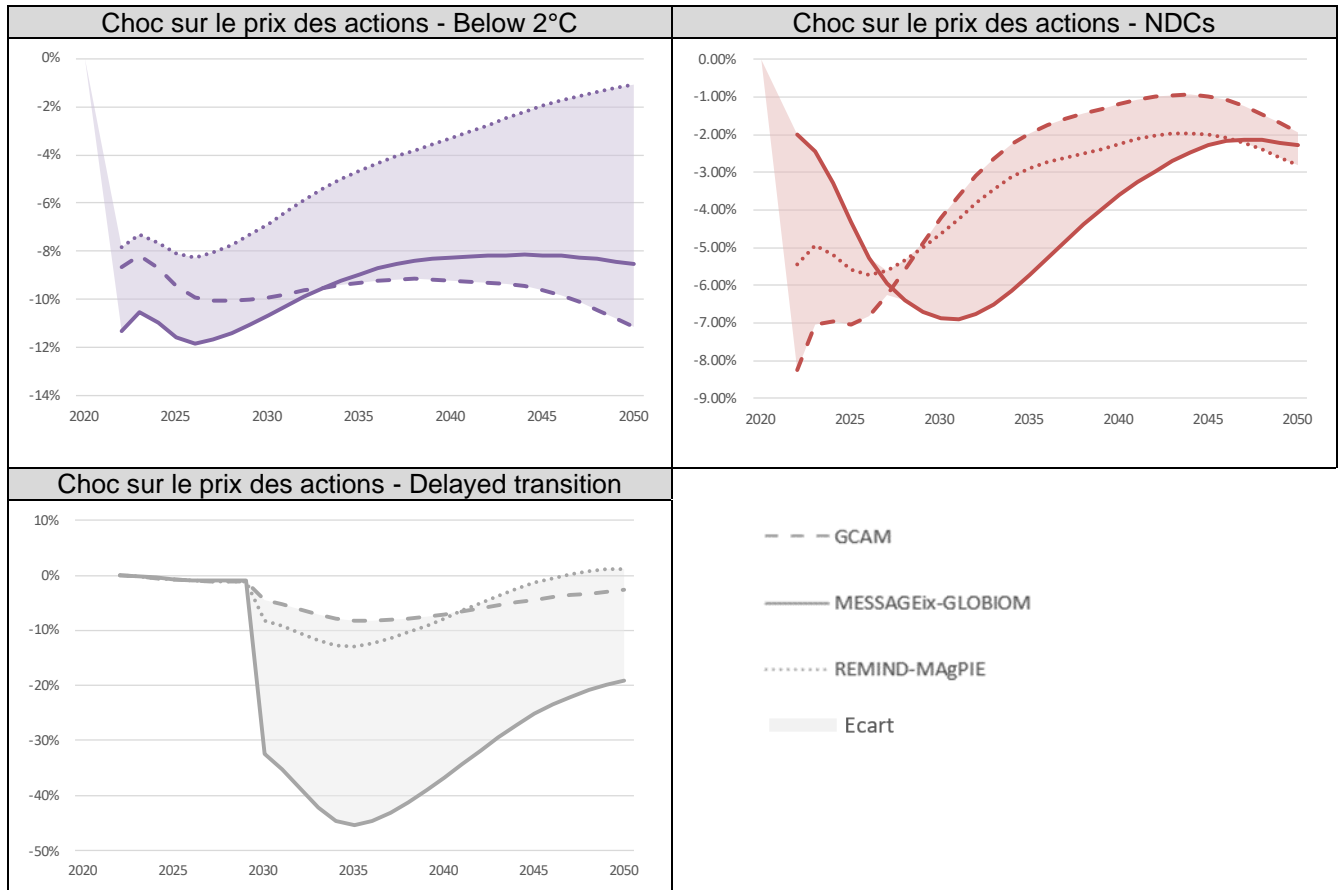
Figure 21 - Evolution des variables – scénario de base – région France



Écarts induit par les modèles

Avec 6 scénarios, 3 IAMs et 4 chocs différents, cela représente possiblement 72 projections possibles à étudier pour un choc, ce qui est très important (sans compter la notion de région).

Figure 22 - Chocs sur le prix des actions en fonction des modèles – région France



On remarque que les écarts de chocs peuvent être très significatifs en fonction du modèle avec lequel les résultats ont été calibrés. L'exemple le plus notable est le scénario de transition retardée où on observe un écart de 37% entre les modèles GCAM et MESSAGEix.

Echelle géographique

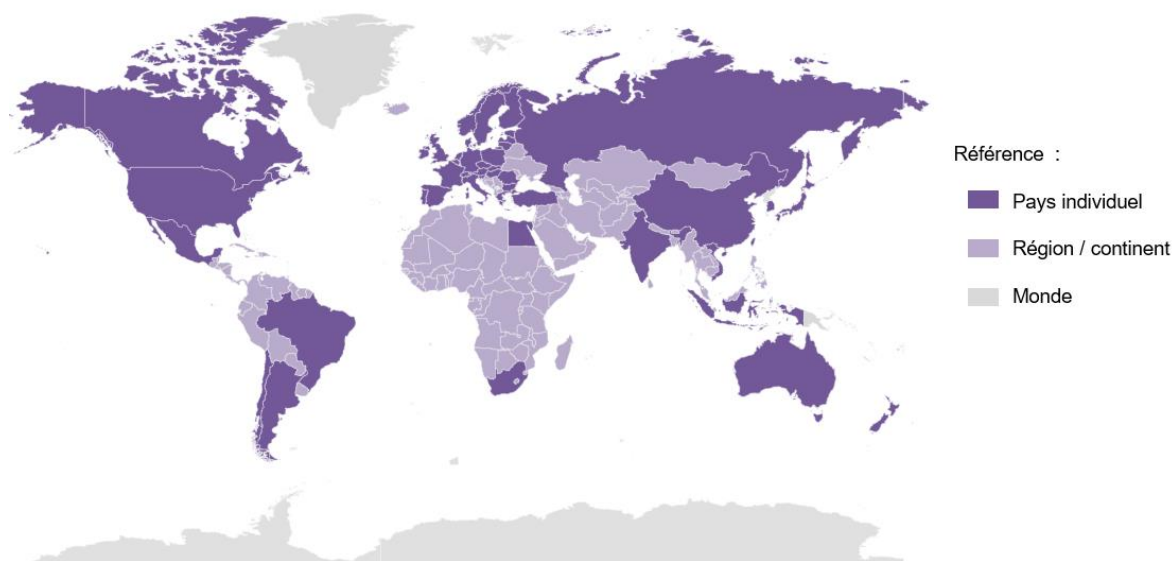
La variabilité des données en fonction des régions est une autre composante intéressante à étudier. Cela permettra d'avoir une idée des régions qui seront les plus impactées aux risques climatiques.

Les régions disponibles, avec le nombre de variables projetés, sont les suivantes :

- 6 regroupements de pays : Monde, Afrique, Asie, Europe en développement, Europe et Amérique latine ;
- 48 pays individuels.

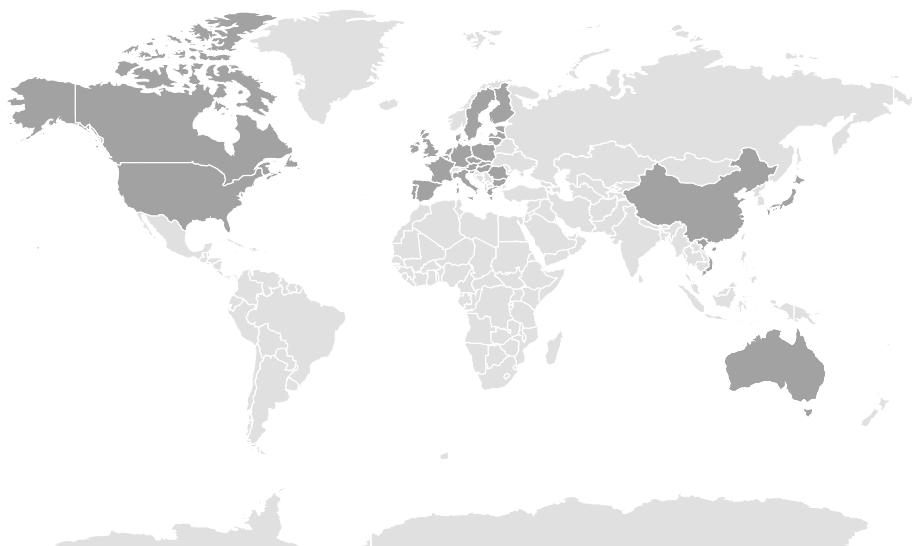
Les projections des régions/continents sont utilisées pour les pays qui ne sont pas projetés individuellement.

Figure 23 - Référence géographique modélisée par le NiGEM pour tous les pays



En revanche, en fonction des pays et des régions, toutes les variables ne sont pas projetées. C'est le cas du choc sur le prix des actions qui n'est modélisé que pour 30 pays et aucune région. Les pays sont représentés dans la figure ci-dessous.

Figure 24 - Pays modélisés pour le choc sur le prix des actions – NiGEM

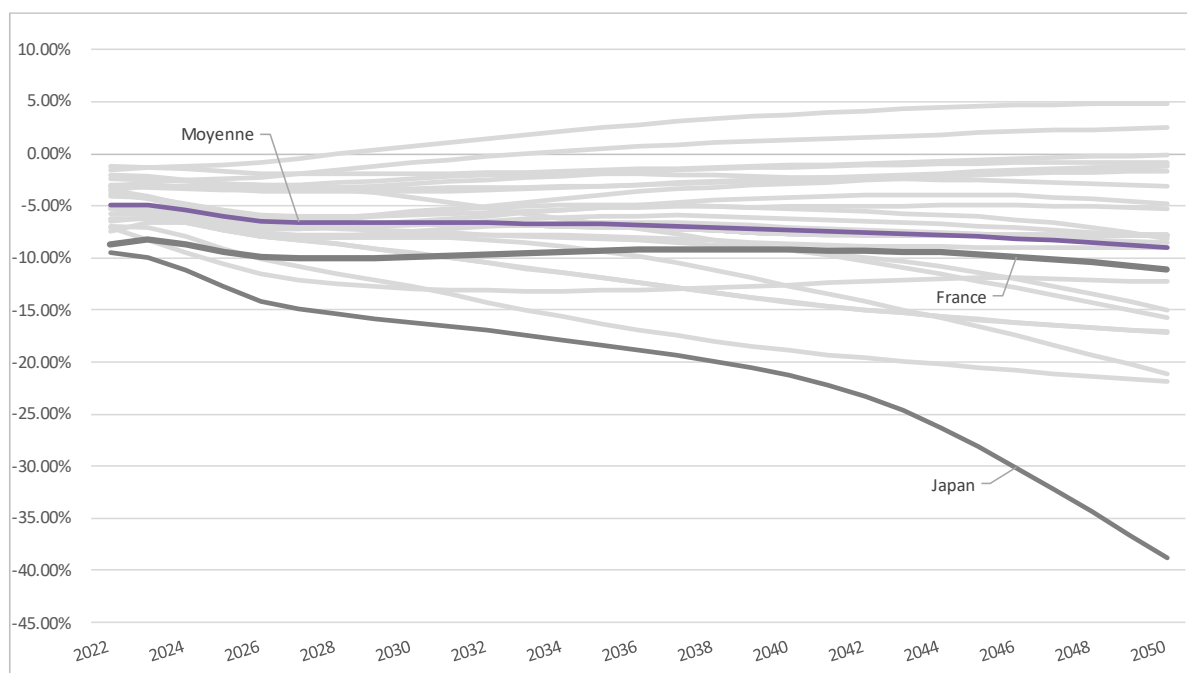


Il faut choisir un choc de référence à utiliser pour tous les autres pays. On peut identifier trois options :

1. On attribue un pays équivalent aux pays qui ne sont pas modélisés.
 - Par exemple pour la Norvège, on peut utiliser le même choc que la Suède en raison de leur proximité géographique et économique.
 - Mais il peut être délicat de trouver un équivalent, notamment les pays d'Afrique et d'Amérique du Sud car aucun pays proche n'est modélisé.
2. On utilise comme référence un choc moyen. On réalise pour cela la moyenne des courbes choquées par scénario. Cette méthode a l'avantage de la simplicité.
3. On peut aussi utiliser comme référence le choc le plus important.
 - Cette notion peut être assez complexe à déterminer. Dans le cas où les courbes se croisent, il est compliqué de classer les courbes entre elles.
 - Le pays avec le choc le plus important peut varier en fonction des scénarios.
 - Cette méthode pénalise les pays qui n'ont pas été projetés par le modèle. Mais ce sont les pays les moins développés qui ne sont pas modélisés. En comparant avec la cartographie des pays par la matrice ND-GAIN, on peut estimer que les pays non modélisés sont majoritairement des pays plus vulnérables.

Dans tous les cas, cela n'impactera que très peu les résultats étant donné qu'il est peu probable qu'une partie significative du portefeuille soit émis par des pays non modélisés.

Figure 25 - Répartition des chocs action par pays – Scénario « inférieur à 2°C »



On peut vérifier dans le graphique ci-dessus la grande hétérogénéité des résultats en fonction des pays. A noter que la France a le choc action le plus important de tous les pays du continent européen (indépendamment du scénario et du modèle utilisé).

4.5. Ajustement des chocs climatiques

Les données fournies par le NGFS et le NiGEM donnent un certain nombre de variables utiles mais qui doivent être complétées. Le point important est que les chocs sont exprimés à l'échelle d'un pays. Or, la transition vers une économie à faibles émissions de carbone affectera probablement plus les industries qui émettent beaucoup de CO₂ que celles qui en émettent peu.

On cherche donc dans cette partie à améliorer la granularité des scénarios en ajustant les chocs en fonction des secteurs d'activités. Cette partie présente des différentes pistes pour ajuster les chocs en fonction du secteur d'activité.

4.5.1. *Modèle sectoriel statique d'équilibre générale*

La Banque de France et l'ACPR, pour mettre au point le stress test climatique, se sont également basées sur les résultats du modèle NiGEM. Comme ce dernier ne produit que des résultats économiques agrégés, le modèle a été couplé à un modèle sectoriel statique d'équilibre général développé par la Banque de France, qui est conçu pour propager un choc fiscal et/ou un choc de productivité au niveau des secteurs d'activités.

La BdF a publié un document relatif à cette méthodologie qui propose un cadre analytique pour quantifier les impacts de scénarios de transition et de politiques climatiques sur les variables économiques et financières nécessaires à l'évaluation des risques financiers ⁵⁰.

Le développement d'un modèle économique n'a pas été étudié plus en détail. Cette option est complexe et coûteuse à mettre en place. Mise à part pour de grands groupes, cela ne correspond pas au principe de proportionnalité.

Il est possible, en revanche, de réutiliser les résultats de l'exercice pilote de l'ACPR pour réaliser un stress test. Cette approche est de loin la plus simple. Les résultats fournis sont robustes et fournis directement par l'ACPR. En revanche, seuls trois des six scénarios ont été traités. Cette option n'a pas été retenue car ce n'est pas l'objectif de l'étude. On cherche à mettre en place une méthodologie d'ORSA climatique qui pourra être mis à jour tous les ans.

4.5.2. *Score de transition faible carbone*

Une méthodologie a été proposée dans un document conjoint entre le programme environnemental d'initiative financier des Nations Unies et le NIESR⁵¹. Une étude de cas illustre une approche permettant de calculer des chocs de prix instantanés pour les titres actions et les fonds communs de placement en actions en se basant sur les scénarios du NGFS et sur le *Low Carbon Transition* (LCT) ou score de transition faible carbone fournis par MSCI⁵². Ce score a plusieurs particularités qui le rendent intéressant dans le cadre de cette approche :

- Il mesure l'exposition des entreprises aux risques et opportunités liés à la transition vers une économie à faible émission de carbone ;
- Il est indépendant du secteur et représente une évaluation absolue de la position d'une entreprise vis-à-vis de la transition ;
- Il est compris entre 0 et 10 et les entreprises dont le score LCT est le plus élevé sont plus alignées sur la transition vers une économie à faible émission de carbone que les entreprises ayant un score plus faible ;
- En particulier, les entreprises dont le score LCT est égal ou supérieur à 7 sont classées comme "solutions" et devraient donc bénéficier d'une transition à faible émission de carbone.

⁵⁰ <https://publications.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/wp774.pdf>

⁵¹ <https://www.niesr.ac.uk/wp-content/uploads/2022/05/UNEP-Economic-Impacts-of-Climate-Change.pdf>

⁵²

https://www.msci.com/eqb/methodology/meth_docs/MSCI_Climate_Change_Indexes_Methodology_May2021.pdf

Calibrage du score LCT au choc de prix

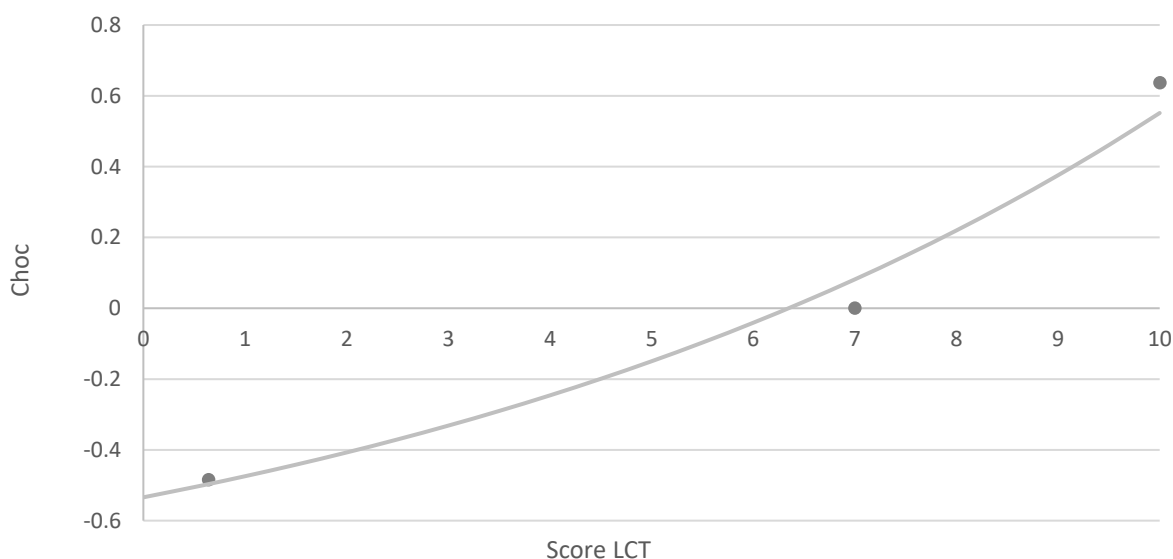
Le score LCT est calibré à un choc de prix en ciblant les chocs relatifs sur la période 2030 à 2035 du scénario de transition désordonnée de NGFS. L'idée est de construire une fonction autour de trois points :

1. Le score LCT le plus faible disponible est 0.64 et correspond à un émetteur de la sous-industrie "charbon et combustibles consommables". Ce score est associé à un choc égal à la variation relative de la production d'énergie primaire pour le charbon.
2. Le score LCT le plus élevé qui caractérise de nombreuses entreprises de la sous-industrie "électricité renouvelable", est associé à un choc égal à la variation relative de la production d'énergie primaire pour les énergies renouvelables non issues de la biomasse.
3. Le score LCT de 7 (borne inférieure de la catégorie « solution » du score) est associé à un choc de 0%.

Variabes NGFS	2030	2035	Choc
Energie primaire Charbon	1.000	0.516	- 48.4%
Energie primaire Energies renouvelables non issues de la biomasse	1.000	1.637	+ 63.7%

A partir de ces trois points, on réalise une extrapolation exponentielle :

$$Choc = 0.4659 \cdot \exp(0.1203 \cdot Score_{LCT}) - 1$$



Les chocs de base au niveau des entreprises sont calculés en appliquant la fonction au score MSCI LCT de chaque émetteur. Des scores moyens pondérés sont calculés pour chaque industrie à partir d'une classification. Les chocs de référence au niveau de l'industrie sont ensuite calculés en appliquant la fonction aux scores LCT moyens de l'industrie.

En revanche, il n'a pas été possible de récupérer ce score LCT. L'équipe et l'entreprise ne disposent pas de licence permettant d'y avoir accès. Le seul score similaire à disposition est le score ESG fourni par la plateforme Refinitiv EIKON®. Le problème est que ce score ne dispose pas des mêmes caractéristiques que son homologue de chez MSCI. Comme présenté dans la section 4.3.1, le score ESG qui dépend du secteur d'activité de l'entreprise, se base sur une méthode de score par rang. Il n'est en effet pas possible de comparer les scores entre des entreprises de secteurs différents comme cela a été montré. Pour reprendre l'exemple cité, Total Energies qui est noté A+ (0.91) sur le pilier environnemental alors que la société NEOEN, producteur français d'énergies exclusivement renouvelables (spécialisé dans l'éolien, le solaire et le stockage d'énergie) est noté D+ (0.19).

4.5.3. Synthèse

L'objectif de cette section était de trouver des solutions pour pallier le manque de granularité des scénarios. En dépit de longues recherches sur le sujet, ce mémoire n'a pas réussi à développer une méthode pour répondre à la problématique.

A posteriori, d'autres approches auraient pu être privilégiées comme notamment le modèle CLIMAFIN. Ce dernier modélise la sensibilité au carbone des secteurs économiques, mais aussi la sensibilité au carbone des économies nationales et des finances publiques et permet d'évaluer l'impact des scénarios de transition sur les obligations d'État. Il a été développé à partir de l'approche de Battiston, Mandel et Monasterolo (2019)⁵³. Cette étude introduit la notion de "spread climatique" qui aurait été très intéressante dans le cadre de cette étude.

Ne pas pouvoir affiner les scénarios et ajuster le choc par secteur d'activité présente une limite de ce mémoire. La seule possibilité est d'appliquer un choc unique pour tous les mêmes titres d'un pays. Cela présente un décalage avec la partie précédente qui visait à identifier les actifs les plus sensibles aux risques climatiques (notamment par l'identification des secteurs d'activité).

4.6. Projections du portefeuille

4.6.1. Modalités de projection

Horizon temporel

L'EIOPA préconise pour un premier exercice un horizon de projection moyen-long terme de 15-30 ans. Au vu des données qui ont été récupérées jusqu'à présent, il est possible de projeter les risques jusqu'à 2050 (limite de projection des variables du modèle NiGEM). On pourra donc étudier dans notre cas le portefeuille financier sur un horizon de 28 ans (de 2022 à 2050).

Type de projection

La projection peut se faire différemment selon que le bilan est statique/dynamique avec des fréquences de calculs différentes. Dans son stress-test climatique, l'ACPR avait défini les deux types de projection :

- Dans le cadre d'un bilan fixe, le bilan est évalué sans tenir compte des décisions de gestion mais il évolue cependant en fonction de la valeur de marché des actifs, des nouveaux contrats ou autre. Cette hypothèse implique que les instruments arrivant à échéance sur cette période sont renouvelés selon les mêmes caractéristiques (taux de coupon, profil de risque, devise).
- Dans le cadre d'un bilan dynamique il est possible d'ajuster les stratégies d'investissements et de gestion des risques en fonction des scénarios de risque de transition retenus. Les ajustements peuvent se faire sur la réallocation des actifs (par secteur, classe d'actifs, etc.), le réajustement des cessions de réassurance et franchise ou une réallocation de l'activité (par zone géographique ou par branche d'activité). En revanche, toute partie du bilan non-impactée par les scénarios devra être projetée de façon à garder constante l'allocation de l'activité au sein des entités ; seule l'inflation impactera le niveau de ces postes.

Les différentes approches ont chacune des avantages et des inconvénients analysés par l'EIOPA dans son document méthodologique et présenté dans le Tableau 9 ci-dessous.

Il a été fait le choix ici de projeter le bilan de manière fixe. On conserve la structure du portefeuille dans le temps. L'objectif est d'évaluer l'impact du dérèglement potentiel compte tenu de la gestion actuelle. Dans le cadre d'une première approche, cela a plus de sens pour permettre de mieux comprendre les risques.

⁵³ Battiston S., Mandel A., Monasterolo I. (2019): CLIMAFIN handbook: pricing forward-looking climate risks under uncertainty". Working Paper, Climate Finance Alpha.

Tableau 9 - Analyse de différentes approches de projection de bilan - EIOPA

Fréquence du calcul	Bilan	Résultat	Avantage	Inconvénient
En fin d'horizon de modélisation uniquement	Fixe	Chocs instantanés sur le bilan à la date de référence, pas d'actions de gestion réactive autorisées.	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement facile à mettre en œuvre ; • Amélioration de la comparabilité ; • Permet d'évaluer l'impact potentiel compte tenu du bilan actuel. 	Aucune gestion réactive envisagée qui pourrait surestimer l'impact.
	Dynamique	Chocs instantanés sur le bilan avec des actions de gestion autorisées.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion réactive plus réaliste, notamment sur le long terme. • Permet d'évaluer l'impact de la gestion. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduit la comparabilité car les actions de gestion réactives peuvent varier et être difficiles à valider ; • Impact des actions difficile à évaluer selon l'horizon temporel.
A intervalles intermittents (1 an ou 5 ans)	Fixe	Chocs instantanés sur le bilan à la date de référence pour des intervalles spécifiques, pas d'actions de gestion réactive autorisées.	<ul style="list-style-type: none"> • Complexité moyenne ; • Permet d'évaluer l'impact sur le bilan actuel dans le temps. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune gestion réactive envisagée, ce qui pourrait surestimer l'impact ; • Ajoute un scénario supplémentaire et une charge de calcul par rapport à l'impact de fin de période.
	Dynamique	Chocs sur le bilan à la date de référence pour des intervalles spécifiques, avec des actions de gestion réactives autorisées à chaque intervalle (par exemple, choc T=10 par rapport au bilan à T=5)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion réactive à chaque intervalle plus réaliste ; • Permet d'évaluer les actions de gestion réactive et les réponses. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hautement complexe à la fois en termes de scénario et de charge de calcul ; • Comparabilité réduite car résultats difficiles à valider.

Source : EIOPA - Principes méthodologiques des tests de résistance des assurances - composante du changement climatique⁵⁴

⁵⁴ https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/financial_stability/insurance_stress_test/methodological_principles_of_insurance_stress_testing_-_climate_change_component.pdf

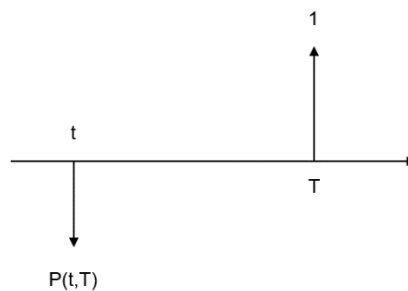
4.6.2. Courbe de taux zéro coupon

La valorisation de la plupart des instruments financiers nécessite l'utilisation d'une courbe de taux pour actualiser la valeur des flux qu'ils génèrent jusqu'à leur date d'échéances. A cette fin, les taux d'actualisation utilisés sont les taux zéro-coupon.

Définitions et notations

Le prix zéro-coupon (prix ZC) est le prix d'une obligation ne versant pas de flux intermédiaires. La valeur faciale (ou nominal) de l'obligation est $N = 1$. Il représente donc, à la date t actuelle, la valeur d'une unité monétaire de l'instant futur T . On le note $P(t, T)$.

Figure 26 - Illustration d'un zéro-coupon



A partir de ce prix zéro-coupon, on définit un taux zéro-coupon (ou taux ZC), noté $R(t, T)$, défini comme le taux de rendement actuariel d'une obligation zéro coupon de maturité T , acquise en t . En temps discret, on le détermine de la manière suivante :

$$\forall t < T \in \mathbb{R}^+, \quad R(t, T) = P(t, T)^{-\frac{1}{T-t}}$$

La structure par termes des taux, également appelée la courbe des taux, est la fonction qui donne les différents taux de la date t en fonction de leur maturité.

Génération des courbes de taux ZC à partir des scénarios

Aucune courbe de taux d'intérêt n'est fournie dans les données du NGFS et du NiGEM. On dispose seulement de la projection du taux d'intérêt long terme, qui correspond au taux de rendement des obligations d'État à horizon 10 ans.

A défaut, on propose une autre approche plus simple : déformer une courbe ZC actuelle de la même manière que le taux 10 ans moyen des d'états des pays du G7.

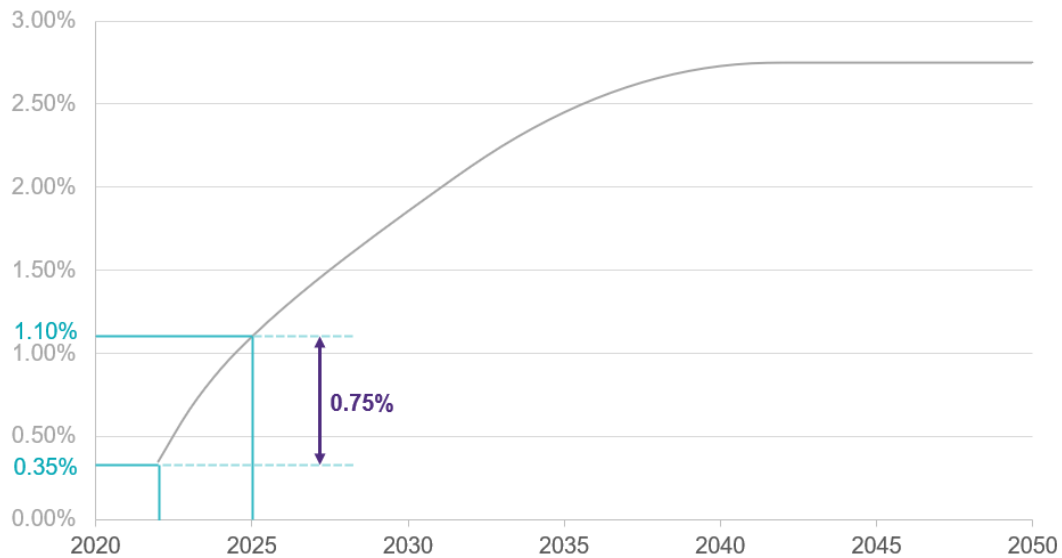
- Cela se justifie car la courbe des taux d'emprunt d'état, construite à partir des obligations émises, constitue la courbe des taux sans risque dans les pays du G7 car on suppose que ces taux ne présentent pas de risque de défaut. Ainsi déformer la courbe des taux zéro coupons de la même manière que la courbe des taux d'emprunt d'état est cohérente. D'autant que les pays du G7 sont considérés comme très bien préparés au changement climatique d'après la classification ND-Gain.
- C'est une hypothèse forte qui est faite car les taux n'évoluent pas de la même façon. Les évolutions des taux à court et long terme ne sont pas parfaitement corrélées, les taux courts sont plus volatils que les taux longs. En règle générale, la volatilité évolue dans le sens inverse des maturités des taux.

La courbe de référence utilisée sera la courbe EIOPA (avec VA) au 31/12/2022.

Exemple :

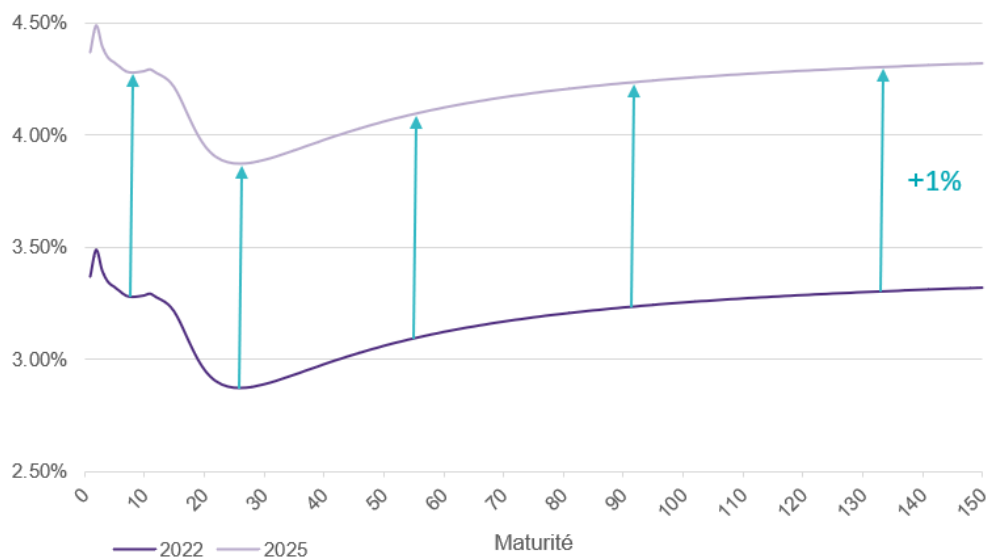
- On va générer la courbes ZC à horizon 2025 pour le scénario « Below 2°C » en prenant le choc du pays « France » ;
- Les chocs fournis sont exprimés en différence absolue. Le choc à horizon 2025 du scénario retenu est de 0.25% ;
- On prend également en compte l'évolution du taux définit par le scénario « Baseline ».

Figure 27 - Evolution du taux d'intérêt long terme du scénario de base



- On applique une hausse totale de 1% à toutes les maturités de la courbe EIOPA pour obtenir la courbe ZC de 2030.

Figure 28 - Déformation de la courbe EIOPA (31/12/2022) pour le scénario « Below 2°C »



On note que cette approche induit un environnement de taux très élevés. Les déformations de quelques courbes sont présentées en annexe pour les différents scénarios.

4.6.3. Politique de réinvestissement

Pour projeter le portefeuille, il faut définir une politique de placement. Il s'agit de décrire les modalités selon lesquelles on va investir au cours du temps les montants perçus. Cela tient compte des objectifs de rendement et de risque, tout en tenant compte des contraintes telles que les besoins de liquidité, ...

Dans le cadre d'une projection fixe, on garde la politique de placement actuelle constante dans le temps :

- Le portefeuille d'action et immobilier reste inchangé, on conserve tous les titres détenus dans le temps.
- Pour le portefeuille obligataire, chaque euro perçu (tombé de coupon ou de nominal) est réinvesti selon les modalités de la politique de placement actuelle. Pour définir cette politique, on étudie la répartition du portefeuille actuelle en fonction des variables :
 - Code CIC ⁵⁵ ;
 - CQS ⁵⁶.

Ce sont les deux composantes exhaustives que l'on utilise pour réaliser les calculs du SCR de marché. Le titre précis en tant que tel n'est pas important. Les chocs sont différenciés par pays et on garde bien l'information dans le code CIC. Idéalement, si un ajustement du choc climatique avait pu être défini en fonction des secteurs d'activités, il aurait fallu rajouter cette composante dans l'étude de la répartition.

- Pour chaque combinaison présente dans le portefeuille, on calcule la durée moyenne des titres. Les obligations seront réinvesties à cette maturité.
- Le taux facial, auquel les obligations seront réinvesties, est déterminé à l'aide de la courbe ZC et de la maturité des obligations.

Exemple

- Considérons le portefeuille fictif suivant au 31/12/2022 :

Libellé	Emetteur	Code CIC	Code CQS	Nominal	Taux Facial	Date Maturité	Fréquence Coupon
ObligSouv_1	Etat Allemand	DE11	0	2500	1%	31/12/2029	Annuel
ObligSouv_2	Etat Français	FR11	1	500	2%	31/12/2025	Annuel
ObligSouv_3	Etat Français	FR11	1	2500	3%	31/12/2027	Annuel
Oblig_1	EntrepriseFrançaise_1	FR21	2	3750	3%	31/12/2023	Annuel
Oblig_2	EntrepriseFrançaise_2	FR21	2	250	3%	31/12/2024	Annuel
Oblig_3	EntrepriseFrançaise_3	FR21	5	500	4%	31/12/2029	Annuel

- On en déduit la politique de placement actuelle du portefeuille :

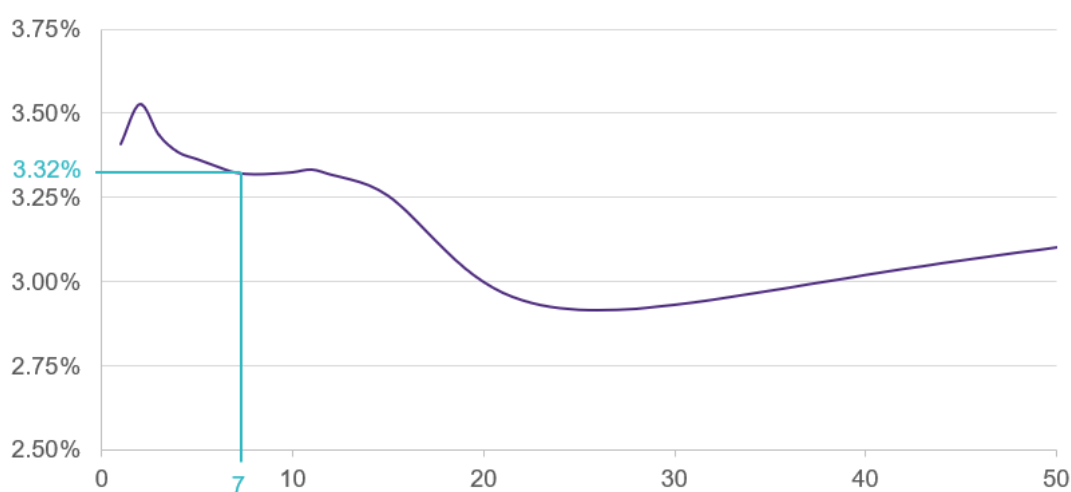
CIC	CQS	Allocation Cible	Duration moyenne
DE11	0	25%	7.0
FR11	1	30%	4.0
FR21	2	4%	1.5
FR21	5	5%	7

⁵⁵ Le code CIC renseigne l'information du pays et du type de titre selon une nomenclature spécifique.

⁵⁶ CQS : Echelon de qualité de crédit des placements ou *Credit Quality Step* en anglais. C'est un système de notation harmonisé défini par l'article 109 bis, paragraphe 1, de la directive 2009/138/C. Il va de l'échelon 0 à l'échelon 6 (l'échelon 7 étant parfois réservé aux actifs non notés) et ne s'applique qu'aux obligations souveraines, aux obligations d'entreprises, aux titres structurés et aux titres garantis.

- Les premiers euros sont perçus au 31/12/2023 :
 - Une obligation arrive à échéance (*Oblig_1*) d'un nominal de 3750€ ;
 - Des tombés de coupon d'un montant total de 250€.
- Au vu de politique de placement, 25% de ces 4000€, soit 1000€, seront investi dans une nouvelle obligation fictive que l'on va appeler « *ObligFictive_1* » :
 - Avec un code CIC « DE11 » et un code CQS « 0 » ;
 - Emise au 31/12/2023 avec une maturité de 7 ans (soit une date de maturité au 31/12/2030) ;
 - Avec un taux facial de 3.32%, déterminé à partir de la courbe ZC projetée au 31/12/2023 et de la maturité de l'obligation ;
 - Par construction, le prix d'émission du titre sera égal à 100% du nominal car nous avons retenu un taux facial égale au taux actuariel.

Figure 29 - Détermination du taux facial d'une obligation



- Le montant total va être réinvesti en créant les titres fictifs suivants :

Libellé	CIC	CQS	Nominal	Taux Facial	Date Maturité	Fréquence Coupon
ObligFictive_1	DE11	0	1 000	3.32%	31/12/2030	Annuel
ObligFictive_2	FR11	1	1 400	3.38%	31/12/2027	Annuel
ObligFictive_3	FR21	2	600	3.47%	30/06/2025	Annuel
ObligFictive_4	FR21	5	400	3.32%	31/12/2030	Annuel

- Le portefeuille projeté au 01/01/2024 sera donc le suivant :

Libellé	Emetteur	CIC	CQS	Nominal	Taux Facial	Date Maturité	Fréquence Coupon
ObligSouv_1	Etat Allemand	DE11	0	2500	0.00%	31/12/2029	Annuel
ObligSouv_2	Etat Français	FR11	1	500	0.00%	31/12/2025	Annuel
ObligSouv_3	Etat Français	FR11	1	2500	3.00%	31/12/2027	Annuel
Oblig_2	EntrepriseFrançaise_2	FR21	5	500	2.00%	31/12/2024	Annuel
Oblig_3	EntrepriseFrançaise_3	FR21	5	500	2.00%	31/12/2029	Annuel
ObligFictive_1		DE11	0	1 000	3.32%	31/12/2030	Annuel
ObligFictive_2		FR11	1	1 400	3.38%	31/12/2027	Annuel
ObligFictive_3		FR21	2	600	3.47%	30/06/2025	Annuel
ObligFictive_4		FR21	5	400	3.32%	31/12/2030	Annuel

4.6.4. Projection de la valeur d'une obligation à un instant t

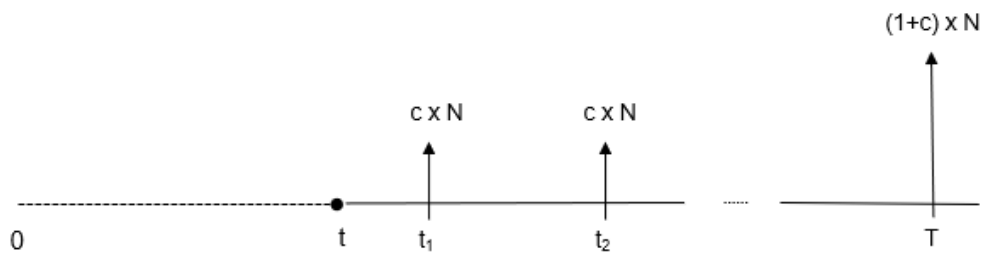
A chaque pas de temps, on veut évaluer la valeur comptable et la valeur de marché des obligations.

Valeur de marché

La valeur de marché d'une obligation à taux fixe à un instant quelconque dépend de deux facteurs :

- Le niveau des taux obligataires prélevant sur le marché à cet instant ;
- L'appréciation par le marché du risque de défaut de l'émetteur.

La valeur boursière à la date t , noté VM_t , d'une obligation est égale à la valeur actualisée de la séquence de flux restant composé des coupons et du nominal. On note N le nominal, c le taux de coupon et T la maturité de l'obligation.



A une date d'évaluation t on a donc :

$$VM_t = N \times \left(\frac{c}{(1 + R'(t, t_1))^{(t_1-t)}} + \frac{c}{(1 + R'(t, t_2))^{(t_2-t)}} + \dots + \frac{(1 + c)}{(1 + R'(t, T))^{(T-t)}} \right)$$

Le taux de rentabilité actuariel $R'(t, t_1)$ correspond au taux ZC à la date t pour une maturité de $(t_1 - t)$, qui est majoré du spread de l'émetteur. La valeur de l'obligation est donc une fonction décroissante du taux sans risque et du spread.

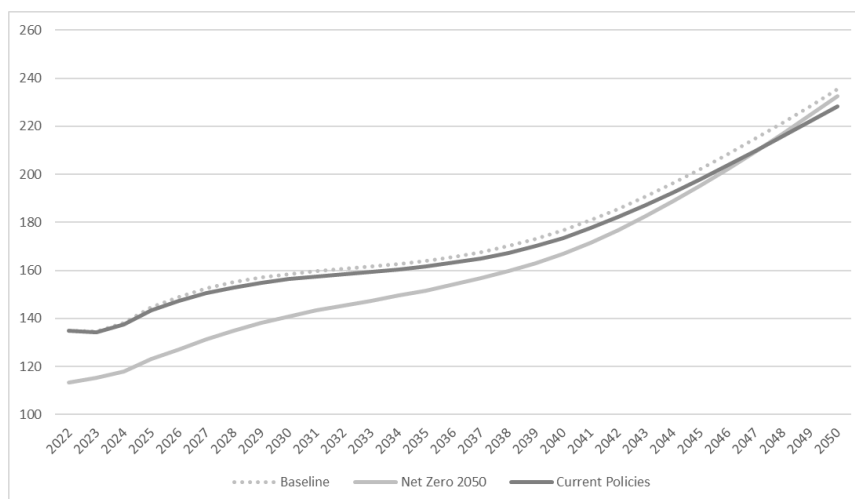
Valeur comptable

On note VC_t la valeur comptable d'une obligation à une date d'évaluation t . La valeur comptable est calculée d'une manière similaire mais en prenant comme taux d'actualisation le taux actuariel (taux qui égalise les flux futurs et la valeur de marché à date d'achat) noté r .

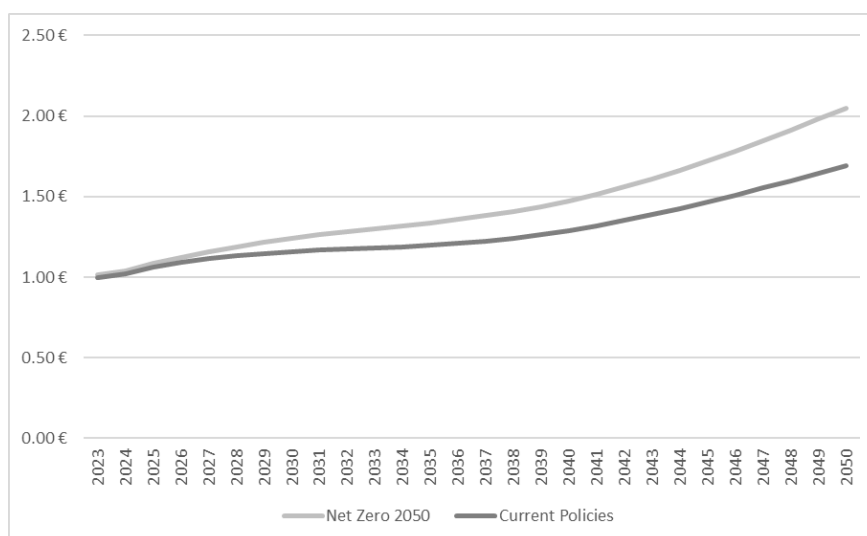
$$VM_t = N \times \left(\frac{c}{(1 + r)^{(t_1-t)}} + \frac{c}{(1 + r)^{(t_2-t)}} + \dots + \frac{(1 + c)}{(1 + r)^{(T-t)}} \right)$$

4.6.5. Projection des actions et de l'immobilier

Pour la projection de la valeur d'une action ou d'un bien immobilier, on utilise les courbes définies par les scénarios. On part de la courbe « Baseline » que l'on vient choquer selon les différents scénarios. On prend ici l'exemple des courbes pour les scénarios « Net Zéro 2050 » et « Current Policies » des actions françaises :



Une problématique apparaît si l'on veut utiliser ces courbes pour projeter des valeurs. En effet, il y a un décalage au début de la projection, en 2022, les deux indices ne sont pas identiques. On ne peut pas travailler avec des courbes qui ne démarrent pas au même point à l'origine. Cela pourrait mener à une incohérence lors de la projection. Dans le cas suivant, si l'on normalise la courbe d'indice en étudiant seulement le taux de revalorisation d'une année à l'autre, on obtient la courbe suivante :

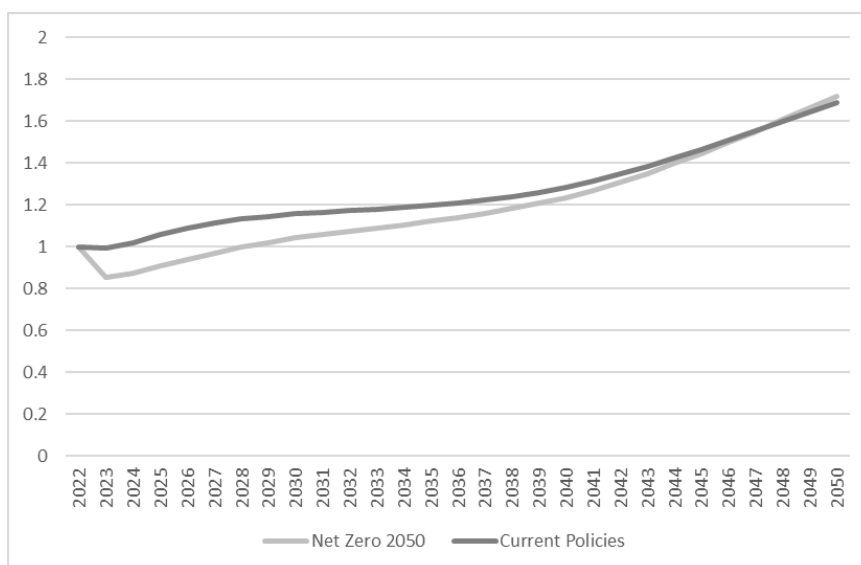


L'indice de projection « Net Zero 2050 » est alors supérieur à celui de « Current Policies » ce qui n'est pas cohérent au vu de la définition des scénarios.

A ce stade, il y a un doute sur la bonne compréhension de l'utilisation des données et sur la prise en compte de ce décalage initial entre les courbes. Une question a été envoyée au NGFS sur le sujet, mais à date aucune réponse n'a encore été reçue.

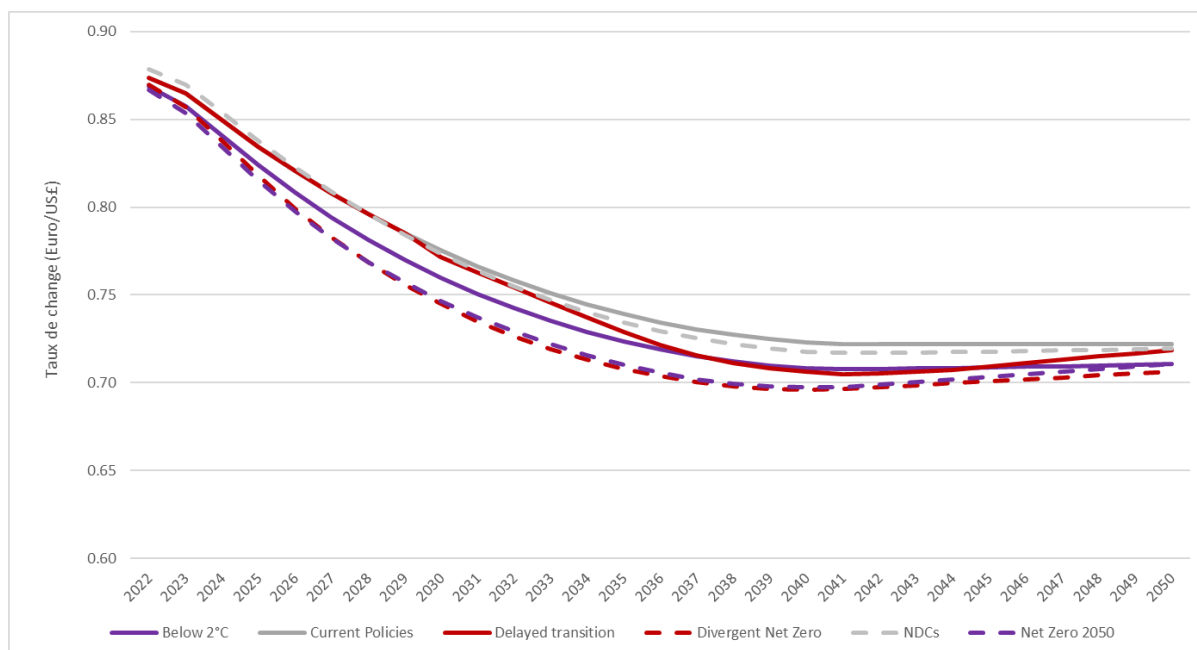
L'opinion retenue ici est qu'il y a déjà un retard sur les politiques envisagées par les scénarios et qu'il faudrait donc un réajustement immédiat pour se réaxer sur cette tendance. Ce réajustement sera réalisé sur la première année de projection. Il faudrait donc utiliser un choc pour prendre en compte ce réajustement qui correspond au décalage initial entre le « Baseline » et la courbe d'indice choquée.

On obtient la courbe d'indice ci-dessous. Cette approche semble être plus cohérente par rapport aux résultats recherchés. Les courbes normalisées sont ensuite utilisées pour projeter les valeurs.



4.6.6. Projection du taux de change

Les variations du taux de change peuvent également être récupérées dans les données du modèle NiGEM. On obtient à chaque échéance le taux de change à utiliser par rapport au dollar américain. Un traitement est nécessaire car l'on veut exprimer les résultats en euros.



Globalement les scénarios n'ont pas trop d'impact sur ce taux tout du moins pour la zone euro. On note une tendance baissière générale qui tend vers un taux de 0.7.

4.6.7. Synthèse

On dispose maintenant de toutes les composantes pour projeter les valeurs du portefeuille dans le temps.

Pour la réalisation de toutes ces projections, cette étude s'est appuyée sur l'outil de Solvabilité développé en interne au sein de Grant Thornton. Pour ce faire, il a fallu ajuster le module existant d'ORSA déterministe. Certaines fonctionnalités ont été ajoutées notamment pour gérer la grande quantité de données à manipuler. En effet, la base des chocs à intégrer est très conséquente. On parle de 35 000 modifications de paramètres à prendre en compte.

5. APPLICATION A UN PORTEFEUILLE FINANCIER

5.1. Portefeuille étudié

Par soucis de confidentialité, la source du portefeuille utilisé dans cette étude ne peut pas être divulguée. On ne précisera ni l'entité ni le secteur d'activité dans lequel elle évolue. De ce fait, les montants des investissements ont été modifiés en amont en gardant le même ordre de grandeur.

Le portefeuille a des caractéristiques intéressantes que l'on peut tout de même citer :

- La capitalisation boursière est importante et diversifiée ;
- La politique d'investissement vise à optimiser le rendement des placements effectués dans les meilleures conditions de sécurité possibles. Elle se veut cohérente avec le respect d'un certain nombre de valeurs collectives favorables à un développement économique, social et environnemental équilibré. Ces valeurs sont donc en phase avec une étude des risques et avec les enjeux liés au changement climatique.

Pour une première étude, il a semblé intéressant de choisir un portefeuille très important afin de challenger les méthodes sur un maximum de contraintes et de spécificités. Cela a cependant rendu certains traitements complexes. La collecte des informations extra-financières a notamment été fastidieuse.

On ne retient pas tous les actifs comme expliqué dans la section 4.2.2 Restriction du périmètre d'étude. On ne garde que les actions, les obligations et l'immobilier. Certains titres n'ont pas pu être étudiés également pour plusieurs raisons :

- Ils n'ont pas été trouvés par nos outils financiers (utilisation de Réfinitiv EIKON®, logiciel d'information financière).
- Certains fonds à capital variable n'ont pas pu être transparisés.

Après traitement et transparisation, le montant des actifs étudiés s'élève au 31/12/2022 en valeur de marché (VM) à hauteur de 18 milliards d'euros. Cela représente environ 85% du total des placements et immobilisations corporelles.

Le portefeuille se décompose de la manière suivante :

Titre	Nb	Valeur de marché (M€)	Poids
Action	1458	7 084	37.82%
Obligation d'entreprise	3478	8 515	45.46%
Obligation d'Etat	37	2 556	13.65%
Immobilier	136	576	3.08%
Total	5109	18 732	

5.2. Analyse d'exposition aux risques de transition

Dans cette section, on étudie les informations extra financières qui ont pu être récupérées sur les émetteurs des titres. On applique les méthodes citées dans la partie 4.3 Analyse d'exposition aux risques climatiques.

On cherche à identifier les titres qui semblent être les plus sensibles au dérèglement climatique. On cherche à estimer la part du portefeuille exposée aux risques. Cette analyse de l'exposition est un point de départ pour l'élaboration d'une stratégie d'atténuation.

5.2.1. Etude sectorielle

Pour ce qui est des titres émis par les entreprises, on se concentre déjà sur l'étude de la distribution du portefeuille par secteur d'activité. On va chercher à identifier les secteurs d'activités sensibles aux risques de dérèglement climatique et donc exposés aux risques de transition.

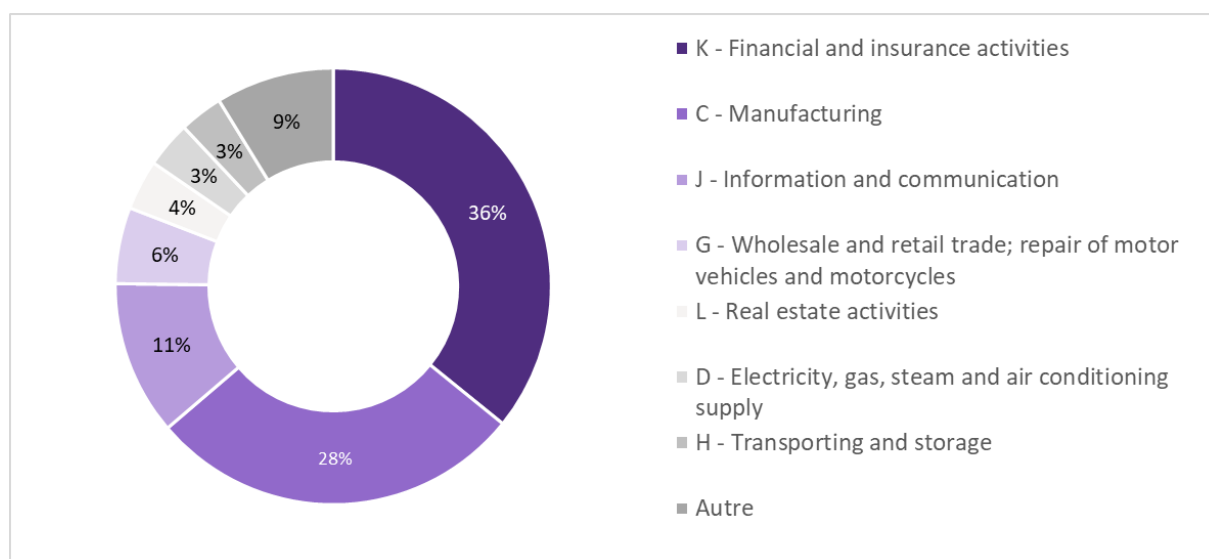
Cette section n'est donc relative qu'au portefeuille composé des actions et des obligations d'entreprises d'une valeur de marché totale de 15 609 M€ (83% du portefeuille étudié).

Codification NACE

Le logiciel Réfinitiv EIKON® permet de récupérer le code NACE des titres. L'information n'est pas disponible pour 220 titres, soit environ 4% du portefeuille étudié.

Pour les autres titres, nous avons obtenu le code NACE. A partir de ces codes, nous avons pu étudier la répartition du portefeuille par secteur économique. Le portefeuille couvre 331 des 615 industries définies par la codification.

Figure 30 - Répartition des investissements du portefeuille par secteur d'activité



Problème de codification de certains actifs

On remarque un nombre très important d'actifs renseignés avec le code K.64 relatif à la finance. En regardant de plus près, certains de ces titres sont en réalité émis par des véhicules de financement d'entreprises dont l'activité première n'est pas le secteur financier.

Par exemple, des obligations de « VOLKSWAGEN FINANCE » ou « BMW FINANCE » sont classées en K.64 (finance) alors que pour les besoins de ce test, il serait plus approprié de les affecter à la catégorie C.29 (fabrique de véhicule à moteur).

Secteur d'activité de la société mère

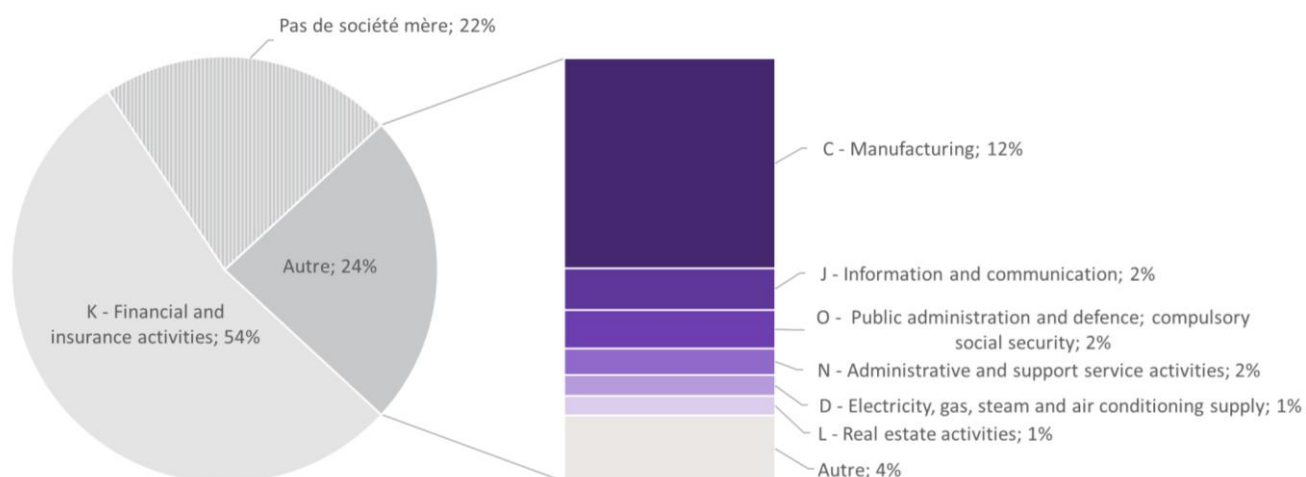
Pour contourner le problème évoqué, on peut se référer également aux informations de la société mère ou groupe auquel appartient l'entreprise émettrice du titre. Cette hypothèse n'est pas dérangeante dans le sens où :

- Cela permet de contourner les problèmes de véhicules financiers comme cité au-dessus.
- La société mère doit être identifiée dans tous les cas par rapport au risque de concentration.
- Lors de l'évaluation du risque de crédit, il est courant de se référer également à la notation de la société mère et non à la société émettrice elle-même.

En confrontant les deux informations cela permet :

- De combler l'information du secteur d'activité pour 81 titres des 220 manquants. Le nombre de titres qui ne peuvent pas être étudiés est ramené à 2.7%.
- De réaffecter environ 25% des investissements du secteur financier (Secteur K de la classification NACE) vers d'autres secteurs :

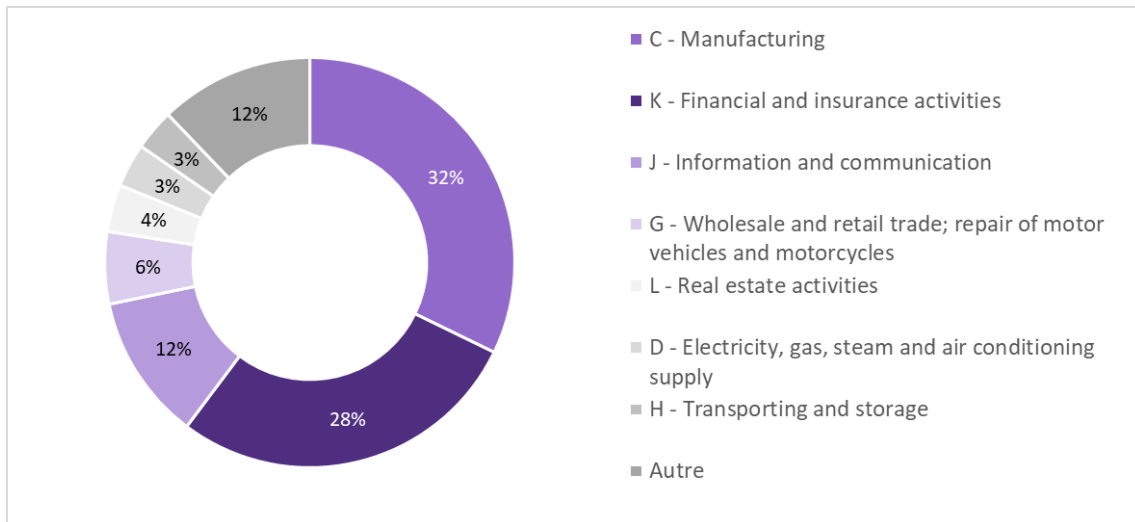
Figure 31 - Réaffectation des investissements du secteur financier



Après réaffectation des investissements, on obtient la répartition du portefeuille par secteur d'activité définitive illustrée dans la Figure 32 ci-dessous.

C'est le secteur C – Manufacturing dans lequel les titres sont le plus investis. Cela est dans un sens logique car ce secteur est particulièrement large. C'est de loin le secteur de la codification NACE qui comporte le plus grand nombre de sous-divisions.

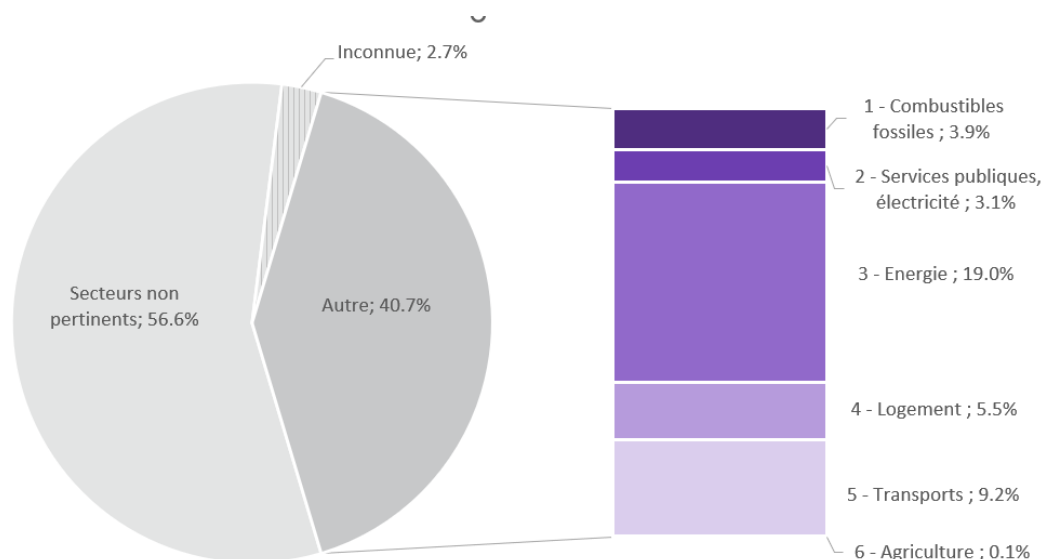
Figure 32 - Répartition des investissements du portefeuille par secteur d'activité après réaffectation du secteur financier



Codification CRPS

A partir des codes NACE, nous avons pu obtenir les codes CRPS relatifs à chaque titre à l'aide d'une matrice de correspondance. On observe qu'environ 40% du portefeuille d'actions et d'obligations d'entreprises a été investi dans des secteurs d'activités considérés comme sensibles dans le cadre du dérèglement climatique. L'énergie étant le principal secteur concerné.

Figure 33 - Répartition du portefeuille par secteur CRPS



Attention à bien comprendre la notion de secteurs sensible. Certains titres mis en avant peuvent aussi bien être des titres sensibles positivement aux risques de transition. Par exemple, la société NEOEN, qui a déjà été citée, appartient au secteur « services publics, électricité ». On rappelle que NEOEN est un producteur français d'énergies exclusivement renouvelables (spécialisé dans l'éolien, le solaire et le stockage d'énergie). En cas de transition ordonnée, cela pourrait avoir des effets positifs sur les activités de l'entreprise. Mais en cas d'absence de transition, des énergies plus polluantes et mieux maîtrisées, comme les énergies fossiles, resteraient privilégiées.

En revanche, cela indique que le reste du portefeuille est investi dans des secteurs qui ne sont pas impactés directement par le dérèglement climatique et le risque de transition.

Exposition aux énergies fossiles

Parmi tous les secteurs qui ont pu être identifiés, les entreprises ayant une activité dans le charbon, le pétrole et le gaz sont celles qui sont les plus susceptibles d'être impactées par la transition climatique. Ce sont les principaux exemples de ce qui peut être considéré comme des *stranded assets*.

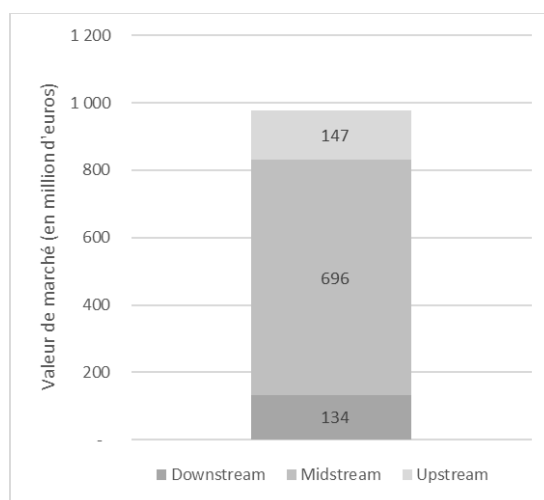
La codification CRPS fournit déjà une première identification de l'exposition avec le secteur « combustibles fossile »⁵⁷. Il est estimé que 608 M€ sont investis dans des activités liées aux énergies fossiles.

Une deuxième approche repose sur l'étude de l'ACPR et de l'AMF qui fournit également des codes NACE relatifs au secteur pétro-gazier plus précisément. L'approche différencie les acteurs en 3 segments :

- *Upstream* : Exploitation et production ;
- *Midstream* : Transports et stockages ;
- *Downstream* : Distribution.

Avec cette méthode, on obtient une exposition bien plus importante de 977 M€ sur les secteurs pétro-gaziers (sans considérer le secteur du charbon) qui se décompose de la manière suivante :

Figure 34 - Investissements pétro-gaziers du portefeuille par segment



En comparant les codes NACE utilisés dans les deux méthodes, on comprend que l'écart s'explique par le fait que :

- La méthode proposée par l'ACPR et l'AMF englobe dans la chaîne d'approvisionnement des énergies fossiles une grande partie des « services publics et électriques ».
- La méthode CRPS est censée englober les activités liées aux charbons également (principalement identifiées par le code NACE B5 - Extraction de charbon et de lignite) mais le portefeuille n'en comporte pas.

On peut donc estimer qu'environ 3.9% du portefeuille action et obligation d'entreprise est exposé aux énergies fossiles. Cela représente 3.3% des placements (en prenant en compte également les obligations d'Etat mais pas l'immobilier). Dans leur dernier rapport, l'ACPR et l'AMF estimaient la faible exposition des assureurs au secteur des énergies fossiles :

- 0.6% des placements financent le secteur du charbon.
- 1.6% des placements financent le pétrole et le gaz.

⁵⁷ Les codes NACE relatifs au « combustibles fossile » de la codification CRPS sont présentés en annexe.

Le portefeuille est donc plus exposé que le marché sur les énergies fossiles, même si cette exposition est très modérée.

5.2.2. Empreinte carbone

Une deuxième approche pour identifier les titres les plus exposés au risque de transition est d'étudier l'empreinte carbone du portefeuille.

Récupération des données

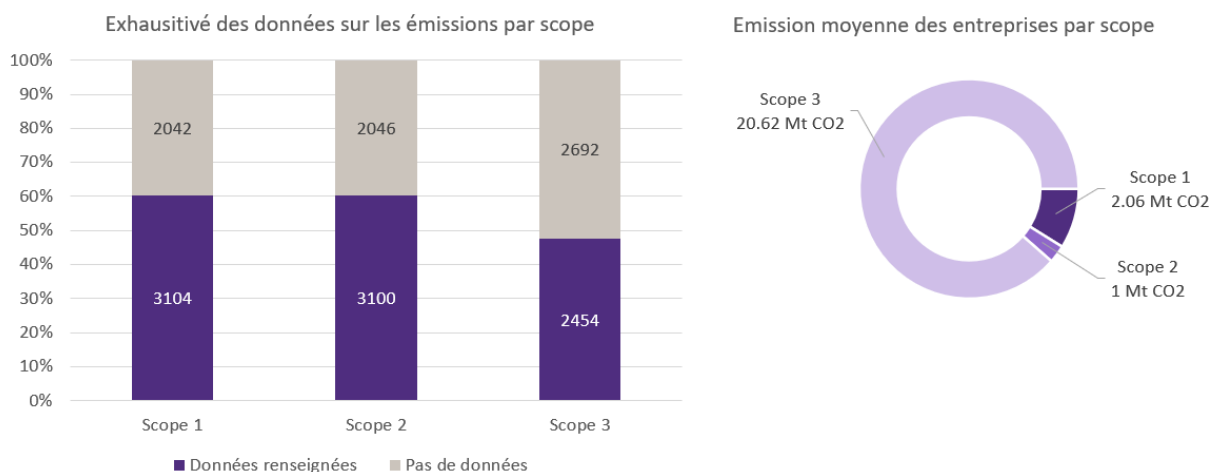
Pour obtenir des données sur les émissions générées par les émetteurs des titres, nous avons également utilisé l'outil Refinitiv EIKON®.

Les émissions de CO2 des entreprises ont pu être récupérées pour plus de la moitié des titres. Le graphique montre que le taux de couverture du scope 3 est plus faible que celui des autres scopes, ce qui était attendu. On rappelle la difficulté d'évaluer correctement ce scope et qui est généralement le plus important.

Pour 2 520 titres, les 3 scopes ont pu être récupérés (49% des titres).

Pour obtenir des données sur les émissions générées par les émetteurs des titres nous avons également utilisé l'outil Refinitiv EIKON®.

Figure 35 - Répartition du nombre de titres récupérés et des émissions de CO² émises des entreprises par scope



Estimation des données manquantes

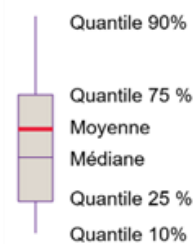
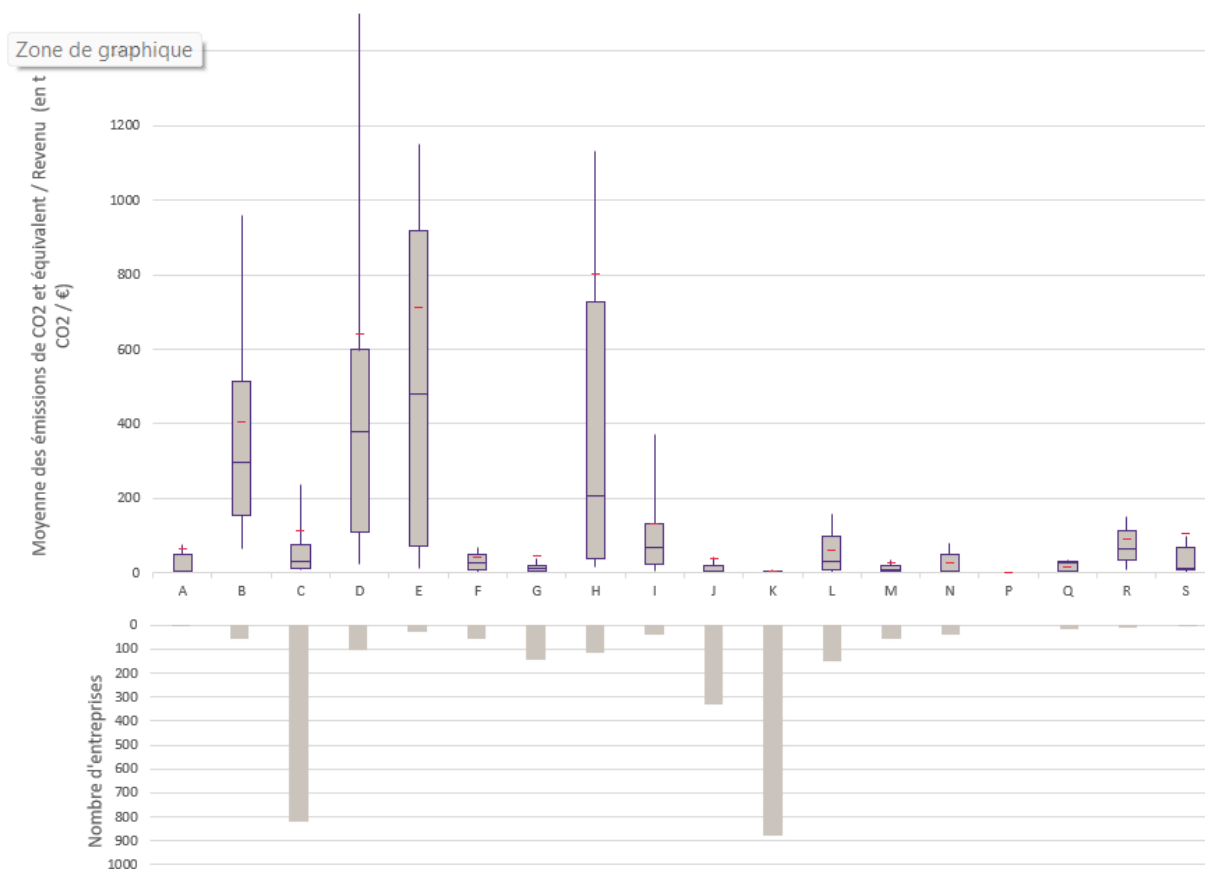
Pour interpoler les émissions des émetteurs de titre pour lesquels nous ne disposons pas de l'information :

- On étudie l'indicateur : $\frac{\text{Emissions de CO}_2}{\text{Chiffre d'affaire}}$.
Ce ratio permet de prendre en compte l'importance de l'entreprise.
- En différenciant par secteur d'activité NACE.

Cela nous permet d'étudier par la même occasion l'intensité carbone des titres émis pour lesquels on peut récupérer l'information. Cet indicateur mesure l'exposition du portefeuille aux entreprises les plus intensives en carbone. Il reflète la moyenne des intensités carbonées des entreprises (émissions de CO2 normalisées par le chiffre d'affaires), pondérées par le poids des entreprises dans le portefeuille. C'est la mesure qui semble la plus appropriée pour cette étude.

Cet indicateur a été récupéré pour 60% du portefeuille, dont 12% pour lesquels le scope 3 n'est pas compris.

Figure 36 - Volatilité du ratio émissions CO² par revenu des titres du portefeuille en fonction du secteur d'activité NACE et nombre de titre par secteur d'activité NACE



On note la grande variabilité des résultats sur des regroupements aussi peu fins. Les moyennes sont assez élevées sur certains secteurs sensibles du fait d'entreprises avec des émissions extrêmement importantes. Cependant, il semble difficile d'augmenter la granularité de la répartition sectorielle au vu du faible nombre d'entreprises qui y sont référencées dans le portefeuille.

C'est le principal problème de cette approche. La qualité et la quantité de données ne sont pas assez importantes pour réaliser des statistiques fiables. De plus, le chiffre d'affaires n'a pu être obtenu que pour un quart des entreprises qui nécessitent une estimation. Pour les autres, on peut envisager juste d'utiliser la moyenne des émissions par secteur d'activité. Mais cette information est encore moins précise.

Il a donc été jugé qu'aucune estimation fiable n'a pu être obtenue pour les titres restants. Or, dans le cadre de l'exercice que l'on cherche à réaliser, ce n'est pas l'empreinte carbone du portefeuille qui importe mais le détail de chaque titre.

5.2.3. Indice d'exposition

Pour les obligations d'Etat, une autre approche consiste à ne pas calculer directement les émissions carbone, exercice de toute façon hasardeux, et à suivre plutôt une approche par risques.

Les obligations d'Etats représentent 14% du total du portefeuille étudié. Les obligations détenues ont été émises par 3 pays, dont principalement la France.

Etat	Nb	Valeur
France	21	2 378 689 916.53
Germany	6	102 262 830.21
United States of America	10	74 598 421.37
Total	37	2 555 551 168.11

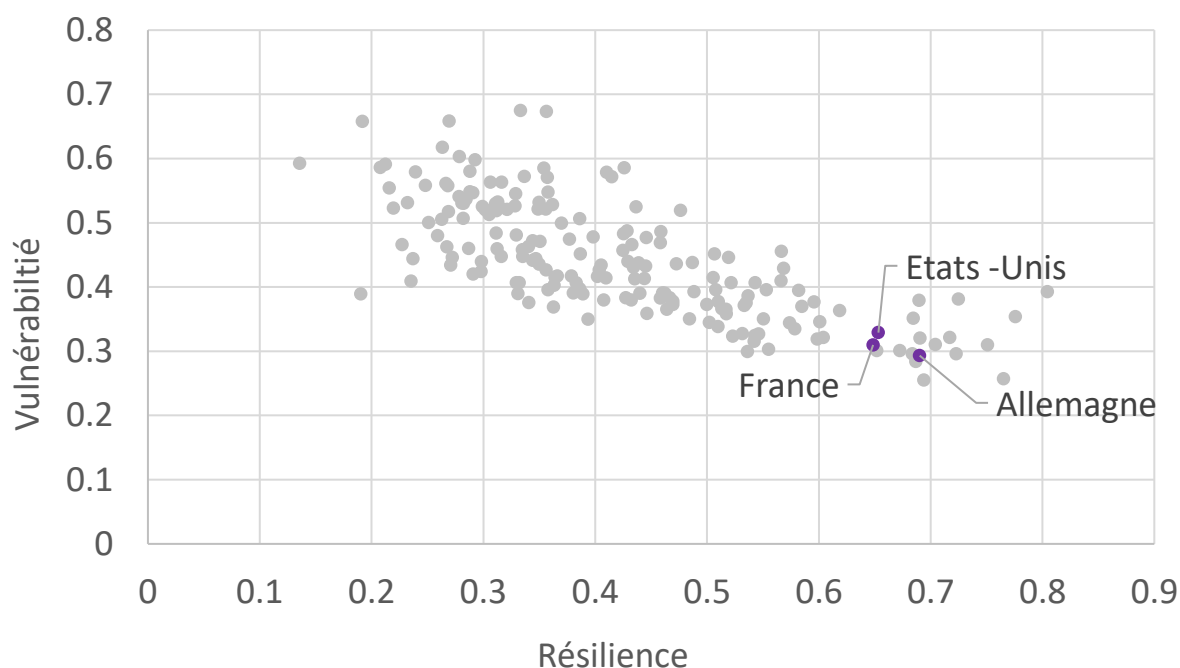
On se réfère ensuite à l'indice ND-GAIN pour étudier la vulnérabilité et préparation des pays aux risques climatiques :

Etat	ND GAIN Index	Classement	Indicateur Préparation	Classement	Indicateur Vulnérabilité	Classement
France	66.94	16	0.65	20	0.31	12
Germany	69.85	8	0.69	11	0.29	4
United States	66.21	18	0.65	18	0.33	23

Ces pays sont évalués comme parmi les mieux préparés et les moins vulnérables face aux dérèglements climatiques.

On représente le rapport de vulnérabilité/résilience, comme cela a été proposé par l'Université de Notre Dame. On rappelle que les pays les plus vulnérables et les moins préparés tendent vers l'angle en haut à gauche du graphique.

Figure 37 - Matrice vulnérabilité/résilience ND GAIN Index



5.3. Analyse d'exposition au risque physique

Pour étudier l'exposition au risque physique des actifs, on s'intéresse à la répartition géographique des titres. On entend par ici la localisation géographique de l'émetteur du titre et des biens immobiliers. On se limitera à la répartition par pays.

Le logiciel Réfinitiv EIKON® permet de récupérer différentes informations sur la localisation géographique de l'émetteur du titre. On se concentrera sur le pays dans lequel se situe le siège social de l'émetteur du titre (disponible pour 100% des titres que nous avons étudiés).

Pour les actifs immobiliers, on dispose de la localisation géographique. Ils se situent tous en France.

Au total, le portefeuille est investi dans des titres situés dans 40 pays différents. Les pays se situent principalement en Europe (65% des titres) et en Amérique (29% des titres). Les principaux pays sont les suivants :

Figure 38 - Localisation géographique du portefeuille

Localisation	Valeur	Valeur %	Valeur % Cumulé
France	5 429 559 058	30%	30%
United States	5 030 224 216	28%	58%
Germany	1 320 896 931	7%	65%
Netherlands	1 216 166 735	7%	71%
United Kingdom	940 677 540	5%	77%
Japan	710 429 079	4%	81%
Italy	627 561 532	3%	84%
Spain	560 735 889	3%	87%
Luxembourg	400 029 310	2%	89%
Sweden	285 128 387	2%	91%
Ireland	266 892 957	1%	92%
Finland	230 768 789	1%	94%
Australia	219 116 592	1%	95%
Belgium	206 841 614	1%	96%
Autre	745 057 347	4%	100%

On identifie les pays les plus vulnérables aux risques physiques à l'aide de l'indice ND-GAIN également. On se concentre uniquement sur l'indice de vulnérabilité des pays.

En se basant sur la répartition par risque des pays de l'Université de Notre Dame, on note que le seuil à partir duquel un pays est considéré comme vulnérable est de 0.37. Les pays situés au-dessus peuvent être identifiés comme exposés au risque physique.

Avec cette méthode, 5 pays présents dans le portefeuille sont identifiés comme à risque. Cela représente au total 4.1% des investissements.

Localisation	Valeur	Valeur %	Vulnérabilité score	Vulnérabilité classement
Japan	710 429 079	3.9%	0.38	49
Singapore	23 202 491	0.1%	0.39	65
China	9 722 715	0.1%	0.40	68
Mexico	5 887 221	0.0%	0.42	84
Cambodia	196 472	0.0%	0.51	133
Total	749 437 978	4.1%		

La majorité du montant exposé est situé au Japon. On remarque que le pays se situe très proche du seuil de significativité qui a été retenue. Si on enlève ce pays, on tombe à 0.2% du portefeuille qui est exposé. Cette méthode reste très sommaire.

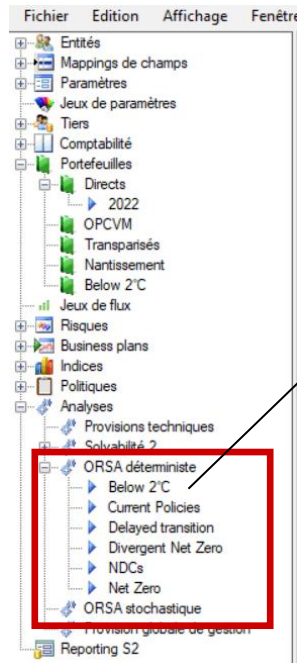
La question est beaucoup plus légitime pour l'immobilier qui est détenu. Dans le cas présent la localisation précise des bâtiments ne peut pas être citée mais aucun élément ne laisse penser à une exposition significative au risque physique. Aucuns travaux supplémentaires n'ont été diligentés dans ce sens.

5.4. Projection du portefeuille

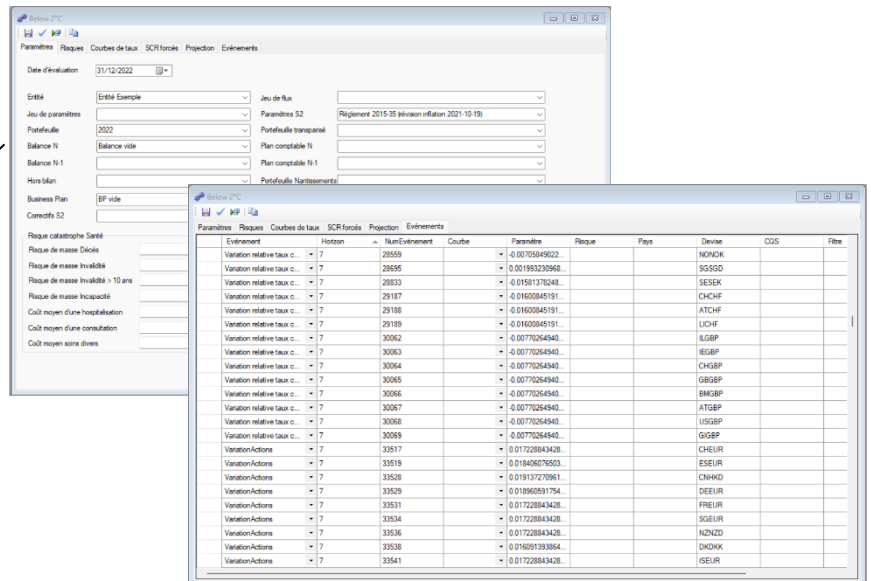
5.4.1. Paramétrage de l'outil

Pour projeter le portefeuille, nous avons utilisé l'outil SCube développé en interne au sein de Grant Thornton. L'outil a été paramétré de la manière suivante :

1 - Création des 6 scénarios



2 – Renseignement des informations génériques dans l'onglet paramètres (portefeuille, balance, courbe de taux, ...) ainsi que des chocs des scénarios



3 – Lancement des calculs et affichage des projections

Analyse	Simulation	Horizon	Entité	DateReporting	SCR	BSCR	SCRopérationnel	SCRaj
7	0	0	1	31/12/2022	6 794 497 091.09	7 252 110 364.78	0.00	-457 613 273.1
7	0	1	1	31/12/2023	6 620 354 073.52	6 906 726 428.33	0.00	-286 372 354.8
7	0	2	1	31/12/2024	6 496 178 127.09	6 804 504 320.75	0.00	-308 326 193.6
7	0	3	1	31/12/2025	6 443 858 613.79	6 806 986 828.45	0.00	-363 128 214.6
7	0	4	1	31/12/2026	6 410 099 226.76	6 806 656 224.28	0.00	-396 556 997.5
7	0	5	1	31/12/2027	6 413 170 036.49	6 840 579 108.23	0.00	-427 409 071.7
7	0	6	1	31/12/2028	6 379 176 917.51	6 829 645 081.83	0.00	-450 468 164.3
7	0	7	1	31/12/2029	6 370 089 291.60	6 839 824 082.60	0.00	-469 734 791.0
7	0	8	1	31/12/2030	6 357 683 037.24	6 842 158 791.47	0.00	-484 515 754.2
7	0	9	1	31/12/2031	6 349 911 416.58	6 846 379 104.11	0.00	-496 467 687.5
7	0	10	1	31/12/2031				
7	0	11	1	31/12/2031				
7	0	12	1	31/12/2031				
7	0	13	1	31/12/2031				
7	0	14	1	31/12/2031				
7	0	15	1	31/12/2031				
7	0	16	1	31/12/2031				
7	0	17	1	31/12/2031				
7	0	18	1	31/12/2031				

4 – Un volet de navigation permet de récupérer toutes les informations de la projection (Bilan, Portefeuille, Provisions, SCR, ...)

Poste	ValeurS2	ValeurS1	Ecart
Ecarts d'acquisitions (goodwill)	0.00	0.00	0.00
Frais d'acquisition reportés	0.00	0.00	0.00
Actifs incorporels	0.00	0.00	0.00
Impôts différés actifs	0.00	0.00	0.00
Excédent de régime de retraite	0.00	0.00	0.00
Immobilisations corporelles pour usage propre	0.00	0.00	0.00
Placements (autres que les actifs en représentation de contr...	16 833 713 370.91	16 847 016 265.20	-13 302 894.29
Immobilier (autre que pour usage propre)	522 729 155.41	529 045 000.00	-6 315 844.59
Participations	0.00	0.00	0.00
Actions	7 726 005 074.00	5 621 995 105.84	2 104 009 968.16
Actions cotées	7 726 005 074.00	5 621 995 105.84	2 104 009 968.16
Actions non cotées	0.00	0.00	0.00
Obligations	8 584 979 141.49	10 695 976 159.36	-2 110 997 017.86
Obligations d'Etat	663 696 124.68	944 832 736.30	-281 136 611.62
Obligations de sociétés	7 921 283 016.81	9 751 143 423.06	-1 829 860 406.25
Obligations structurées	0.00	0.00	0.00
Titres garantis	0.00	0.00	0.00
Fonds d'investissement	0.00	0.00	0.00

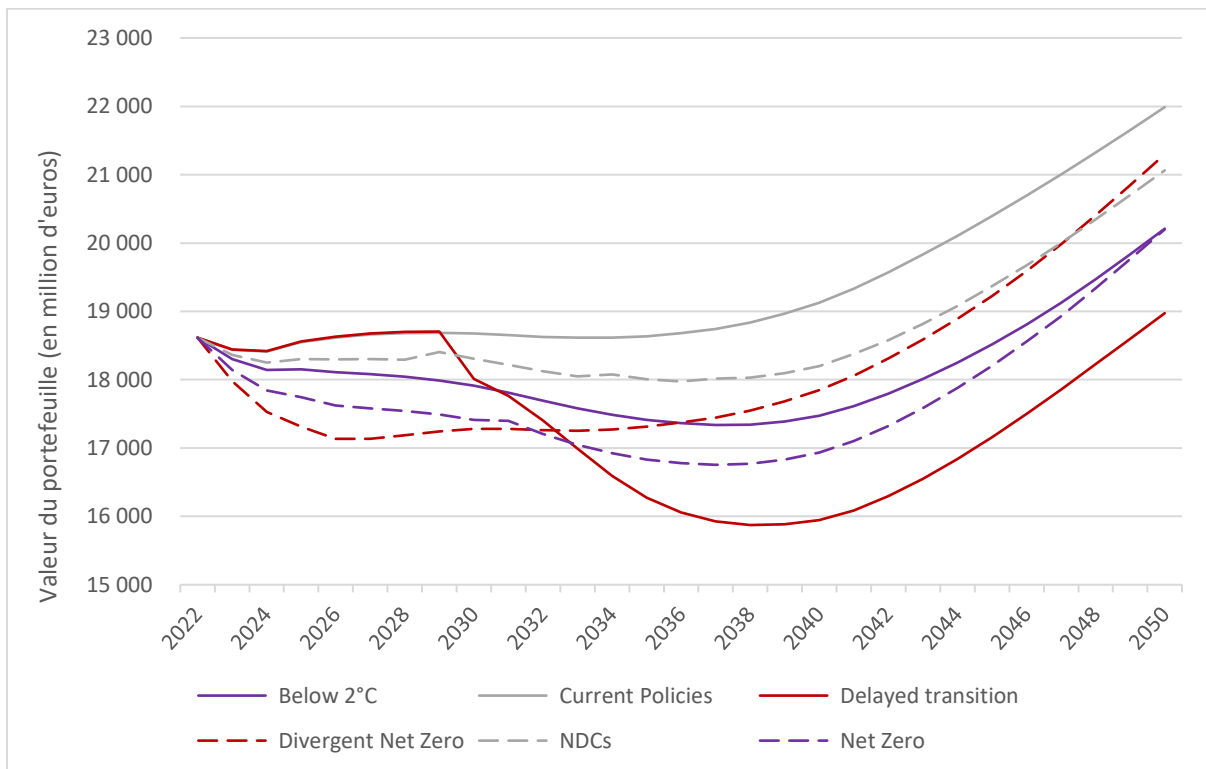
5.4.2. Projection du portefeuille global

Le portefeuille a été projeté d'après les modalités explicitées dans la section 4.6. Pour rappel, on projette selon les modalités :

- A échéance 2050 et par intervalle de 1 an.
- Les actions, obligations et l'immobilier détenues dans le portefeuille.
- A l'aide des courbes et des indices qui ont été définis.
- En gardant une structure de portefeuille fixe dans le temps.

Les données utilisées des scénarios sont issues du modèle intégré « REMIND-MAGPIE (PIK) ». Le choc utilisé est choc « Combined » qui représente l'impact combiné du risque physique et de transition. La part du choc physique est largement négligeable. Nous n'avons pas utilisé le choc « Combined plus business confidence » car il n'est pas disponible pour toutes les régions et les variables.

Figure 39 - Résultats de la projection du portefeuille selon les différents scénarios



Premièrement nous observons une diminution générale du portefeuille sur les deux premières années de projection. Comme expliqué dans la section 4.6.4, un réajustement artificiel a été appliqué sur la première année de projection. Pour les courbes « Divergent Net Zero » et « Current Policies » ce réajustement est quasi nul. Or, on observe également une baisse du portefeuille pour ces scénarios. Cela s'explique par le décalage entre les hypothèses du scénario et les données réelles. Les données 2022 sur lesquelles le portefeuille se basent ne sont pas totalement égales à ce qui est observé sur le marché. Enfin, la méthode de génération des taux ZC induit également une baisse des obligations, les taux augmentant fortement dès la première année.

A partir de 2040 environ, les scénarios ont tous la même tendance et le portefeuille évolue de la même manière. Cela est logique car les scénarios envisagent la mise en place (ou non) de politique au plus tard à 2030.

On peut ensuite analyser la corrélation entre les énoncés des scénarios et les résultats obtenus :

- Les scénarios qui n'induisent pas de transition sont les plus favorables, avec des courbes très peu choquées. Cela semble cohérent car ce sont les scénarios les moins contraignants en termes de risques de transition. Le scénario « Current policies » est plus favorable que le scénario « NDCs » qui prévoit des politiques climatiques en plus.
- Les deux scénarios de transition ordonnée « Below 2°C » et « Net Zéro » sont proches en termes d'impacts. Les politiques plus strictes dans le scénario Net Zéro induisent bien une situation plus défavorable. Pour les deux, on observe bien une décroissance progressive de la valeur du portefeuille sans décrochage brutal.
- Le scénario de transition désordonnée « Divergence Net Zéro » est le plus défavorable à court terme du fait des politiques strictes mises en place immédiatement. Il est censé permettre de limiter le réchauffement climatique en dessous de 1,5 °C. On note alors une situation très favorable à partir de 2030, le portefeuille projeté a alors la plus forte augmentation.
- Le scénario « Delayed transition » est plus défavorable à moyen et long terme. Jusqu'à 2030, il suit la courbe « Current policies » mais les politiques climatiques appliquées de manière brutal et désordonné induisent un choc important sur la valeur des titres.

5.4.3. Projection des différents types de titres

On s'intéresse maintenant à l'étude des chocs en fonction des types de titres. En annexe est présentée la projection de chaque scénario décomposé selon l'immobilier, l'action et les obligations.

Figure 40 - Projection de la valeur de l'immobilier

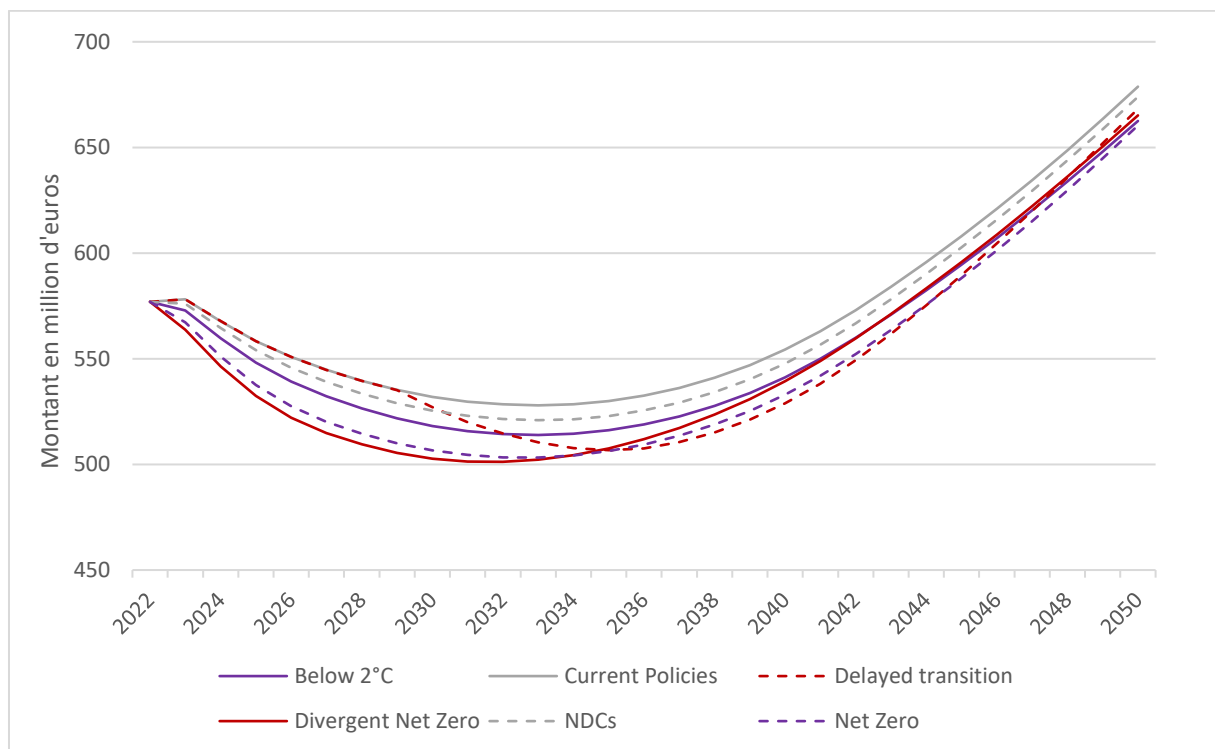


Figure 41 - Projection de la valeur totale des actions

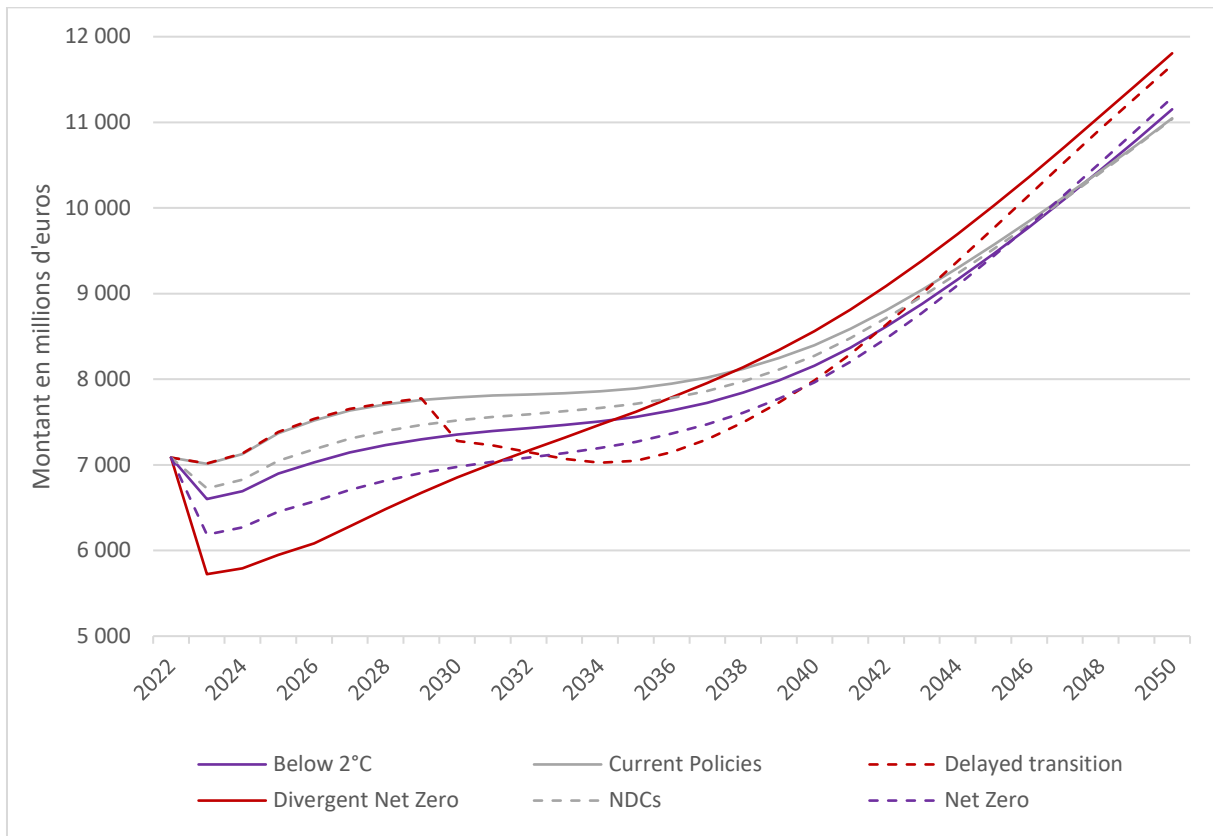
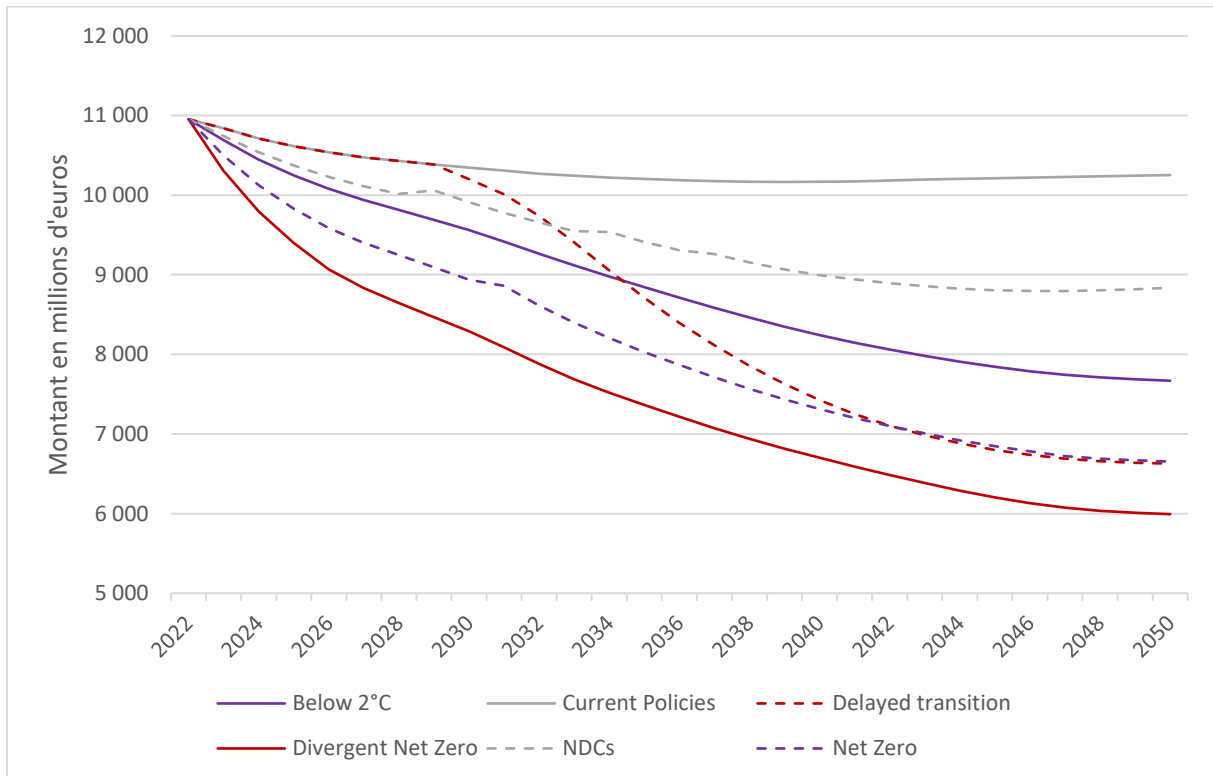


Figure 42 - Projection de la valeur totale des obligations



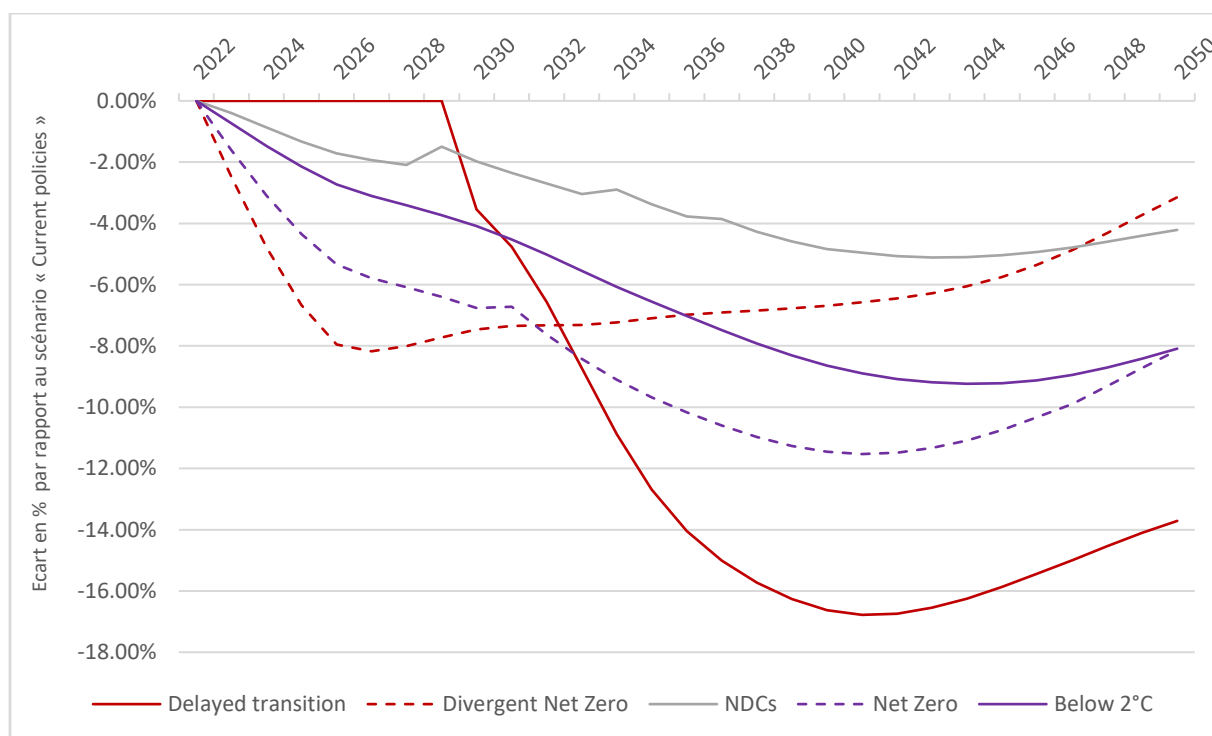
On note que :

- L'immobilier varie très peu dans la projection et les scénarios ont tous plus ou moins le même impact.
- Les obligations suivent une tendance baissière plus ou moins marquée. Dans le scénario le plus favorable, le montant des obligations est constant.
- Ce sont les actions qui donnent la tendance globale du portefeuille.
- Cela induit que la part des actions augmente par rapport aux obligations au cours des projections et ceci pour tous les scénarios.

5.4.4. Ecart par rapport au scénario de référence

Pour évaluer les écarts générés en fonction des différents scénarios, on prend comme référence le scénario « Current policies ». En effet ce scénario est le plus favorable et celui qui n'implique aucun risque de transition.

Figure 43 - Ecartés générés de la valeur du portefeuille par rapport au scénario « Current policies »



Le choc le plus important obtenu est de l'ordre de 16% pour le scénario de transition retardée. On observe que c'est autour de 2040 que les écarts sont les plus importants. Après cela, ils tendent à diminuer. Cela peut s'interpréter par le fait qu'après 2040, les effets des transitions politiques pour limiter le réchauffement climatique ne se font plus ressentir.

6. CONCLUSION

La principale finalité de ce mémoire est de présenter la mise en place d'un stress test climatique. Il s'agit également de réaliser une première estimation de l'impact de plusieurs scénarios climatiques long terme sur le portefeuille financier d'un assureur.

La réglementation impose aux assureurs de maîtriser davantage les risques climatiques et d'évaluer l'exposition de leur portefeuille financier. Que ce soit pour des raisons de gestion de risques ou de participation aux politiques nationales, les assureurs doivent dès à présent mettre en place de nouvelles méthodes de quantification. Les travaux de l'EIOPA et de l'ACPR ont souligné la complexité de l'évaluation de ces risques et le manque de connaissance du marché à ce sujet. Les documents méthodologiques publiés par les autorités permettent de cerner les enjeux et les possibilités actuels. Même si elles restent pour le moment limitées, les méthodes évoluent rapidement.

Le premier axe abordé dans ces travaux consiste à proposer une cartographie des risques climatiques sur le portefeuille financier d'un assureur. L'objectif est d'étudier les composantes extra-financières des émetteurs des titres afin d'identifier les titres les plus exposés à une transition vers une économie bas carbone. La méthode proposée repose sur l'étude de la répartition des titres en fonction des secteurs d'activité des émetteurs. Il s'agit ensuite d'identifier les secteurs les plus sensibles à la mise en place de politiques climatiques strictes (notamment les secteurs liés aux énergies fossiles). L'étude de l'empreinte carbone du portefeuille est fortement limitée par la faible disponibilité des données relatives aux émissions des entreprises ainsi que la qualité médiocre de ces dernières. Pour une étude plus complète, il faudrait faire appel à des agences spécialisées disposant de meilleures ressources.

Ensuite, un stress test climatique a été réalisé en se basant sur les scénarios fournis par le NGFS. Ils contiennent un niveau élevé d'incertitude. C'est pourquoi les résultats ne sont pas destinés à conclure directement sur l'impact des risques climatiques sur le niveau de capital. Il s'agit plutôt d'explorer les voies potentielles et les actions de gestion possibles. L'autre problématique est de pouvoir interpréter les scénarios du NGFS en variables financières. Pour cela le modèle NiGEM a été utilisé. Ce modèle présente toutefois une limite non négligeable puisque les chocs proposés sont exprimés à l'échelle d'un pays. Or, la transition vers une économie à faibles émissions de carbone affectera les industries de manière hétérogène. Plusieurs pistes d'amélioration ont été proposées dans ces travaux. A défaut de pouvoir exploiter des chocs par secteur d'activité, l'hypothèse d'un choc unique pour tous les titres d'un même pays a été retenue.

Le stress test climatique se matérialise par la projection de la valeur du portefeuille à horizon 2050. Cette projection a été réalisée de manière fixe, c'est à dire en conservant la structure du portefeuille dans le temps. Cela a permis d'identifier les scénarios les plus défavorables. A court terme, c'est une transition rapide et immédiate pour limiter le réchauffement planétaire à moins de 1,5 °C qui dégraderait le plus le portefeuille. Mais à moyen et long terme c'est une transition retardée et mal maîtrisée qui est le plus défavorable. Ce dernier mène à un choc de l'ordre de 16% de la valeur du portefeuille à partir de 2035.

La connaissance des risques climatiques est en plein essor, c'est la raison pour laquelle de nouveaux travaux, de nouvelles méthodes et de nouvelles données sont publiés presque quotidiennement. Ce mémoire propose donc une première analyse avec plusieurs pistes d'amélioration. Il serait par exemple intéressant d'étudier d'autres possibilités pour affiner les scénarios climatiques et avoir des chocs plus représentatifs de l'exposition individuelle des titres.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ACPR « *L'exposition des assureurs français au risque de changement climatique : une première approche par les investissements financiers* » Analyse et Synthèse (2016).
- [2] EIOPA « *Opinion on Sustainability within Solvency II* » (2019).
- [3] EIOPA « *Consultation paper on Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA* » (2021).
- [4] EIOPA « *Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA* » (2022).
- [5] EIOPA « *Methodological principles of insurance stress testing – climate change component* » (2022).
- [6] ACPR « *Les assureurs français face au risque de changement climatique* » Analyse et Synthèse (2019).
- [7] ACPR. *Scénarios et hypothèses principales de l'exercice pilote climatique*. (2020).
- [8] ACPR « *Une première évaluation des risques financiers dus au changement climatique - Les principaux résultats de l'exercice pilote climatique 2020* » Analyse et Synthèse (2021).
- [9] Refinitiv « *ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE SCORES FROM REFINITIV* » (2022).
- [10] Simpson C., Rathi A., Kishan S., *The ESG Mirage*, Bloomberg (2021).
- [11] ACPR, AMF « *Troisième rapport commun ACPR/AMF - Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la Place* » (2022).
- [12] GARREAU F., LIMONGI J. « *Empreinte carbone des actifs : méthode, caractéristiques et limites. Fédération Française de l'assurance* » Fédération Française de l'Assurance (2017).
- [13] Chen C., Noble I., Hellmann J., Coffee J., Murillo M., Chawla N., « *University of Notre Dame Global Adaptation Index - Country Index Technical Report* » (2015).
- [14] NGFS « *Scenarios in Action A progress report on global supervisory and central bank climate scenario exercises* » (2021).
- [15] NGFS « *Guide to climate scenario analysis for central banks and supervisors* » (2020).
- [16] NGFS « *Climate Scenarios Database - Technical Documentation V3.1* » (2022).
- [17] UN Environment Programme Finance Initiative « *Economic Impacts of Climate Change: Exploring short-term climate related shocks for financial actors with macroeconomic models* » (2021).
- [18] Roland P., Patrice P., *Finance de Marché*, 4^e édition, Dalloz.
- [19] Sander J., *Guide pratique de l'ORSA*, Edition l'Argus de l'Assurance.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Evolution de la température moyenne annuelle mondiale de 1850 à 2019.....	10
Figure 2 - Classements des principaux risques du marché entre 2020 et 2021	11
Figure 3 - Placements exposés à des secteurs vulnérables aux risques de transitions.....	12
Figure 4 - Placements exposés à des pays jugés vulnérables à un risque physique.....	13
Figure 5 - Echancier des réglementations par échelle géographique.....	19
Figure 6 - Outils de mesures de la matérialité des risques climatiques à l'actif.....	33
Figure 7 - Emissions attendues des différents scénarios de l'exercice climatique	35
Figure 8 - Trajectoires d'émissions et de prix carbone des trois scénarios proposés par l'ACPR	35
Figure 9 - Indice d'évolution d'une action du secteur de la fabrication de métaux de base en France selon les scénarios	37
Figure 10 - Echancier des publications par régulateur.....	39
Figure 11 - Composition des placements (hors UC) par type d'organisme	42
Figure 12 - Illustration de la notation ESG de Réfinitiv	45
Figure 13 - Schéma de la répartition des différents scopes au sein d'une entreprise	51
Figure 14 - Méthode de calcul de l'indicateur ND-Gain – Université de Notre Dame.....	55
Figure 15 - Matrice ND-Gain et Répartition des pays par risque climatique	55
Figure 16 - Evolution des émissions carbone et du prix du carbone dans le scénario de transition ordonnée de l'ACPR.....	57
Figure 17 - Scénarios du NGFS *.....	59
Figure 18 - Principaux aspects des scénarios du NGFS	62
Figure 19 - Projection des variables « émissions de CO2 » et « énergie primaire » en fonction des modèles.....	64
Figure 20 - Projection de plusieurs chocs du modèle NiGEM (Transition retardée – région France – basé sur le modèle GCAM du NGFS).....	67
Figure 21 - Evolution des variables – scénario de base – région France	68
Figure 22 - Chocs sur le prix des actions en fonction des modèles – région France	69
Figure 23 - Référence géographique modélisée par le NiGEM pour tous les pays.....	70
Figure 24 - Pays modélisés pour le choc sur le prix des actions – NiGEM	70
Figure 25 - Répartition des chocs action par pays – Scénario « inférieur à 2°C »	71
Figure 26 - Illustration d'un zéro-coupon.....	76
Figure 27 - Evolution du taux d'intérêt long terme du scénario de base.....	77
Figure 28 - Déformation de la courbe EIOPA (31/12/2022) pour le scénario « Below 2°C »	77
Figure 29 - Détermination du taux facial d'une obligation	79
Figure 30 - Répartition des investissements du portefeuille par secteur d'activité	85
Figure 31 - Réaffectation des investissements du secteur financier.....	86
Figure 32 - Répartition des investissements du portefeuille par secteur d'activité après réaffectation du secteur financier	87
Figure 33 - Répartition du portefeuille par secteur CRPS.....	87
Figure 34 - Investissements pétro-gaziers du portefeuille par segment	88

Figure 35 - Répartition du nombre de titres récupérés et des émissions de CO ² émises des entreprises par scope	89
Figure 36 - Volatilité du ratio émissions CO ² par revenu des titres du portefeuille en fonction du secteur d'activité NACE et nombre de titre par secteur d'activité NACE	90
Figure 37 - Matrice vulnérabilité/résilience ND GAIN Index.....	92
Figure 38 - Localisation géographique du portefeuille	92
Figure 39 - Résultats de la projection du portefeuille selon les différents scénarios	95
Figure 40 - Projection de la valeur de l'immobilier	96
Figure 41 - Projection de la valeur totale des actions	97
Figure 42 - Projection de la valeur totale des obligations	97
Figure 43 - Ecartés générés de la valeur du portefeuille par rapport au scénario « Current policies » ..	98

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Outils proposés par l'EIOPA en fonction du type de risque traité	27
Tableau 2 - Risques étudiés dans le document par l'EIOPA	29
Tableau 3 - Aperçu des principaux canaux de transmission du côté des actifs - EIOPA	29
Tableau 4 - Granularité du calcul du risque de transition pour chaque classe d'actifs en fonction de la méthodologie utilisée - EIOPA.....	30
Tableau 5 - Aperçu des principaux canaux de transmission du côté des actifs - EIOPA	30
Tableau 6 - Liste des variables fournies par l'ACPR dans son exercice climatique	36
Tableau 7 - Codes NACE relatifs aux secteurs appartenant à la chaîne de valeur du secteur pétro-gazier	49
Tableau 8 - Tableau de synthèses des scénarios du NGFS.....	61
Tableau 9 - Analyse de différentes approches de projection de bilan - EIOPA.....	75
Tableau 10 - Publications sur les risques climatiques de l'ACPR	104
Tableau 11 - Description des secteurs de la nomenclature NACE	105
Tableau 12 - Correspondance des codes NACE avec le secteur CRPS « Combustibles fossiles »..	106
Tableau 13 - Tableau de la codification CIC	111

ANNEXE

A. Publication de l'ACPR

Tableau 10 - Publications sur les risques climatiques de l'ACPR ⁵⁸

Date de publication	Titre de l'article
28/06/2018	Analyse et synthèse n°91 : L'exposition des assureurs français au risque de changement climatique : une première approche par les investissements financiers
10/04/2019	Analyses et synthèses : Le changement climatique : quels risques pour les banques et les assurances ?
20/05/2019	Analyses et synthèses n°102 : Les assureurs français face au risque de changement climatique
30/06/2019	Bilan de l'application des dispositions du décret n°2015-1850 du 29 décembre 2015 relatives au reporting extra-financiers des investisseurs (Article 173-VI de la loi de transition énergétique pour la croissance verte)
16/07/2020	Scénarios et hypothèses principales de l'exercice pilote climatique
29/10/2020	Les politiques « charbon » des acteurs de la place financière de Paris : premier rapport ACPR/AMF de suivi et d'évaluation
18/12/2020	Les engagements climatiques des institutions financières françaises
04/05/2021	Analyses et synthèses n°122 : Les principaux résultats de l'exercice pilote climatique 2020
26/10/2021	Deuxième rapport ACPR/AMF de suivi et d'évaluation des engagements climatiques des acteurs de la Place : Politiques sectorielles et expositions des acteurs aux énergies fossiles
28/12/2021	Deuxième rapport commun ACPR/AMF : Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la Place
17/02/2022	La gouvernance des risques liés au changement climatique dans le secteur de l'assurance
25/10/2022	Troisième rapport commun ACPR/AMF : Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la Place

⁵⁸ <https://acpr.banque-france.fr/liste-chronologique/analyse-et-supervision-du-risque-climatique>

B. Secteurs NACE

Tableau 11 - Description des secteurs de la nomenclature NACE

Section	Titre	Divisions
A	Agriculture, sylviculture et pêche	01-03
B	Industries extractives	05-09
C	Industrie manufacturière	10-33
D	Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné	35
E	Production et distribution d'eau; assainissement, gestion des déchets et dépollution	36-39
F	Construction	41-43
G	Commerce; réparation d'automobiles et de motocycles	45-47
H	Transports et entreposage	49-53
I	Hébergement et restauration	55-56
J	Information et communication	58-63
K	Activités financières et d'assurance	64-66
O	Activités immobilières	68
M	Activités spécialisées, scientifiques et techniques	69-75
N	Activités de services administratifs et de soutien	77-82
O	Administration publique	84
P	Enseignement	85
Q	Santé humaine et action sociale	86-88
R	Arts, spectacles et activités récréatives	90-93
S	Autres activités de services	94-96
T	Activités des ménages en tant qu'employeurs activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens et services pour usage propre	97-98
U	Activités extra territoriales	99

Source : Eurostat – Document méthodologique de la Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne - NACE Rév.2

Tableau 12 - Correspondance des codes NACE avec le secteur CRPS « Combustibles fossiles »

CPRS	NACE	Libélé
Combustibles fossiles	B5	Mining of coal and lignite
Combustibles fossiles	B5.1	Mining of hard coal
Combustibles fossiles	B5.1.0	Mining of hard coal
Combustibles fossiles	B5.2	Mining of lignite
Combustibles fossiles	B5.2.0	Mining of lignite
Combustibles fossiles	B6	Extraction of crude petroleum and natural gas
Combustibles fossiles	B6.1	Extraction of crude petroleum
Combustibles fossiles	B6.1.0	Extraction of crude petroleum
Combustibles fossiles	B6.2	Extraction of natural gas
Combustibles fossiles	B6.2.0	Extraction of natural gas
Combustibles fossiles	B8.9.2	Extraction of peat
Combustibles fossiles	B9.1.0	Support activities for petroleum and natural gas extraction
Combustibles fossiles	C19	Manufacture of coke and refined petroleum products
Combustibles fossiles	C19.1	Manufacture of coke oven products
Combustibles fossiles	C19.1.0	Manufacture of coke oven products
Combustibles fossiles	C19.2	Manufacture of refined petroleum products
Combustibles fossiles	C19.2.0	Manufacture of refined petroleum products
Combustibles fossiles	D35.2	Manufacture of gas; distribution of gaseous fuels through mains
Combustibles fossiles	D35.2.1	Manufacture of gas
Combustibles fossiles	D35.2.2	Distribution of gaseous fuels through mains
Combustibles fossiles	D35.2.3	Trade of gas through mains
Combustibles fossiles	G46.7.1	Wholesale of solid, liquid and gaseous fuels and related products
Combustibles fossiles	G47.3	Retail sale of automotive fuel in specialised stores
Combustibles fossiles	G47.3.0	Retail sale of automotive fuel in specialised stores
Combustibles fossiles	H49.5	Transport via pipeline
Combustibles fossiles	H49.5.0	Transport via pipeline

C. Variables des IAMs

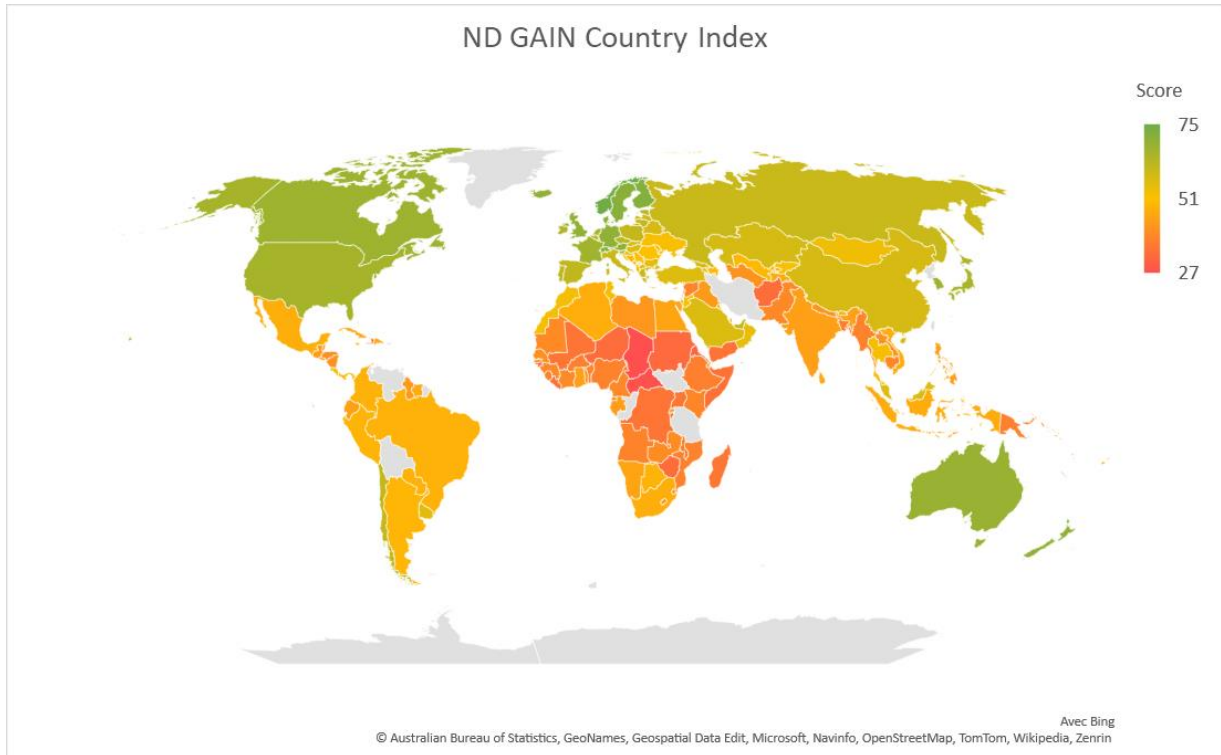
Le NGFS fournit un détail (plus ou moins exhaustif) de toutes les variables présentes dans le modèle. Ci-dessous la description des principales catégories de variables :

Catégorie	Commentaire	Unité	Nb variables
Agricultural Demand	Demande totale de produits alimentaires, non alimentaires et d'aliments pour animaux (cultures et bétail) et de cultures bioénergétiques (1ère et 2ème génération)	Million t DM/an	11
Agricultural Production	Production totale de produits alimentaires, non alimentaires et d'aliments pour animaux (cultures et bétail) et de cultures bioénergétiques (1ère et 2ème génération).	Million t DM/an	7
AR6 climate diagnostics	Température à la surface de la terre	K	9
Capacity	Capacité totale de production d'énergies (Electricité, Gaz, Hydrogène, Liquides)	GW	51
Capacity Additions	Ajouts de capacité de toutes les centrales électriques à gaz (ajouts annuels moyens entre le pas de temps précédent et le pas de temps actuel du modèle).	GW/an	22
Capital Cost	Coût d'investissement d'une nouvelle centrale de production d'énergie	US\$2010/kW	29
Carbon Sequestration	Les émissions totales de dioxyde de carbone capturées et stockées dans des dépôts géologiques (par exemple, dans des gisements de pétrole et de gaz épuisés, des gisements de charbon non exploités, des aquifères salins) et dans les profondeurs de l'océan, les quantités stockées doivent être indiquées sous forme de nombres positifs.	Mt CO2/an	16
Concentration	Concentration atmosphérique de CO2, CH4 et N2O telle que rapportée par le cadre de modélisation	Ppm ou Ppb	3
Consumption	Consommation totale de tous les biens, par tous les consommateurs d'une région.	Billion US\$2010/an	1
Damage factor	Facteur correspondant à la réduction du PIB due aux dommages (ainsi, une valeur de 0,95 implique que 5 % du PIB total hypothétiquement disponible n'est pas réalisé en raison des dommages climatiques).	1	1
Emissions	Total des émissions de différents gaz. Les émissions de CO2 sont plus spécifiquement détaillées selon les sources d'émissions	Mt gaz/an	128
Energy Service	Demande de services énergétiques par sources		18
Fertilizer Use	Utilisation totale d'engrais	Tg engrais/an	2
Final Energy	Consommation finale totale d'énergie par tous les secteurs d'utilisation finale et tous les combustibles, à l'exclusion des pertes de transmission/distribution	EJ/an	165
Food Demand	Total des besoins alimentaires en calories (facteur de conversion : 1 kcal = 4,1868 kJ)	Kcal/cap/j	3
Forcing	Forçage radiatif de tous les gaz à effet de serre et agents de forçage, y compris les contributions de la modification de l'albédo, des nitrates et des poussières minérales	W/m2	2
Forestry Demand	Niveau de la demande forestière	Million m3/an	3
Forestry Production	Niveau de production forestière	Million m3/an	3
GDP	PIB	Milliards US\$2010/an	5
Investment	Investissements totaux dans l'ensemble de l'économie (stock de capital macroéconomique, système énergétique, R&D, ...)	Milliards US\$2010/an	44
Land Cover	Couverture totale du sol	Million ha	12

Macro-Economic Climate Damage	La réduction du PIB (en taux de change du marché) due aux dommages macroéconomiques.	Milliards US\$2010/an	1
Net GDP	PIB net	Milliards US\$2010/an	6
Policy Cost	Coûts supplémentaires associés à la politique	Milliards US\$2010/an	3
Policy Cost and Macro-Economic Climate Damage	La réduction combinée du PIB (par rapport à la politique actuelle) due à la fois aux dommages macroéconomiques et aux politiques d'atténuation.	Milliards US\$2010/an	1
Population	Population total	Million	3
Post-processed	Certaines variables portent les mêmes noms de variables, mais sans le préfixe "diagnostics". Il s'agit de variables non harmonisées rapportées à l'origine par chaque IAM.	-	178
Price	Prix associés à certaines variables (carbon, denrées alimentaires de base, énergies, ...)	US\$2010/-	60
Primary Energy	Consommation totale d'énergie primaire (équivalent direct)	EJ/an	40
Production	Production de différents matériaux de construction	Mt/an	4
Revenue	Recettes totales de la taxe carbone	Milliards US\$2010/an	5
Secondary Energy	Production totale d'énergie secondaire	EJ/an	72
Temperature	Changement de la température moyenne mondiale par rapport à l'époque préindustrielle	°C	1
Trade	Exportations nettes de biomasse solide non transformée, pétrole, charbon et Gaz	EJ/an	4
Useful Energy	Energie total utilisé	EJ/an	1
Water Consumption	Consommation totale d'eau	Km3/an	2
Water Withdrawal	Prélèvement d'eau pour l'irrigation	Km3/an	1
Yield	Rendement des denrées de base en tonnes de matière sèche par hectare et par an	t DM/ha/an	3

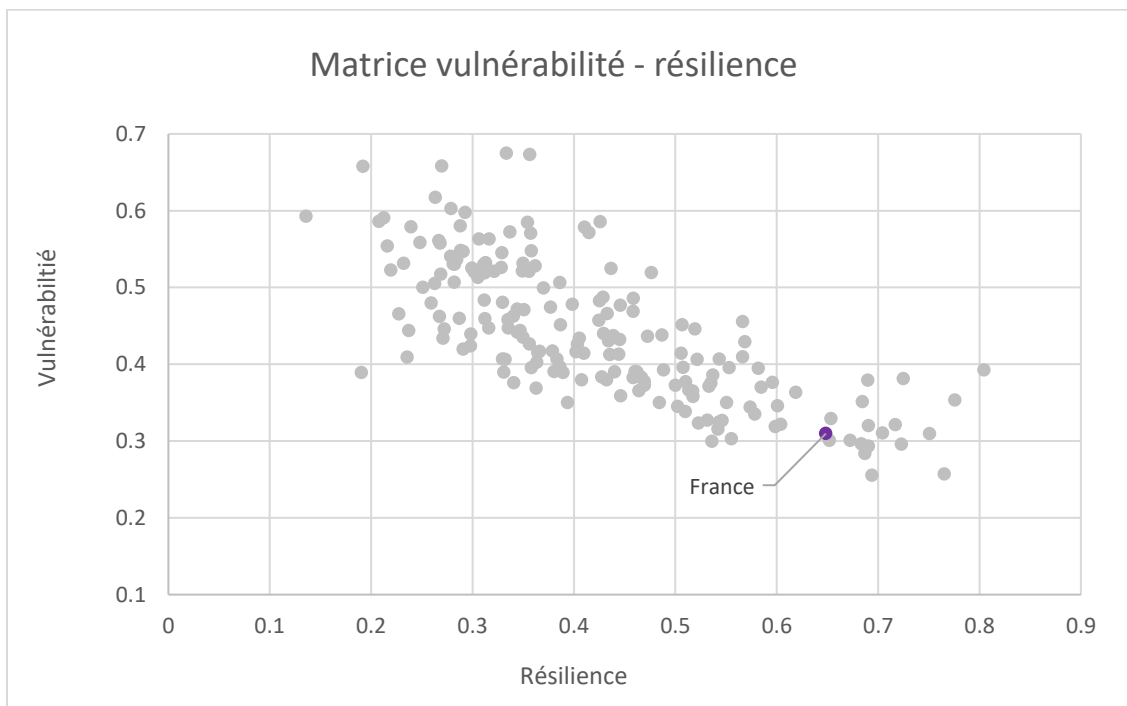
D. NG Gain Country Index

Visualisation géographique des scores

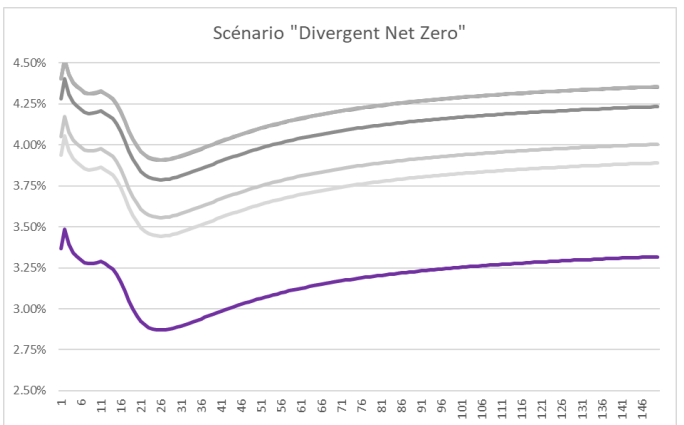
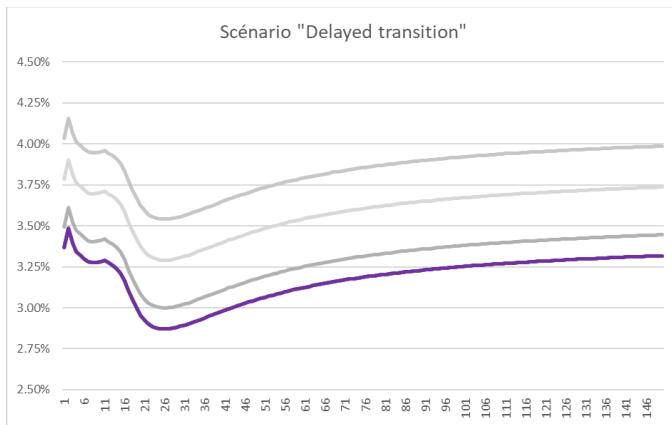
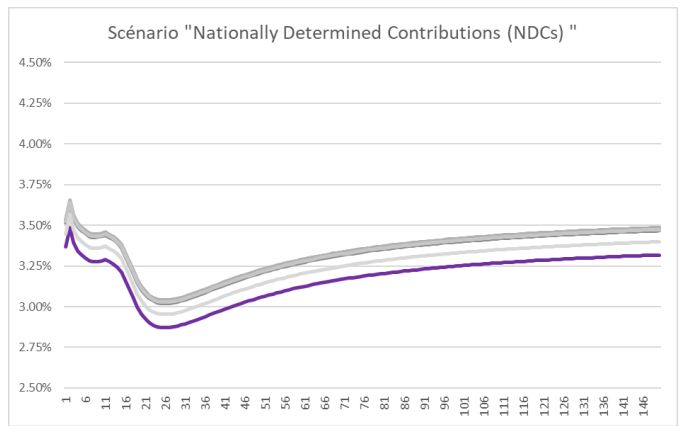
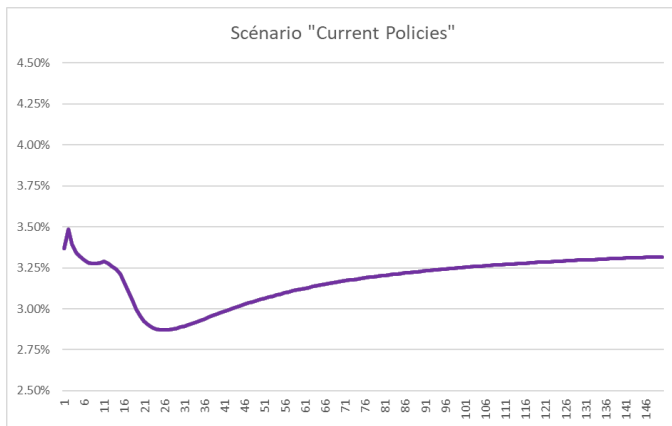
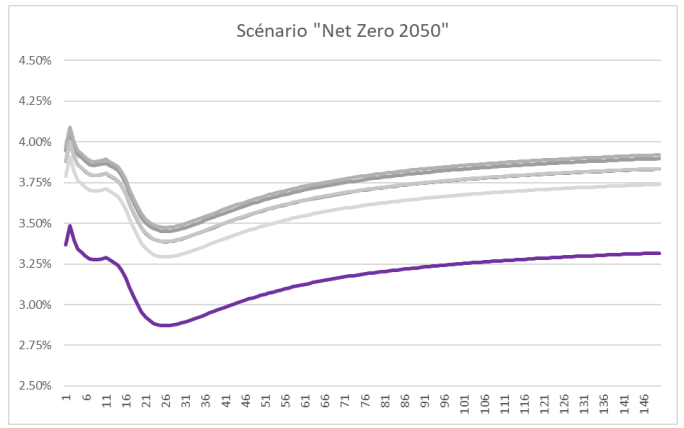
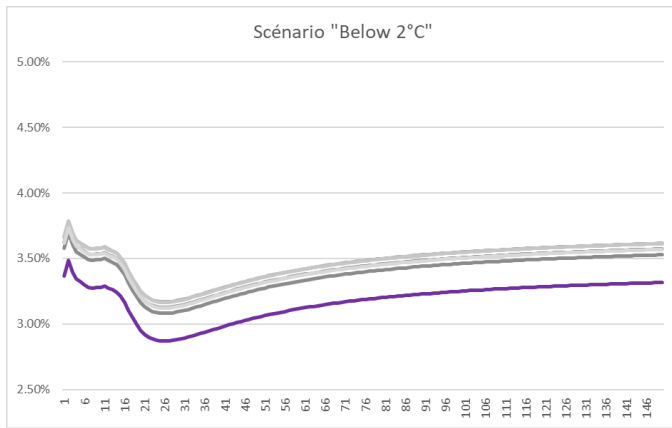


On remarque une forte corrélation entre le développement d'un pays et son indice ND-Gain. Les pays les plus riches et développés sont considérés comme les moins vulnérables et les mieux préparés aux risques climatiques. A l'inverse, les pays les plus pauvres sont considérés comme ceux qui sont les plus à risque.

Le graphique ci-dessous permet de visualiser la répartition des ratios de vulnérabilité - résilience des différents pays. On note une corrélation négative. Les pays les plus vulnérables sont généralement les moins préparés.



E. Générations des courbes de taux ZC



— Courbe EIOPA (avec VA) — 2023 — 2025 — 2030 — 2040 — 2050

F. Codification CIC

Tableau 13 - Tableau de la codification CIC

Code ISO 3166-3 alpha-2, XI (non coté) ou XI (non échangeable sur un marché réglementé)																
2 premiers chiffres	Pays de cotation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Troisième chiffre	Catégorie	Obligations souveraines	Obligations d'entreprises ordinaires	Actions ordinaires	Fonds d'investissement	Titres structurés	Titres garantis	Tresorerie et dépôts	Prêts et prêts hypothécaires	Immobilisations corporelles	Contrats à terme (futurs)	Options d'achat (call) sur indices action	Options de vente (put) sur indices action	Contrats d'échange (swaps) de taux	Contrats à terme (forwards) de taux	Dérivés de crédit
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Obligations d'état ordinaires	Obligations ordinaires	Actions ordinaires	Fonds actions	Risque action	Risque action	Tresorerie	Prêts sans garanties	Immobilier (de bureau et commercial)	Contrat à terme sur actions ou indices action	Options d'achat (put) d'actions ou sur indices action	Options de vente (put) sur indices action	Contrat d'échange (Swap) de taux	Contrats à terme (Forwards) de taux	Dérivés sur événement de crédit (Credit default swap)
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Obligations d'organisations supra-nationales	Obligations convertibles	Actions dans des sociétés immobilières et assimilées	Fonds obligataires	Risque de taux	Risque de taux	Dépôts transférables (équivalent à de la trésorerie)	Prêts gagés sur des titres	Immobilier (résidentiel)	Contrat à terme de taux	Options d'achat (call) sur obligation	Options de vente (put) sur obligations	Contrat d'échange (Swap) de change	Contrats à terme (Forwards) de change	Option sur spread de crédit (Credit spread option)
		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Obligations des collectivités régionales	Billets de trésorerie	Bons de souscription	Fonds monétaires	Risque de change	Risque de change	Autres dépôts de court terme (moins d'un an)	Prêts hypothécaires	Immobilier (usage propre)	Contrat à terme de change	Options d'achat (call) de change	Options de vente (put) de change	Contrat d'échange (Swap) de taux et de change	Échange de spread de crédit (Credit spread swap)	
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Obligations des collectivités municipales	Titres monétaires	Actions de préférence	Fonds à allocation d'actifs	Risque de crédit	Risque de crédit	Autres dépôts avec un terme supérieur à un an	Autres prêts avec garantie	Immobilier (en construction)		Warrants	Warrants			Dérivé de crédit sur transfert de rendement (Total return swap)
Quatrième chiffre	Sous-catégorie ou principal risque	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		Bons du trésor	Titres hybrides		Fonds immobiliers	Risque immobilier	Risque immobilier	Dépôts auprès des cédantes	Autres prêts avec garantie	Biens d'équipements (usage propre)	Contrat à terme de matières premières	Options d'achat (call) de matières premières	Options de vente (put) de matières premières	Contrat d'échange (Swap) de titres		
		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Obligations sécurisées ordinaires	Obligations sécurisées ordinaires	Fonds alternatifs	Fonds alternatifs	Risque liés aux matières premières	Risque liés aux matières premières	Avances sur police				Swaptions	Swaptions			
		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
		Obligations sécurisées soumises à une législation particulière	Obligations sécurisées soumises à une législation particulière	Fonds de capital-investissement	Fonds de capital-investissement	Risque de catastrophe et climatique	Risque de catastrophe et climatique				Contrat à terme sur risque de catastrophe et climatique	Options d'achat (call) sur risques de catastrophe et climatique	Options de vente (put) sur risques de catastrophe et climatique	Contrat d'échange (Swap) de risque de catastrophe et climatique	Contrats à terme (Forwards) sur risque de catastrophe et climatique	
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Titres subordonnés	Titres subordonnés	Fonds d'infrastructure	Fonds d'infrastructure	Risque de mortalité	Risque de mortalité				Contrat à terme sur risque de mortalité	Options d'achat (call) sur risque de mortalité	Options de vente (put) sur risque de mortalité	Contrat d'échange (Swap) de risque de mortalité	Contrats à terme (Forwards) sur risque de mortalité	
		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres

Source : Périclès⁵⁹

⁵⁹ https://www.pericles-group.com/wp-content/uploads/2016/11/ceipa110_transvregl_tablearecap_cic.pdf

G. Modification de la composition du portefeuille selon les différents scénarios

