

# NEXIASEARCH

## Principaux défis de la modélisation des risques climatiques dans le secteur bancaire



Pierre CORRE

# TABLE DES MATIÈRES

---

INTRODUCTION .....	3
1. FACTEURS DE RISQUES ET CANAUX DE TRANSMISSION .....	5
2. DONNÉES .....	11
3. STRESS TESTS CLIMATIQUES .....	14
CONCLUSION & NEXT STEPS .....	20

# INTRODUCTION

Au cœur des débats depuis plusieurs décennies, le dérèglement climatique est devenu l'un des sujets les plus importants du XXI<sup>e</sup> siècle. La température mondiale moyenne a augmenté d'1.2°C par rapport la période préindustrielle et les conséquences se font déjà ressentir partout sur le globe. En moins de 25 ans, la banquise a perdu plus 28000 milliards de tonnes faisant monter le niveau des océans. Une espèce animale ou végétale essentielle à la biodiversité s'éteint toutes les 20 minutes, et on estime à 143 millions le nombre de réfugiés climatiques d'ici 2050 avec évidemment des conséquences économiques et sociales désastreuses. Les phénomènes naturels causés par le réchauffement climatique semblent déjà s'accroître en nombre et en sévérité (Inondations, Incendies de forêts, régions inhabitables...) et cela ne va pas aller en s'améliorant.

Devant ce tableau peu réjouissant, si certaines catastrophes sont maintenant inévitables, il n'est pas encore trop tard pour éviter le pire. Les Accords de Paris sur le climat, ratifiés en 2016, engagent 195 pays signataires (sur 197 pays reconnus par l'ONU) à réduire drastiquement leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) pour maintenir la hausse des températures à un niveau inférieur à +2°C par rapport à la période préindustrielle. Pour atteindre cet objectif, il faudrait que les émissions nettes mondiales de GES soient réduites, d'ici 2050, d'au moins 50 % par rapport aux niveaux de 1990 et qu'elles soient ramenées à un niveau proche de zéro ou inférieur au plus tard en 2100.

Devant cet objectif ambitieux, l'ensemble des acteurs économiques a un rôle à jouer. Les entreprises doivent s'adapter d'une part pour faire face à ces risques climatiques, mais également pour contribuer à la baisse des émissions de GES. Certains secteurs notamment ceux de l'énergie, de l'agriculture, de la construction ou de l'automobile seront particulièrement impactés par cette transition écologique.

Un monde qui change est un monde incertain, et donc non-exempt de risque. Nous définissons le risque climatique comme le risque émanant du changement climatique. Ces risques peuvent être des risques physiques directement liés aux catastrophes (inondations, vagues de chaleur, glissements de terrain...) causant des dégâts humains ou matériels également des risques de transition vers une économie faible voire neutre en carbone, ayant des conséquences sur les entreprises, les habitudes de consommation des ménages et sur de nombreux facteurs économiques.

Les banques et les assurances, de par leur activité se trouvent fortement confrontées aux risques climatiques. L'AMF et l'ACPR exercent de plus en plus de pression sur ces dernières afin qu'elles mettent en place des mesures de contrôle et de suivi des risques climatiques. En 2020, un certain nombre de banques ont participé à un exercice pilote de stress tests climatiques basés sur des scénarios et des hypothèses publiées par l'ACPR. Les résultats de ces stress tests ont été publiés en avril 2021.

Malgré les efforts fournis, les institutions financières n'en sont encore qu'aux prémices de la gestion des risques climatiques et déjà un grand nombre de défis émergent. La gestion des risques climatiques diffère de la gestion des risques traditionnels sur plusieurs aspects, notamment sur celui des données, de l'horizon de modélisation et du niveau d'incertitude sur l'évolution future des sociétés.

Bien que les risques climatiques constituent une nouvelle source de risque qui n'était jusqu'alors pas mesurée par les banques, il est admis qu'ils peuvent être reflétés au travers des risques traditionnels (de crédit, de marché, de liquidité, opérationnel ou réputationnel). Par exemple, les risques climatiques augmentent le risque de crédit si les facteurs de risque climatiques réduisent la capacité des emprunteur à rembourser leurs crédits.

Lors de l'exercice de stress test, les banques volontaires ont principalement axé leurs efforts de modélisation des risques climatiques au travers du risque de crédit, et dans une moindre mesure au travers du risque de marché. Dans cette note, nous présentons les principaux challenges de la modélisation des risques climatiques au travers du risque de crédit et donnons quelques axes de réponses pour les surmonter.



# 1. FACTEURS DE RISQUES ET CANAUX DE TRANSMISSION

## FACTEURS DE RISQUES

Afin de traduire les changements climatiques en risques financiers, il est important d'identifier les facteurs de risques pouvant entraîner des pertes financières pour la banque. Les banques doivent donc en premier lieu établir la liste des principaux facteurs de risques auxquels elle sont exposées directement ou indirectement (par exemple au travers de leurs contreparties). Il existe deux types de facteurs de risques:

- **Les risques physiques** émanant des changements météorologiques et climatiques et qui impactent l'économie; et
- **Les risques de transition** émanant de la transition d'une économie dépendante en carbone, vers une économie faible voire neutre en carbone.

Parmi les risques physiques, on distingue d'une part les risques physiques aigus associés à des évènements météorologiques extrêmes (vagues de chaleur, fortes pluies, inondations, tempêtes, glissements de terrain, incendies...) ayant un impact direct sur les constructions, sur les vies humaines et sur les activités économiques. D'autre part, on retrouve les risques physiques chroniques (augmentation des températures, montée des océans...) et qui sur des périodes étendues, contribuent à la désertification, à la migration des populations ou à la disparition de certaines espèces.

Parmi les risques de transition, on dénote principalement trois grands types:

- **Politique sur le climat:** Dans le cadre des Accords de Paris, les gouvernements mettent en place des mesures dans le but de réduire les émissions de GES. Ces mesures peuvent prendre la forme de subventions pour encourager l'utilisation des véhicules électriques ou l'installation de panneaux solaires, mais aussi de taxes carbone aux entreprises émettrices de GES, ou de lois interdisant certaines actions trop polluantes (limitation du trafic aérien, interdiction de la vente de véhicules à moteur thermique...)
- **Technologie:** Les progrès de la technologie vont impacter bon nombre d'entreprises dont les modèles économiques reposent sur des technologies en non-concordance avec les objectifs sur le climat. On pense notamment au secteur de l'énergie qui doit développer son offre d'électricité verte pour répondre à la demande dans un monde sans carbone, au secteur agricole qui doit trouver de nouveaux moyens de réduire ses émissions, ou encore au secteur automobile avec de forts enjeux technologiques autour de la conception des véhicules électriques.

- **Habitudes de consommation:** une transition vers une économie neutre en carbone, ne se fera pas sans un changement de nos modes de consommation. Les comportements de certains particuliers montrent déjà les premiers signes d'une volonté de transition. Cela relève notamment dans le choix des circuits courts, de la baisse de la consommation de viande, d'une révolution des transports (véhicules électriques, transports en commun, vélo...). Dans le système bancaire, certains clients demandent à ce que leur argent serve à financer des projets écoresponsables. L'augmentation des catastrophes naturelles pourraient éveiller une prise de conscience collective sur les dangers du climat, et les particuliers de se diriger vers des modes de consommation plus respectueux de l'environnement.

## CANAUX DE TRANSMISSION

Il est communément admis que les risques climatiques peuvent être reflétés au travers des catégories traditionnelles de risques financiers (de crédit, de marché, opérationnel, de liquidité ou réputationnel). Une fois les principaux facteurs de risques climatiques identifiés, les banques doivent déterminer comment ces facteurs de risques impactent leurs propres risques financiers. Ces liens causaux sont appelés les canaux de transmission. On en dénote deux types :

- **Les canaux de transmission microéconomiques:** Les facteurs de risques climatiques impactent individuellement chaque contrepartie du portefeuille; et
- **Les canaux de transmission macroéconomiques:** Les facteurs de risques climatiques impactent les facteurs macroéconomiques (PIB, taux de chômage, investissements, inflation...) générant un stress systémique qui à son tour peut expliquer un risque de perte pour les banques.

Nous donnons ci-dessous, des exemples de canaux de transmission pour le risque de crédit. Dans ce contexte les banques sont soumises au travers de leurs contreparties à des canaux de transmission qui les exposent à un risque de crédit conséquent si les facteurs de risques diminuent la solvabilité de leurs client (PD) ou s'ils font baisser la valeur du collatéral (Collateral-LGD).

### Exemples de canaux de transmission microéconomiques des facteurs de risques physiques

- Les facteurs de risques physiques aigus impactent principalement les secteurs industriels et l'immobilier, en endommageant ou détruisant des biens matériels (infrastructures, habitations, production, équipement, moyens de transports, terres fertiles...) résultant in-fine à une baisse de la productivité. Certains secteurs sont particulièrement touchés par les dommages physiques. C'est le cas notamment de l'agriculture, de la construction, ou des entreprises dont la chaîne de production (incluant les fournisseurs, le transport...) est située dans des zones à haut potentiel de risque.
- En immobilier, il est montré que dix ans après la survenance d'un désastre, ce dernier a toujours un impact négatif sur la valeur des biens situés dans la zone du sinistre.
- Le secteur agricole devrait être également fortement impacté par la hausse des températures (facteurs de risques chroniques). On prévoit déjà dans un certain nombre de zones géographiques une diminution de la culture de certains produits (coton, soja, maïs).
- En ce qui concerne les crédits souverains, la baisse des taxes ou l'augmentation des dépenses qui surviendraient pour soutenir une économie en difficulté suite à des catastrophes répétées pourraient entraîner une hausse du taux d'emprunt ou des difficultés de remboursements de ces gouvernements par rapport à d'autres gouvernements moins impactés par les risques physiques.

## Exemples de canaux de transmission microéconomiques des facteurs de risques de transition

- Les entreprises sont soumises à un fort risque de transition, notamment par l'introduction des taxes sur les émissions de GES, réduisant ainsi leur profitabilité. Les entreprises les plus impactées seront celles des secteurs les plus polluants (extraction des énergies fossiles, agriculture, transport, pétrole...).
- Pour tenir les objectifs sur le climat, une grande partie des réserves de pétrole, de gaz et de charbon, devraient rester inexploitées. Les crédits collatéralisés par les réserves d'énergies fossiles sont d'autant plus exposés par la dévaluation de ces énergies.
- Les particuliers pourraient se tourner massivement vers des modes de consommations plus respectueux de l'environnement (véhicules électriques, électricité verte, circuits courts...). Les entreprises ratant leur transition écologique pourraient faire faillite.
- Les gouvernements et les entreprises sont également soumis à des risques de responsabilité s'ils sont jugés responsables de destruction environnementale. Ils pourraient alors subir une double peine. Ils devraient d'une part payer de lourdes amendes pour le préjudice causé et d'autre part voir leur réputation se dégrader fortement, et ainsi connaître une forte baisse de leur revenus (Ex: faillite de PG&E, jugée responsable d'un violent incendie en Californie)

## Exemples de canaux de transmission macroéconomiques des facteurs de risques physiques

- Les risques physiques sont responsables de lourds dégâts matériels, Certains gouvernements doivent payer pour réparer les dommages causés par les catastrophes ou investir pour se prémunir contre les futures catastrophes. L'augmentation des dépenses peut être amplifiée par la crainte chez les investisseurs qui en contrepartie demandent des taux d'intérêts plus élevés dans les obligations souveraines de ces gouvernements. Les risques physiques peuvent donc générer directement ou indirectement des baisses de revenus ou des augmentations de taxes qui peuvent impacter fortement l'économie et créer des crises économiques à l'échelle des états. Ces crises économiques pourraient se traduire par une baisse de la capacité de tous les emprunteurs (retails, corporates, souverains...) à rembourser leurs crédits.

## Exemples de canaux de transmission macroéconomiques des facteurs de risques de transition

- Pour tenir les engagements sur le climat, une grande partie des réserves d'énergie fossiles doit rester inexploitées. Certains états où une grande source d'emplois repose sur l'industrie du charbon ou l'extraction du pétrole pourraient connaître de forts ralentissements économiques
- En France, l'introduction de la taxe carbone revient à augmenter des coûts de production et donc à baisser la profitabilité des entreprises. Les entreprises pourraient répondre à cette taxe en baissant les investissements et en augmentant les prix faisant ainsi baisser la consommation. Le résultat de l'équation est bien connu, les deux facteurs simultanément (baisse de la consommation et des investissements) entraînent la baisse du PIB.

## HÉTÉROGÉNÉITÉ

Si tous les canaux de transmission cités précédemment peuvent avoir des répercussions sur les banques, il faut prendre en compte le fait que cet impact peut être différent en fonction d'autres facteurs exogènes ou endogènes.

La géographie joue un rôle très important sur les impacts des facteurs de risques climatiques sur la banque ou ses contreparties. En effet, certaines régions du globe, ou certaines zones sont bien plus exposées aux risques climatiques physiques que d'autres. De manière plus granulaire, la région, la proximité d'une rivière ou la topographie sont autant de facteurs qui peuvent aggraver ou atténuer les dégâts causés par un désastre naturel.

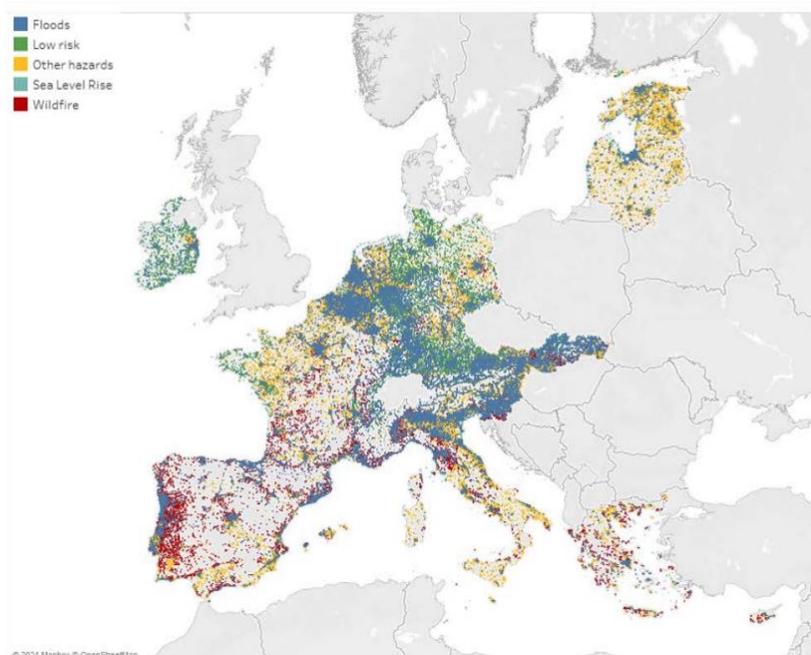
Par exemple, l'Asie Pacifique, les Caraïbes ou les Pays-bas sont fortement exposés à la montée des eaux.. Le sud de l'Europe sera plus sévèrement atteint par les vagues de chaleur et par les épisodes de sécheresse. De même, certains pays (Haïti, Birmanie...) sont plus fréquemment touchés par les tempêtes.

Les risques de transition peuvent également être disparates selon les états. Cela va dépendre notamment de certains facteurs tels que leurs systèmes politiques et économiques ou leur capacité à transiter vers des énergies renouvelables. Des mesures climatiques prises suffisamment tôt peuvent limiter les impacts des risques de transition en contraste avec des mesures prises tardivement et de manière abrupte. La structure économique d'un pays peut en grande partie expliquer sa résilience face aux risques climatiques.

Les pays dont l'économie repose sur des activités pratiquées en extérieures, sur l'agriculture, le tourisme sont beaucoup plus vulnérables aux désastres climatiques ou à l'augmentation des températures. Les pays reposant sur l'extraction du pétrole seront plus sévèrement touchés par les risques de transition.

La carte ci-dessous montre pour la zone Euro, l'intensité forward-looking de survenance des désastres climatiques projeté sur un horizon de 30 ans tandis que le graphique suivant indique par pays, la part des entreprises soumises au risques de transition et aux risques physiques. Cela permet de voir que les entreprises françaises sont relativement peu exposées aux risques physiques.

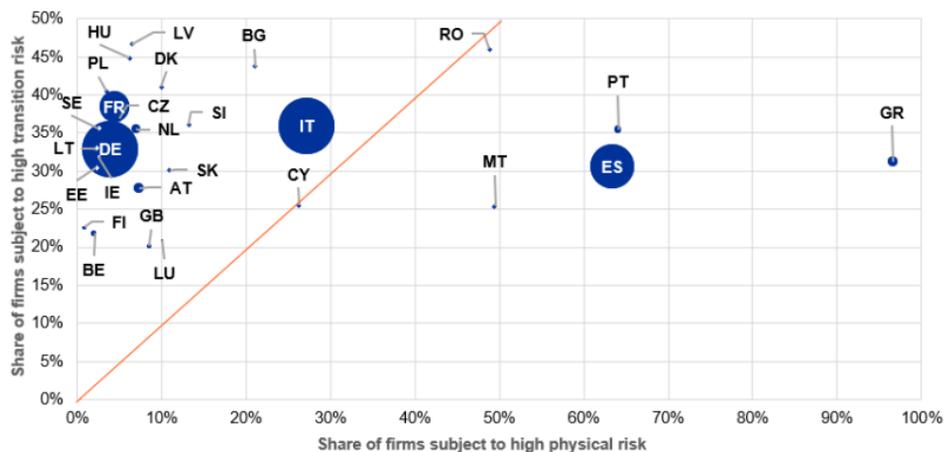
Physical risk: intensity and sources across European regions



Source: Source: ECB calculations based on the Four Twenty Seven dataset

## Share of firms exposed to physical versus transition risk by country

(percentages)

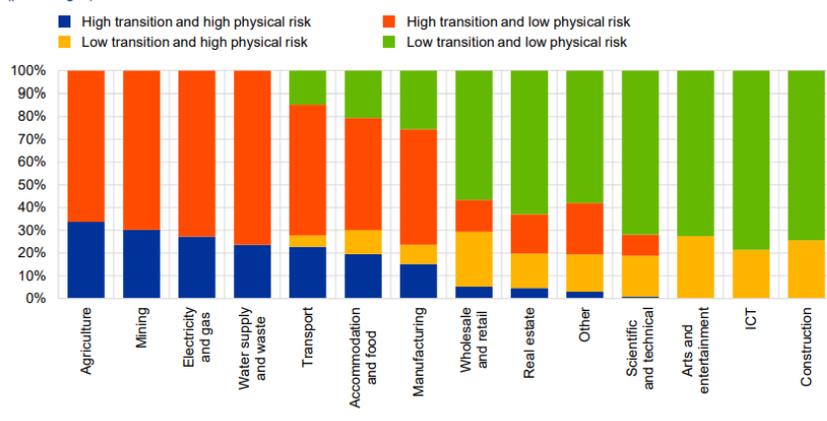


Source: Sources: ECB calculations based on AnaCredit, Urgentem, and Four Twenty Seven data (2018).

Pour les contreparties corporate, le secteur d'activité est pré-déterminant à la fois pour estimer l'impact des facteurs de risques physiques et de transition. Dans le premier cas, on peut facilement imaginer qu'une entreprise du secteur agricole soit très fortement impactée par la destruction de sa récolte annuelle suite à de fortes intempéries tandis que ces mêmes intempéries ne devraient pas avoir le même impact sur une société de biens et de services. En ce qui concerne les facteurs de transition, dans les années à venir, la rentabilité des entreprises risque principalement d'être impactée par les taxes carbone qui pèseront de plus en plus sur elles. Celles-ci étant déterminées par les émissions directes et indirecte de GES par les entreprises dépendent beaucoup du secteur d'activité. le graphique ci-dessous montre répartition de de certains secteurs d'activités face aux risques physiques et de transition.

## Share of firms subject to climate risk by sector

(percentages)



Source: ECB calculations based on Four Twenty Seven and Urgentem data (2018).

Si la géographie et le secteur d'activité peuvent expliquer en partie les différences d'impacts des risques climatiques, ces deux critères peuvent ne pas être suffisants. En effet, l'impact des facteurs de transition sur une entreprise va beaucoup dépendre de son modèle économique et de sa capacité technologique de transition. Certaines entreprises pourraient même y trouver une opportunité.

## 2. DONNÉES

La modélisation des risques climatiques nécessite de nouvelles sources de données différentes de celles utilisées dans les modèles traditionnels. On distingue trois catégories de données que l'on détaille dans cette section.

### DESCRIPTION DES FACTEURS DE RISQUES

Tout d'abord la modélisation des risques climatiques implique de recueillir des données décrivant les facteurs de risques.

Pour les facteurs de risques physiques, il s'agit des données géographiques et topographiques. Les différentes données ainsi recueillies (région, altitude, proximité d'une rivière, nature du terrain ...) peuvent être retranscrites en terme de probabilité de survenance et de sévérité de nouveaux sinistres singuliers ou répétés. Les banques n'étant généralement pas habituées à gérer, à manipuler ou à stocker ce type de données peuvent également recourir à des agences externes pour les leurs fournir. Ces données serviront à identifier les zones géographiques les plus exposées aux différents types de risques physiques.

De plus, l'historique des catastrophes naturelles ainsi que leurs conséquences économiques et matérielles sont des données souvent collectées par les assurances.

La transition écologique serait une première depuis le début de la période industrielle et par conséquent, peu de données sur les facteurs de risques de transition existent. De plus, il y a de nombreuses incertitudes sur la propension des gouvernements à mettre en place des mesures efficaces pour la lutte contre le dérèglement climatique. Ces incertitudes nous forcent à envisager un large champ de scénarios plausibles. On pourra se rapporter aux différents scénarios définis par le NGFS et décrits au chapitre 3. Il faudra alors traduire ces scénarios en termes de conséquences économiques, par exemple en déterminant l'évolution du montant de la taxe carbone et du PIB puis en terme de conséquences de risques financiers..

## VULNÉRABILITÉ DES EXPOSITIONS

En plus des données relatives aux facteurs de risques, les banques doivent inclure dans leur modélisation des risques climatiques, des données relatives à la vulnérabilité de leurs expositions face à ces risques. Ces données dépendent du type de contrepartie étudiée.

### Corporate

Les risques physiques peuvent avoir de lourdes conséquences financières pour les entreprises. Afin d'obtenir une vue globale de la vulnérabilité d'une entreprise face à ces risques, il faut recueillir des données géographiques. Cependant, l'adresse du siège social ne suffit généralement pas car toute la chaîne de production peut être impactée (usines, modes de transports, stockage, dépendance de l'activité avec d'autres entreprises elles aussi soumises à des risques physiques...).

La vulnérabilité d'une entreprise face aux risques physiques varie en fonction du secteur d'activité. L'agriculture et la pêche seront directement impactés par les intempéries, les épisodes de sécheresse (risques physiques aigus), la hausse des températures ou par la disparition des espèces (risques physiques chroniques).

Des données relatives aux émissions de carbone ou à la capacité des entreprises à réduire ces émissions au travers de la technologie auront un fort pouvoir explicatif sur la vulnérabilité des expositions. En effet, les risques de transition impactent davantage certains secteurs d'activité ou certaines zones géographiques (frontières juridiques). Les secteurs les plus émissifs seraient les plus touchés par les risques de transition avec l'intégration de la taxe carbone ou la baisse de demande des énergies fossiles. Grand nombre d'entreprises doivent aujourd'hui fournir un effort technologique d'envergure pour transiter vers une activité neutre en carbone. Par exemple, il est clair qu'une entreprise du secteur automobile ne parvenant pas à s'intégrer dans le domaine des véhicules électrique a peu d'avenir devant elle.

Enfin, les données plus traditionnellement récoltées permettent d'évaluer la solvabilité et l'état financiers des entreprises. Une entreprise déjà en difficulté financière serait à priori moins résistante face aux potentielles pertes émanant des risques climatiques.

### Immobilier

Les crédits immobiliers sont généralement collatéralisés par les biens financés. La position géographique du bien est une donnée essentielle pour évaluer la vulnérabilité d'un bien face aux risques physiques. On peut également récupérer des informations supplémentaires sur le bien. Ainsi le type de bien, l'étage, la nature des matériaux ou l'année de construction sont autant de facteurs explicatifs de sa capacité à résister aux intempéries.

Les biens immobiliers sont également soumis dans une moindre mesure aux risques de transition. Par exemple, un logement énergivore non conforme avec de nouveaux standards écologiques pourrait être dévalué dans une société neutre en carbone. Ainsi les bilans énergétiques des logements pourraient enrichir la base de données.

### Retail

En France, en dehors des dégâts occasionnés par des aléas climatiques localisés, les particuliers seront surtout soumis aux risques climatiques au travers leurs répercussions sur l'économie ou au travers de l'augmentation de leur facture énergétique. Des données permettant de lier les expositions aux facteurs économiques peuvent également permettre de segmenter la population en terme de risque climatique. Ainsi les données utilisées dans les modèles traditionnels de mesure du risque de crédit sont sûrement une bonne source d'information afin de quantifier l'impact des risques climatiques sur ces populations.

À ce jour, ces données ne sont généralement pas recueillies par les banques ou alors pas au niveau de granularité souhaité et un grand travail reste à faire pour alimenter la base de données climatiques. Pour les données géographiques, un haut niveau de précision permet de mieux de déterminer le niveau réel de vulnérabilité des expositions face aux risques physiques mais cela requiert des systèmes informatiques plus performants pour stocker et traiter ce type de données.

Certaines défaillances dans les données peuvent être comblées par l'utilisation des données recueillies lors du processus d'octroi de crédit à la contrepartie. Cependant, ces données sont souvent qualitatives plutôt que quantitatives notamment pour les petites entreprises, et ne sont généralement pas remises à jour une fois le crédit octroyé (obsolescence des données).

Les données peuvent être complétées par des informations publiques. Les entreprises sont de plus en plus incitées à réaliser et publier des bilans carbone ainsi que des plans de transition pour réduire leurs émissions de GES. Ces rapports peuvent être sources de beaucoup d'informations utiles à la modélisation des risques climatiques, mais ces données sont difficiles à récupérer, et sont souvent disponibles uniquement pour les plus grandes entreprises. Le site de l'ADEME recense à ce jour plus de 3500 rapport de bilan carbone d'entreprises, d'associations, de collectivités territoriales, ou d'établissement publics.

Les données peuvent ne pas être disponibles au niveau le plus granulaire. Par exemple, les émissions de GES semblent à priori une bonne variable explicative pour déterminer la vulnérabilité d'une entreprise face à la taxe carbone mais ces émissions sont le plus souvent publiées par secteur d'activité et ne prennent pas compte des spécificités propres à chaque sous-secteur ou chaque entreprise. Dans ce cas, des méthodes de désagrégation des données à des niveaux plus granulaires peuvent être requises.

Enfin, les données de fournisseurs externes peuvent venir compléter les données des contreparties. Certains fournisseurs produisent des ratings ou des scores pour noter les contreparties face à leur vulnérabilité aux risques climatiques (exemple note ESG). Cependant, ces données sont à manipuler avec précaution car les banques ont peu de visibilité sur la qualité de ces données ainsi que sur la méthodologie utilisée pour produire ces ratings..

## DONNÉES FINANCIÈRES

De manière à traduire les facteurs de risques et la vulnérabilité des contreparties en terme de risque financiers, les banques devront utiliser les données plus traditionnelles (PD, LGD, CCF). Une bonne connaissance de la composition de leurs portefeuilles et des données concernant les contreparties permettra une analyse du risque climatique plus fiable.

## 3. STRESS TESTS CLIMATIQUES

### Analyse du portefeuille

L'analyse du portefeuille est une des premières étapes dans toute modélisation des risques. Dans le cadre des stress tests climatiques, l'analyse du portefeuille permet aux institutions financières de dresser un premier bilan de leur exposition face aux risques climatiques. Elle repose sur des analyses graphiques axées autour de deux critères principaux : la zone géographique et le secteur d'activité. L'analyse du portefeuille permet ainsi de prioriser les travaux de modélisation en identifiant les contreparties ou les secteurs les plus sensibles aux facteurs de risques physiques et de transition.

### Classification des expositions

À mener de manière presque conjointe avec l'analyse du portefeuille, la classification des expositions d'un portefeuille aux risques climatiques consiste à classer et ordonner les expositions en fonction de leur risque de pertes financières face aux facteurs de risques climatiques. Dans la pratique, les travaux sur la classification des expositions aux risques climatiques n'en sont encore qu'à un stade précoce, sont qualitatifs et manquent de granularité. Par exemple une classification des expositions corporate basée uniquement sur le seul secteur d'activité ne permet pas de différencier les contreparties face à l'étendue des risques climatiques auxquels elles sont soumises. Une telle classification ne prendrait pas en compte les facteurs spécifiques à chaque entreprise (géolocalisation, émission de GES, capacité de transition technologique...) qui peuvent limiter ou amplifier les impacts climatiques.

La localisation des contreparties est un facteur prédéterminant qui doit survenir dans la classification. En effet, les aléas climatiques sont localisés géographiquement, et le risque de transition est déterminé principalement par les frontières juridiques qui sont généralement celles des états. Dans leurs classifications, les banques devront cependant trouver le bon niveau de précision géographique à utiliser en tenant compte de toute la chaîne de production. Une forte précision (par adresse) peut permettre d'expliquer finement la vulnérabilité d'une contrepartie face à aux facteurs de risques physiques mais ce niveau d'information peut être difficile à récupérer et il pourrait être pertinent de procéder à une simplification (par code postal ou par région). À l'inverse, pour expliquer la vulnérabilité aux risques de transition, une moins grande précision géographique (par exemple au niveau pays) pourrait suffire.

Une classification par secteur d'activité permettrait d'identifier les contreparties les plus exposées aux risques climatiques.

S'il existe beaucoup de données sur les émissions de GES, celles-ci sont généralement publiées par secteur. Il faut néanmoins prendre en compte les disparités au sein même des secteurs car certains sous-secteurs d'activité ou certaines entreprises peuvent par exemple être moins émissifs que d'autres, ou être plus aptes à la transition écologique et donc moins exposés aux risques de transition.

Enfin, les facteurs de risques pouvant être de différentes natures et impacter de manière indépendante chaque contrepartie, il est possible de mener plusieurs classifications des expositions vis-à-vis des différents facteurs de risques (montée des eaux, incendies, inondation, taxe carbone...). Une méthode d'agrégation des différents effets sera nécessaire pour déterminer l'impact global du stress climatique.

## HORIZON DE TEMPS

Si la modélisation des risques traditionnels est généralement effectuée sur des horizons plutôt courts (de 2 à 5 ans), les risques climatiques ont des impacts sur des périodes beaucoup plus étendues. Généralement les scénarios sont projetés sur des horizons variant de 30 à 50 ans.

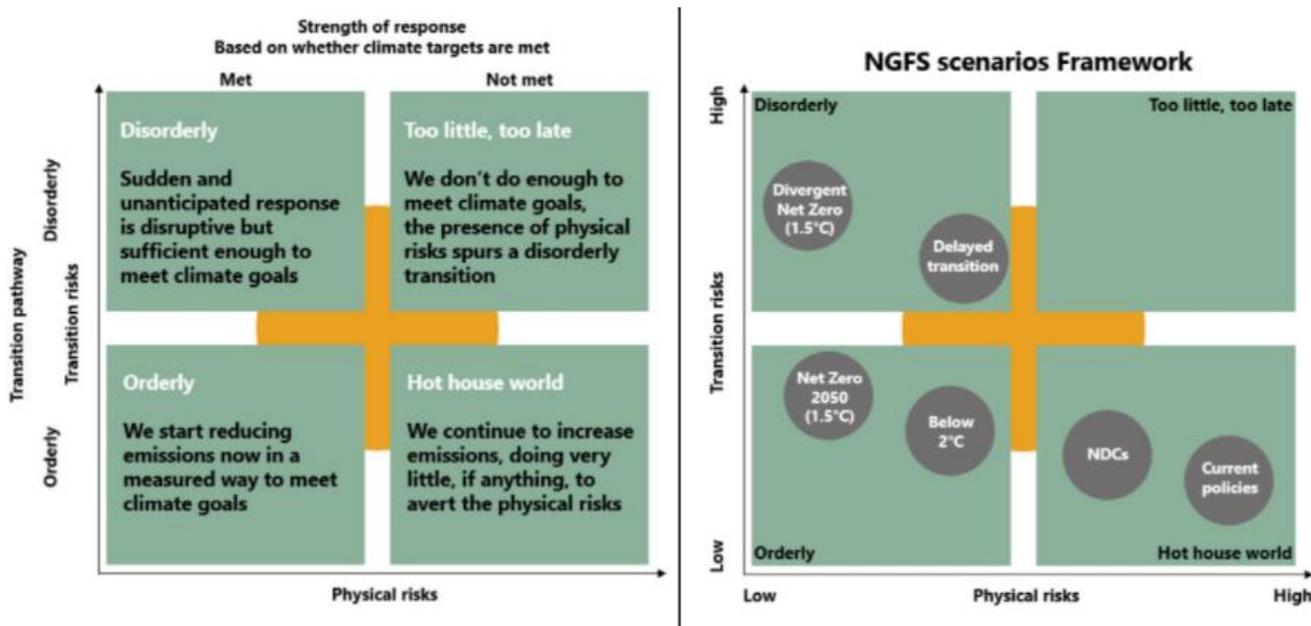
Ces horizons lointains posent de nouveaux challenges en terme de modélisation notamment en augmentant les incertitudes. D'abord sur les trajectoires futures en terme de politiques climatiques qui seront adoptées par les gouvernements, sur la mesure des impacts économiques ou encore sur la mesure des pertes des institutions financières.

Pour couvrir au mieux ces incertitudes, les banques doivent envisager un nombre important de scénarios de transition et de trajectoires futures dans la modélisation des risques climatiques. Nous décrivons à la section suivante les scénarios du NGFS communément employés.

Un autre challenge lié à ces horizons lointains repose sur l'évolution du bilan des banques. À l'exception de quelques crédits immobiliers récemment octroyés, la majeure partie des crédits dans les portefeuilles des institutions financières n'excède pas quelques années. Ainsi, dans leurs exercices de stress tests, les banques doivent poser des hypothèses sur l'évolution de leur bilan sur de longs horizons. Cela leur permet de refléter leurs décisions stratégiques et d'adapter leurs niveaux d'expositions au changement climatique afin d'en limiter les impacts. Dans l'exercice pilote de l'ACPR sur les stress tests climatiques, les banques faisaient l'hypothèse d'un bilan statique pendant les cinq premières années de projection (2020-2025), puis d'un bilan dynamique avec un rafraichissement tous les cinq ans jusqu'en 2050.

## SCÉNARIOS DE TRANSITION DU NGFS

Le réseau pour le verdissement du système financier (NGFS) recense et partage les bonnes pratiques des institutions financières dans leur travaux sur les risques climatiques et sur le renforcement de la finance verte. Le NGFS propose un cadre analytique pour l'évaluation des risques liés au climat en vue de mesurer l'impact de ces risques sur l'économie et la stabilité financière. Dans ce cadre repose notamment la description d'un ensemble de plusieurs scénarios plausibles sur l'évolution future des trajectoires. Ces scénarios sont majoritairement pris comme référence lors des exercices d'analyse des risques climatiques par les établissements bancaires.



La première catégorie de scénarios définie par le NGFS est dite ordonnée. Le coût optimal du carbone est immédiatement introduit dans les politiques puis augmente progressivement jusqu'en 2050. Cette lente progression du prix du carbone laisse le temps aux entreprises d'entreprendre leur transition écologique. Les émissions nettes de carbone deviennent nulles d'ici 2050, et les températures sont maintenues en dessous de +2°C par rapport à l'ère préindustrielle.

La deuxième catégorie englobe des scénarios désordonnés selon lesquels uniquement les politiques annoncées à ce jour sont mises en application, sans modification du coût du carbone. Puis soudainement en 2030, le coût optimal du carbone est réévalué et augmentent fortement chaque année jusqu'à atteindre des émissions nettes de carbone nulles d'ici 2050. Les températures seront également maintenues à +2°C par rapport à l'ère pré-industrielle.

La troisième catégorie de scénarios est nommée 'hot house world' (terre étuve). Nous continuons d'augmenter nos émissions en faisant trop peu pour les réduire. Le risque de transition est faible, mais les températures moyennes augmentent fortement jusqu'à atteindre un niveau de +4°C d'ici 2100 avec un fort risque physique sous-jacent.

Enfin, dans la dernière catégorie, too little too late (trop peu, trop tard). Les émissions continuent de croître augmentant les risques physiques. Devant l'augmentation des catastrophes naturelles, certains gouvernements tentent de mettre en place des actions et les particuliers revoient leurs habitudes de consommation, amenant à des transitions désordonnées, éparpillées sur la planète. Sous cette catégorie, les risques physiques et de transition sont très forts.

Le NGFS a publié différents scénarios pour les trois premières de ces catégories.

### Scénarios ordonnés

Net zero 2050. Le réchauffement climatique est capé à +1.5°C au travers de politiques climatiques strictes et par l'innovation. Les plus importantes juridictions atteignent des émissions nettes nulles pour tous les GES vers 2050

Below 2°C. Les politiques climatiques deviennent graduellement de plus en plus strictes. De telle manière à limiter le réchauffement climatique sous +2°C

### Scénarios désordonnés

Divergent net zero. Les émissions nettes deviennent nulles autour de 2050 mais les coûts de transitions sont plus élevés en raison de politiques divergentes selon les secteurs. Ce qui entraîne une réduction plus rapide de l'utilisation des énergies fossiles.

Transition retardée (ou Delayed transition). Les émissions ne diminuent pas avant 2030. De fortes politiques sont requises pour limiter le réchauffement climatiques sous +2°C.

**Scénarios 'Hot house world'** (Les politiques actuelles sont mises en places, mais pas de nouvelles mesures sont prises)

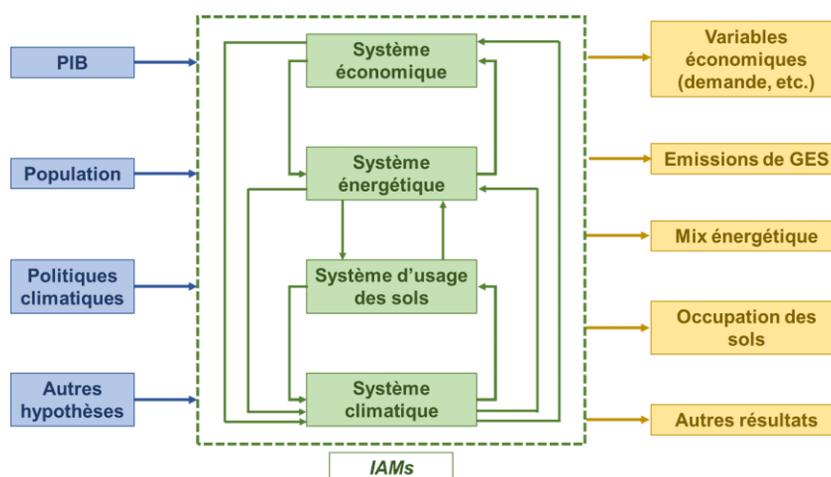
Nationally Determined Contributions) (NDCs). Toutes les politiques annoncées même si elles ne sont pas encore mises en applications. Le net zéro des émissions n'est pas atteint d'ici 2050, et l'augmentation des températures atteint +2.5°C

Politiques actuelles (ou Current Policies). Pas de nouvelles mesures climatiques mises en place si ce n'est les mesures déjà mises en application. C'est le pire des scénarios climatiques qui résulte en une augmentation des températures moyennes de +3°C avec des impacts sur tous les secteurs, et dans toutes les zones géographiques

Dans les exercices de stress tests usuels, le scénario baseline est choisi comme étant un scénario 'Business As Usual'. Cependant, dans les stress tests climatiques, ce scénario est le scénario de terre étuve qui est jugé comme étant celui ayant les conséquences économiques les plus désastreuses à cause de la multiplication des évènements climatiques induite par la hausse des températures. Il est donc supposé que le scénario baseline à utiliser est un scénario ordonné selon lequel nous parvenons à contrôler à la fois les risques physiques et les risques de transition.

## DES SCÉNARIOS AUX CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES

Les régulateurs ont récemment publié plusieurs rapports résultant des pratiques employées par les établissements bancaires pour modéliser leurs risques climatiques. Les méthodes utilisées pour traduire les scénarios en termes de conséquences économiques semblent principalement s'appuyer sur des modèles économiques. Les Integrated Assessment Models (IAMs) permettent par exemple de prendre en compte les interactions entre les systèmes climatique, socioéconomique et technique. Ils modélisent des systèmes très complexes et tentent de représenter au mieux les chaînes causales qui les relient.



NiGEM (National Institute Global Econometric Model) est un modèle d'équilibre général qui peut être utilisé afin d'obtenir les projections de variables économiques pour plus de 60 pays et régions du monde, Il tient compte de la structure économique des états et de leurs dépendances avec les autres régions du monde.

## INTÉGRATION DES RISQUES PHYSIQUES

Les quelques études publiées à ce jour et projettent principalement certaines variables économiques ainsi que le prix du carbone en fonction des facteurs de risques de transition sans vraiment prendre en compte l'impact des facteurs de risques physiques.

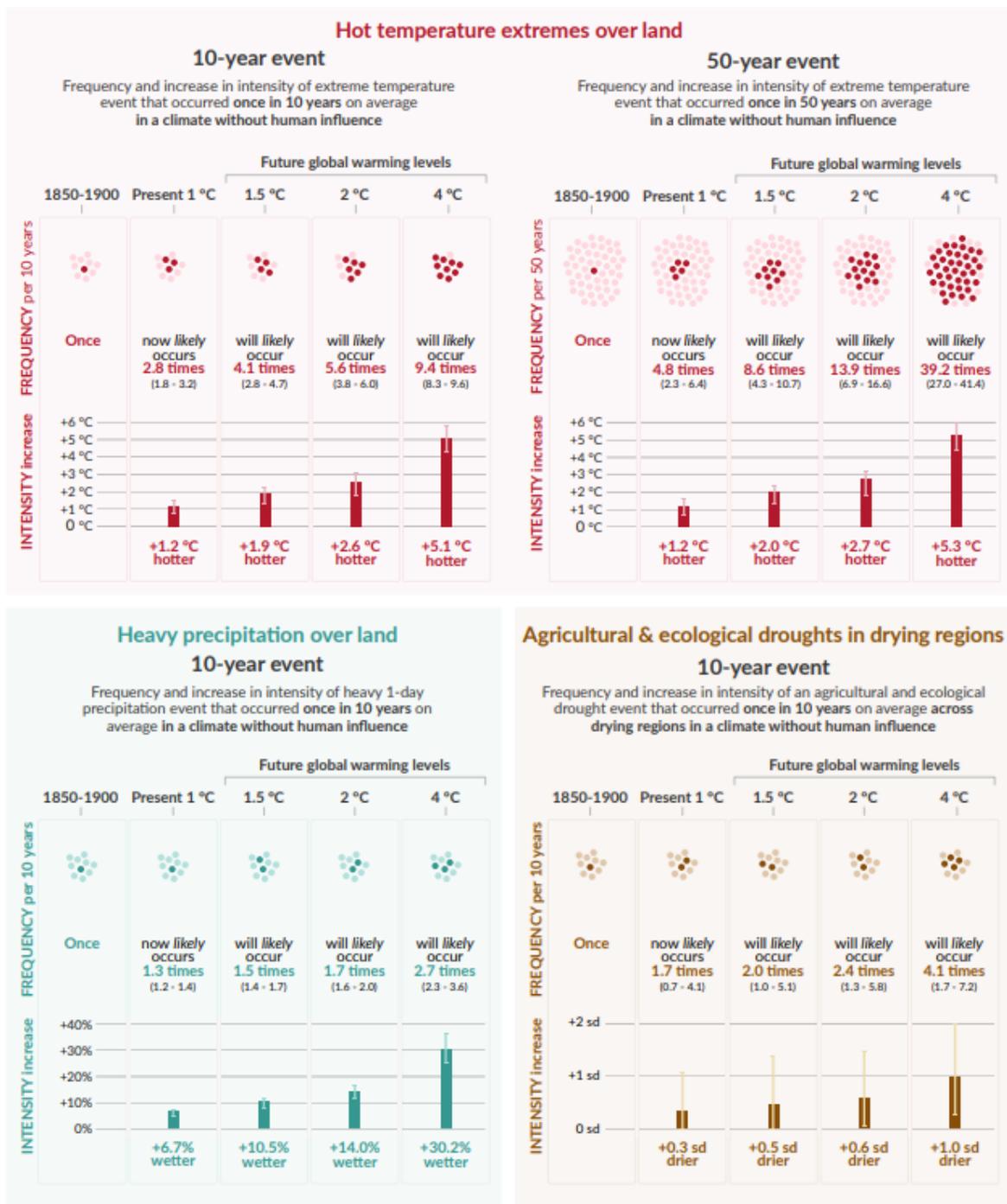
Il semble pourtant judicieux d'intégrer à la fois les facteurs de risques physiques et de transition dans les projections économiques car les deux sont à priori interdépendants. En effet, en considérant la concentration actuelle de CO2 dans l'atmosphère, certains phénomènes naturels sont déjà inévitables. L'augmentation des sinistres liés au climat devraient augmenter la pression mise sur les gouvernements à accélérer les actions climatiques en vue de diminuer les émissions de GES. Réciproquement, les politiques climatiques, pourraient limiter les hausses des températures et par conséquent le nombre et la sévérité des futurs désastres climatiques.

L'intégration des facteurs de risques physiques dans les modèles de projection économique est un véritable challenge de modélisation, cependant il est nécessaire de les prendre en compte car ils pourraient entraîner des pertes économiques conséquentes liées aux dépenses engendrées pour réparer les dégâts causés et liées à la baisse de productivité des entreprises. On estime que les pertes économiques induites par un scénario 'hot world house' seraient plus importantes que dans n'importe quel autre scénario.

En plus de leur impact macroéconomique, les événements climatiques peuvent impacter directement les contreparties en détruisant les biens ou en diminuant la production. Aux banques alors d'évaluer les probabilités de survenance de ces événements (qui peuvent varier selon le scénario de transition) et d'étudier la vulnérabilité de leurs contreparties face à ces événements. Par exemple, de fortes précipitations peuvent entièrement détruire une récolte et en même temps la quasi-totalité des revenus annuels d'une entreprise du secteur agricole.

La dépendance entre les risques physiques et les risques de transition peut s'effectuer au travers des différents scénarios. Plus un scénario permet de limiter le réchauffement climatique, plus on peut estimer que la probabilité de survenance d'un événement climatique ou sa sévérité seront faibles. La figure qui suit est directement extraite du rapport du GIEC publié en août 2021. Elle montre que l'augmentation de la température moyenne entraîne une forte augmentation du nombre et de la sévérité des désastres climatiques (vagues de chaleurs, fortes précipitations, vagues de sécheresse).

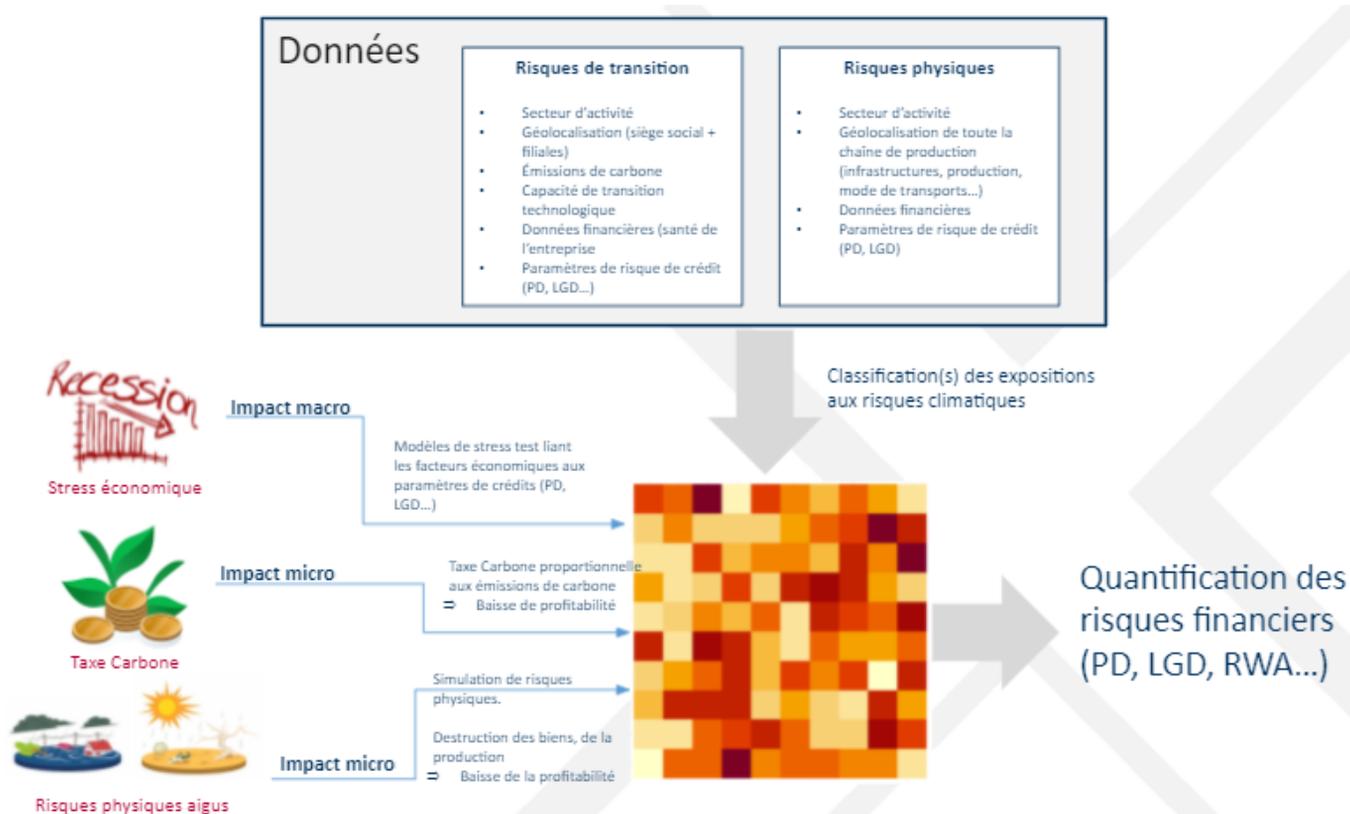
# Projected changes in extremes are larger in frequency and intensity with every additional increment of global warming



## MODÉLISATION DES RISQUES CLIMATIQUES

L'analyse de la littérature sur la modélisation des risques climatiques montre que les risques climatiques interviennent principalement au travers de trois canaux de transmissions.

1. **Effet Économique (effet macro):** Les risques de transition et les risques physiques ont des effets sur les variables macro-économiques (Ex. baisse du PIB, inflation, baisse des investissements, augmentation du taux de chômage...). Une fois les projections obtenues, utiliser des modèles de stress tests traditionnels permet d'évaluer les shifts moyens des PD/LGD sur les contreparties.
2. **Effet Taxe carbone (effet micro):** la taxe carbone impactera la profitabilité des entreprises et donc l'effet sur leurs paramètres de crédit peut être évalué idiosyncratiquement. Le coût de la taxe carbone pour une entreprise est proportionnel à ses émissions. On peut ainsi évaluer la baisse de profitabilité attendue de chaque entreprise du portefeuille, et en couplant celle-ci avec sa situation financière, on peut répercuter l'impact sur sa PD et sa LGD individuellement.
3. **Effet direct des risques physique (effet micro) :** De la même façon que pour la taxe carbone, si une entreprise est spécifiquement touchée par un désastre naturel, on peut évaluer sa baisse de profitabilité (à l'aide d'hypothèses ou de données historiques sur les catastrophes), et en déduire le shift de sa PD ou de sa LGD. La survenance du risque physique peut être modélisée par une probabilité dépendant uniquement de la localisation géographique, la sévérité du désastre, elle, dépendrait plutôt du secteur d'activité.



# Conclusion

L'intérêt des établissements bancaires pour les sujets modélisation des risques climatiques croît rapidement depuis quelques années. Cet intérêt est principalement amplifié par l'augmentation des évènements climatiques déjà visibles, par l'augmentation des publications de rapports sur la situation climatique (Ex. rapport du GIEC en août 2021) et par l'augmentation des attentes réglementaires attendues par les superviseurs. Les banques ont reconnu que les risques climatiques constituent un véritable risque pouvant mettre en péril leur solvabilité financière.

Jusqu'ici très peu étudiés, les stress tests climatiques ont plusieurs objectifs. Tout d'abord, ils permettent de faire prendre conscience aux institutions financières du montant de leurs expositions face aux risques climatiques. Les banques peuvent ainsi intégrer ces risques dans l'évaluation de leur capital réglementaire. Par ailleurs, ils leur permettent de poser des hypothèses sur l'évolution de leurs bilans sur de longs horizons afin de vérifier que leurs stratégies à long terme sont en concordance avec leur appétit au risque. Les établissements bancaires ne sont donc pas seulement spectateurs mais peuvent se constituer comme des acteurs de la transition écologique en finançant davantage de projets écologiques pour limiter le réchauffement climatique tout en maîtrisant leurs risques.

L'exercice pilote de stress tests climatiques mené par l'ACPR entre 2020 et 2021 a permis de faire beaucoup de progrès sur la compréhension et sur la modélisation de ce nouveau type de risque. La plus grande partie des établissements français ont répondu présent à cet exercice. Les résultats montrent que les banques françaises sont relativement peu exposées aux risques climatiques. Cet exercice pilote a néanmoins mis en évidence la nécessité de poursuivre les travaux afin d'améliorer l'estimation des risques.

# NOUS CONTACTER



**Ali BEHBAHANI**

*Associé Fondateur*

Tel. : +33 (0)1 44 73 86 78  
Mob. : +33 (0)6 64 23 58 19  
[abehbahani@nexialog.com](mailto:abehbahani@nexialog.com)



**Christelle BONDOUX**

*Associée,  
Directrice Commerciale et Recrutement*

Tel. : +33 (0)1 44 73 75 67  
Mob. : +33 (0)6 99 30 42 49  
[cbondoux@nexialog.com](mailto:cbondoux@nexialog.com)



**Paul-Antoine DELETOILLE**

*Responsable de Compte  
Global Markets*

Tel. : +33 (0)1 44 73 75 70  
Mob. : +33 (0)7 64 57 86 69  
[padeletoille@nexialog.com](mailto:padeletoille@nexialog.com)

[www.nexialog.com](http://www.nexialog.com)

Retrouvez toutes nos publications sur  
Nexialog R&D

THINK SMART, ACT DIFFERENT

110 , avenue de la République  
75011 Paris

France

+ 33 ( 0 ) 1 44 73 75 60

[www.nexialog.com](http://www.nexialog.com)

© Février 2021- Nexialog Consulting

Tous droits réservés

Crédit photos : David Tenori