



**NEXIASEARCH**

# Stress-test climatique : estimation de la perte attendue sur un portefeuille de crédit corporate

Marcos ABOH  
Joss LATAPIE GOULIAN

---

THINK SMART  ACT DIFFERENT

# TABLE DES MATIÈRES

- Introduction 3

---

- Méthodologie d'estimation de la perte attendue ECL 4

---

- Analyse de l'estimation du taux de perte attendue 7

---

- Illustration : application sur une typologie d'exposition de crédit bancaire 9

---

- Conclusion 11

# INTRODUCTION



Les régulateurs financiers ont pris conscience des enjeux du risque climatique et ont mis en place des réglementations pour intégrer progressivement ce risque émergent dans les pratiques des institutions financières. Ainsi, la BCE [1] et l'ACPR [2] ont diffusé des attentes en matière de gestion des risques climatiques telles que le développement d'outils de stress test climatique.

L'objectif principal de cette note est de proposer une méthode d'estimation des impacts du changement climatique sur les pertes financières attendues des banques. Plusieurs méthodologies d'évaluation de la perte attendue – L'ECL (Expected Credit Loss), existent à ce jour [5]. Dans le cadre de cette note, la méthodologie adoptée pour stresser l'ECL se base sur les projections de ses composantes (PD et LGD) à partir de scénarios climatiques.

Ces prévisions découlent de la projection du cycle économique, influencé par les scénarios climatiques. En clair, l'impact des facteurs climatiques sur les paramètres de crédit (PD et LGD) est capturé via les sensibilités du risque systémique aux facteurs macroéconomiques d'une part, et à travers l'impact des facteurs climatiques sur les facteurs macroéconomiques d'autre part.

Cette note s'inscrit dans la continuité des études de projection des paramètres de la PD [3] et de la LGD [4] développées par notre département R&D. Sur la base des scénarios climatiques, cette note propose de combiner les résultats établis par ces précédents travaux afin de projeter les pertes attendues.

# Méthodologie d'estimation de la perte attendue ECL

## I. Objectif et Inputs

Objectif principal : à partir des résultats des projections de la PD et de la LGD proposées dans les études préliminaires [3] et [4], cette note se propose d'estimer des trajectoires de projection des pertes attendues ECL d'un portefeuille de crédit corporate. Les projections proposées couvrent la période 2023-2050.

Scénarios climatiques : cette étude s'appuie sur les scénarios climatiques utilisés dans le cadre des travaux sur le stress test climatique de la PD et de la LGD au cours des études préliminaires [3] et [4]. Nous utilisons donc 3 scénarios climatiques construits par le NGFS; il s'agit des scénarios « Below 2°C », « Delayed transition » et « Current Policies ».

Données : les principaux inputs de cette étude sont les trajectoires stressées de la PD et de la LGD (PD Point-in-Time et LGD Point-in-Time) dans les 3 scénarios climatiques retenus.

Les Probabilités de défaut - PD PIT ont été calibrées sur des données de rating corporates provenant de l'agence de notation S&P, et couvrant la période du 28 avril 2009 au 04 juin 2021.

Les Pertes en cas de défaut - LGD PIT ont été calibrées sur des données de LGD corporates issues du rapport de Moody's Investors Service [6], sur la période du 01 janvier 1983 au 01 janvier 2020.

L'ensemble de ces données de portefeuilles concernent principalement des entreprises américaines mais aussi des entreprises localisées en Europe, en Amérique de sud et en Asie.

## II. Calcul de l'ECL

En se plaçant sur les périodes de projections annuelles allant de 2023 à 2050, nous faisons les considérations suivantes en ce qui concerne les paramètres de risque de crédit (PD et LGD) stressés par le risque climatique :

- Nous définissons  $(P_t)_{i,j}^s$  comme la probabilité pour une contrepartie ayant la note  $i$  au temps  $t - 1$  de migrer vers la note  $j$  au temps  $t$ , pour un scénario climatique  $s$  donné. Nous notons  $M_t^s = [(P_t)_{i,j}^s]_{1 \leq i, j \leq q}$ , la matrice de transition PIT construite à partir des  $(P_t)_{i,j}^s$  pour un scénario  $s$  donné; Dans cette étude, nous avons considéré  $q=5$  classes de rating, la classe 1 étant la mieux notée et la classe 5 représentant les entreprises défailtantes.

- Nous notons également  $LGD_t^s$  comme étant l'estimation de la LGD au temps  $t$  pour un scénario climatique  $s$  donné.
- Nous supposons enfin que  $ECL_t^s$  est l'estimation de la perte attendue au temps  $t$  pour un scénario climatique  $s$  donné.

Par suite, la pratique réglementaire définit la perte attendue à une date donnée comme le produit de l'exposition au défaut, de la probabilité de défaut et de la perte en cas de défaut à cette date. Ainsi, conditionnellement à un scénario climatique  $s$  donné, et pour tenir compte des transitions intermédiaires entre les notations des contreparties durant la période de projection, l'expression mathématique de l'ECL est donnée comme suit :

$$ECL_t^s = \frac{EAD_t^s}{(1+TIE)^t} \times PDM_t^s \times LGD_t^s \quad (1)$$

Avec  $PDM_t^s$  la probabilité de défaut marginale à 1 an (entre  $t-1$  et  $t$ ) des contreparties du portefeuille, pour un scénario climatique  $s$  donné. Elle est agrégée à l'ensemble du portefeuille en supposant une équirépartition des émetteurs entre leur rating.

**TIE** représente le taux d'intérêt effectif.

Les probabilités de défauts sont stockées dans des matrices de transition  $M_k^s$ .

Le terme  $PDM_t^s \times LGD_t^s$  exprime le taux de perte à 1 an associé à l'exposition au défaut entre les dates  $t-1$  et  $t$ .

Les PD marginales sont données par la formule :

$$PDM_t^s = \frac{PDC_t^s - PDC_{t-1}^s}{1 - PDC_{t-1}^s}$$

Avec  $PDC_t^s$  la probabilité de défaut cumulée (PDC) à  $t$  année, pour un scénario climatique  $s$  donné. Cette probabilité de défaut cumulée se retrouve dans la colonne « Défaut » de la matrice de transition de rating cumulée ci-après :

$$PDC_t^s = \prod_{k=1}^t M_k^s$$

En considérant une échéance contractuelle définie à la date  $T$ , l'ECL Lifetime s'écrit finalement comme la somme des pertes actualisées  $ECL_t^s$  de chaque année.

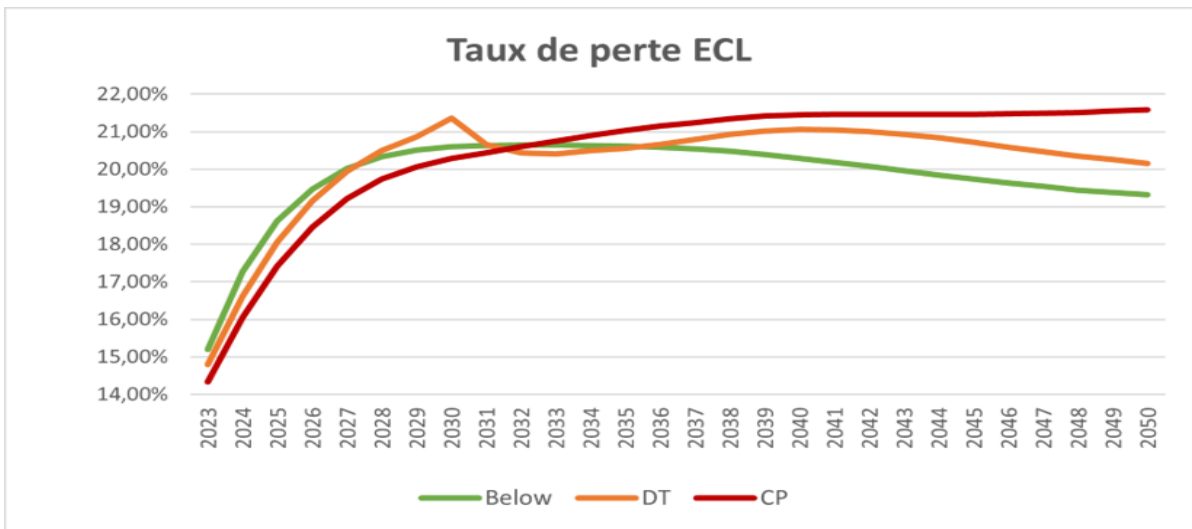
$$\text{Lifetime ECL}_T^s = \sum_{t=1}^T ECL_t^s \quad (2)$$

Dans le cadre de cette note, nous faisons les considérations suivantes :

- La LGD est indépendante des ratings. Pour un scénario climatique donné, nous considérons que la distribution de la LGD est la même quel que soit le rating de l'entité.
- L'exposition au défaut est déterministe et supposée constante jusqu'en 2050. Plus concrètement, nous supposons que les montants des nouveaux contrats de crédits intégrant le portefeuille, compensent parfaitement les montants des contrats qui se clôturent.
- Cette hypothèse également supposée dans l'exercice de stress test de l'EBA [7], permet de mesurer l'impact des scénarios climatiques sur la base d'un « bilan constant » tout au long de la période de projection.
- Du fait de l'hypothèse de bilan statique, nous considérons également que l'exposition au défaut (supposée annuellement constante) est uniformément répartie entre toutes les classes de rating du portefeuille durant toute la période de projection.

Au-delà du taux de perte attendue, intégrer une EAD permet uniquement d'effectuer une analyse de l'ECL en valeur monétaire.

# Analyse de l'estimation du taux de perte attendue



*Notes de lecture :* **Below : Below 2°C**      **DT: Delayed Transition**      **CP: Current Policies**

Le graphique ci-dessus présente l'évolution de l'estimation du taux de perte attendue pour chaque scénario climatique sur la période de 2023 à 2050. Avant d'analyser les positions relatives de ces courbes, il est important de noter que la tendance globale des trois scénarios est à la hausse. Ce constat est en accord avec nos attentes, le réchauffement climatique a un impact négatif sur la solvabilité des entreprises. Cet impact peut être atténué et contenu par les décisions politiques pro-environnementales. L'analyse fondamentale qui est faite est donc d'identifier à travers ces courbes le scénario climatique qui génère le moins de pertes financières pour la banque à horizon 2050.

Pour cela, une analyse comparative de la trajectoire des scénarios révèle que le taux de perte du "Below 2°C" est supérieur à ceux des autres scénarios durant les premières années jusqu'en 2027. Cette augmentation s'explique par les décisions politiques pro-environnementales amorçant une réelle transition écologique. Pendant cette période, les entreprises prennent leur marque avant de subir les effets des politiques de limitation de la température moyenne à 2°C à l'horizon 2100. C'est ainsi qu'à court terme, cette transition s'accompagne d'une augmentation du risque de défaut et de l'incapacité pour les banques de recouvrer suffisamment les expositions soumises à ces épisodes de défaut.

Sur la période de 2028 à 2032, le taux de perte du scénario "Delayed Transition" est plus élevé que ceux des autres scénarios. Cette comparaison met en évidence la conséquence à court-terme de la mise en place tardive et brutale des décisions en faveur de la transition écologique.

En effet, avec la mise en place subite de politiques climatiques plus strictes que celles du "Below 2°C" (une taxe carbone plus élevée par exemple), les entreprises subissent des coûts additionnels de leurs facteurs de production (technologique,...) qui affectent leur solvabilité et le remboursement des échéanciers. En conséquence, les banques subissent sous ce scénario une augmentation plus importante de leur taux de perte attendue comparativement à celle du "Below 2°C", pour lequel les effets du risque de transition commencent à s'atténuer après une transition complète. Enfin, le taux de perte attendue du scénario "Delayed Transition" commence à baisser dès 2030, après l'adaptation des entreprises à la transition écologique.

Enfin, la dernière période différencie très nettement les trois scénarios à long terme. Nous observons que le taux de perte le plus élevé est celui du scénario "Current Policies". Ce constat prône en faveur de la transition écologique. Dans une moindre mesure, le scénario "Delayed Transition" montre que le retard dans la mise en place des politiques de limitation du réchauffement climatique est plus coûteux en provisions pour les banques à long terme par rapport à une transition ordonnée.

Il est aussi intéressant de noter que, contrairement au scénario "Current Policies", les deux autres scénarios ont une tendance de long terme à la baisse. En conséquence, malgré la hausse du taux d'ECL au cours des premières années du fait du risque de transition, les politiques climatiques réduisent le risque physique et entraînent une baisse remarquable à long-terme du taux de perte attendue des banques.



# Illustration : Application sur une typologie d'exposition de crédit bancaire

Dans cette simulation, nous supposons que l'exposition est constante au cours du temps et égale à une valeur forfaitaire de 50 Md€ (Milliards d'Euros) sur l'ensemble des portefeuilles d'une banque européenne fictive.

Quels seraient les coûts financiers actuels subies par cette banque du fait d'impacts actuels et futurs des risques climatiques sur cette exposition ?

Le tableau suivant présente, pour chaque scénario climatique, les pertes attendues cumulées actualisées (formule (2)) après avoir appliqué les taux de pertes obtenus sur l'encours forfaitaire considéré.

Horizon de projection	Pertes attendues cumulées actualisées* (en Md€)		
	Below 2°C	Delay transition	Current Policies
2030	70, 719	70, 292	67, 660
2050	214, 354	217, 432	218, 757

NB : Avec un taux d'actualisation à 2%, une exposition annuellement constante de 50 Md€ sur la période (2023-2050) correspond à terme à une exposition cumulée actualisée de 1 085,354 Md€.

Dans cette application, il est important de noter que les acteurs n'ont pas la possibilité d'évoluer et de s'adapter à la transition. En ce sens, les pertes qui sont très importantes, fournissent une estimation de la perte maximale qui pourrait être observée.

En 2030, alors que la transition écologique est en cours dans le cas des scénarios "Below 2°C" et "Delayed transition", on remarque que la somme de pertes cumulées semble favoriser le scénario "Current Policies".

De plus, il est intéressant de noter que cet ordre entre les scénarios est totalement différent à long terme. En 2050, un écart est observé entre le scénario "Current Policies" (Baseline scenario) et chacun des deux autres scénarios en termes de pertes attendues actualisées, soit 4,403 Md€ avec le "Below 2°C" et 1,325 Md€ avec le "Delayed Transition".

Cet écart démontre clairement que le scénario le plus avantageux est celui où l'intervention climatique survient le plus tôt possible.

Au final, cette simulation illustre parfaitement les conclusions selon lesquelles les scénarios en faveur de la transition écologique payent fort le prix de l'effort vers la transition au début de la mise en place des politiques et limitent les impacts du risque physique après 2030.

D'autre part, en ne subissant pas à court terme les conséquences liées à la mise en place d'une politique de transition, le "Current policies " va finalement engendrer des pertes financières plus importantes pour la banque du fait du risque physique grandissant, auquel les entreprises sont confrontées à long terme. A noter que ce risque est même irréversible et n'ambitionne pas de ce fait, de s'atténuer après 2050, pour ce scénario.

# CONCLUSION

Ce modèle a permis de fournir une comparaison des ECL générées à travers 3 scénarios climatiques. Sans surprise, les projections numériques du taux de perte attendu ont montré que le scénario "Below 2°C" est le plus bénéfique en termes de provisionnement pour une banque.

En effet, ce scénario entraîne une augmentation de l'ECL au cours des premières années en raison du risque de transition. Cependant, l'analyse finale démontre que la perte cumulée à long terme est plus faible que dans le cas d'une absence de mise en place de politiques en faveur d'une transition écologique ordonnée.

Cette observation s'explique par la diminution du risque physique par rapport au « Current Policies » et l'atténuation d'un risque de transition par rapport au « Delayed Transition ».

Il est tout de même intéressant de noter que ce modèle ne prend en compte ni les caractéristiques et dépendances sectorielles, ni les capacités des entreprises à s'adapter à la transition. De plus, le risque considéré n'est que systémique et n'est réalisé qu'à travers l'effet de la macro-économie. Il serait donc intéressant d'affiner ce modèle avec ces considérations.

# RÉFÉRENCES

1. [Banque Centrale Européenne. Guide relatif aux risques liés au climat et à l'environnement attentes prudentielles en matière de gestion et déclaration des risques. 2020.](#)
2. [Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution. Une première évaluation des risques financiers dus au changement climatique : les principaux résultats de l'exercice pilote climatique 2020. 2021.](#)
3. [Marcos Aboh, Thierry Kengne, and Areski Cousin. Développement d'un modèle de stress-test climatique sur un portefeuille de crédit corporate. 2023.](#)
4. Joss LATAPIE, Stress-test climatique de la LGD. 2023.
5. [Moody's Analytics. Beyond Theory: A Practical Guide to Using Economic Forecasts for CECL Estimates. 2018.](#)
6. Moody's Investors Service. Annual default study: Following a sharp rise in 2020, corporate defaults will drop in 2021. 2021.
7. [European Banking Authority. Orientations sur les tests de résistance des établissements. 2018.](#)

# NEXIALOG CONSULTING

ACTUARIAT

GESTION DES RISQUES

DATA

FINANCE DURABLE

Nexialog Consulting est un cabinet de conseil spécialisé en Stratégie, Actuariat, Gestion des risques et Data qui dessert aujourd'hui les plus grands acteurs de la banque et de l'assurance. Nous aidons nos clients à améliorer de manière significative et durable leurs performances et à atteindre leurs objectifs les plus importants.

Les besoins de nos clients et les réglementations européennes et mondiales étant en perpétuelle évolution, nous recherchons continuellement de nouvelles et meilleures façons de les servir. Pour ce faire, nous recrutons nos consultants dans les meilleures écoles d'ingénieur et de commerce et nous investissons des ressources de notre entreprise chaque année dans la recherche, l'apprentissage et le renforcement des compétences.

Quel que soit le défi à relever, nous nous attachons à fournir des résultats pratiques et durables et à donner à nos clients les moyens de se développer.

## CONTACTS

Retrouvez toutes nos publications sur Nexialog R&D

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

### ALI BEHBAHANI

*Associé, Fondateur*

+33 (0) 1 44 73 86 78

abebahani@nexialog.com

### ARESKI COUSIN

*Directeur Scientifique*

+33 (0) 7 88 03 51 87

acousin@nexialog.com

### CHRISTELLE BONDOUX

*Associée, Directrice Commerciale, Recrutement & Marketing*

+33 (0) 1 44 73 75 67

cbondoux@nexialog.com

### PAUL-ANTOINE DELETOILLE

*Sales Leader*

+ 33 (0) 1 44 73 75 67

+33 (0)7 64 57 86 69

padeletoille@nexialog.com