



NEXIALOG
CONSULTING

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TRANSFORMATION DE L'INVESTISSEMENT ASSURANTIEL

CSE, ALLOCATION ET GESTION
OBLIGATAIRE SOUS CONTRAINTES
DE TRANSITION

JUIN 2026

SOMMAIRE

INTRODUCTION

..... 1

01 **LES GÉNÉRATEURS DE SCÉNARIOS ÉCONOMIQUES :**
FONDEMENTS ET ENJEUX..... 3

02 **VERS UN CSE CLIMATIQUE :**
INTÉGRER LES SCÉNARIOS DE TRANSITION..... 6

03 **ALLOCATION STRATÉGIQUE SOUS**
CONTRAINTES DE TAXONOMIE VERTE 9

04 **RISQUE DE TRANSITION**
ET GESTION OBLIGATAIRE 11

OUVERTURE

PERSPECTIVES ET POINT DE VUE NEXIALOG 13

INTRODUCTION



NEXIALOG
CONSULTING

Le changement climatique modifie en profondeur les conditions dans lesquelles les investisseurs institutionnels, et en particulier les assureurs, construisent, projettent et pilotent leurs portefeuilles. Cette transformation ne relève plus de la seule responsabilité sociétale : elle s'inscrit désormais dans un cadre réglementaire contraignant et dans une exigence opérationnelle de plus en plus concrète.

Deux grandes catégories de risques structurent l'analyse. Le risque physique renvoie aux dommages directs causés par l'intensification des phénomènes climatiques (inondations, sécheresses, canicules...). Le risque de transition désigne les pertes économiques associées à la réorientation du système productif vers une économie bas-carbone : dépréciation d'actifs, renchérissement réglementaire, réallocation forcée du capital. C'est ce second risque qui constitue le fil directeur de ce travail.

Le cadre réglementaire européen a connu des évolutions majeures ces dernières années. La Directive Solvabilité II révisée (Directive (UE) 2025/2), effective en janvier 2027, impose aux assureurs d'intégrer au moins deux scénarios climatiques dans leur évaluation interne des risques et de la solvabilité (ORSA). Les lignes directrices conjointes des autorités européennes de supervision recommandent explicitement les scénarios du NGFS comme cadre de référence. La taxonomie verte européenne, adoptée dans le cadre du Pacte vert pour l'Europe, introduit un référentiel standardisé de classification des activités durables. La directive CSRD renforce quant à elle les exigences de transparence, selon le principe de double matérialité.

Ces transformations posent un ensemble de questions concrètes pour les acteurs de l'investissement. Comment projeter les trajectoires financières dans un monde où les dynamiques de long terme ne sont plus stationnaires ? Comment concilier objectifs de rendement et contraintes d'alignement taxonomique ? Comment évaluer le risque de crédit différencié entre émetteurs engagés dans la transition et ceux qui y restent exposés ?

Cette note propose un parcours en quatre temps. La première partie présente les fondements des Générateurs de Scénarios Économiques (GSE) et leurs limites face au risque climatique. La deuxième partie développe une extension climatique du modèle d'Ahlgrim, intégrant les scénarios NGFS et un mécanisme d'inférence bayésienne. La troisième partie examine les contraintes d'allocation imposées par la taxonomie verte. La quatrième partie aborde la gestion obligatoire sous risque de transition.

L'ensemble s'appuie sur des travaux récents conduits par Nexialog (2025-2026), articulant recherche méthodologique et applicabilité opérationnelle.



01.

LES GÉNÉRATEURS DE SCÉNARIOS ÉCONOMIQUES : FONDEMENTS ET ENJEUX



NEXIALOG
CONSULTING

1.1 DÉFINITION ET RÔLE DES GSE

Un Générateur de Scénarios Économiques (GSE) est un ensemble d'outils permettant de simuler de manière stochastique l'évolution future de variables économiques et financières - taux d'intérêt, rendement des actions, inflation, spreads de crédit, prix immobiliers - sur un horizon et une granularité donnés. En produisant un grand nombre de trajectoires possibles, le GSE fournit une distribution des états futurs des marchés, qui conditionne la valeur des actifs et des passifs inscrits au bilan d'une compagnie d'assurance.

Les GSE sont largement utilisés par les assureurs pour le pilotage technique, la gestion des risques, l'allocation dynamique et la production d'indicateurs ALM (Asset Liability Management). Leur usage s'est imposé de manière croissante depuis l'entrée en vigueur de Solvabilité II, qui exige une vision économique et probabiliste des engagements. Selon une étude menée en 2020 par l'ACPR auprès de 15 organismes français, près de 80 % des GSE utilisés proviennent de fournisseurs externes spécialisés.

1.2 MONDE RÉEL ET RISQUE-NEUTRE : DEUX MESURES, DEUX USAGES

LE GSE EN MONDE RÉEL projette les variables économiques en intégrant les primes de risque observées historiquement. Il est utilisé pour l'allocation stratégique, les projections de rendement, les exercices ORSA et les stress tests. La calibration s'effectue à partir de données historiques.

LE GSE EN MESURE RISQUE-NEUTRE opère sous l'hypothèse d'absence d'opportunité d'arbitrage. Le calibrage vise à reproduire fidèlement les prix de marché des instruments dérivés (swaptions, caps, floors), assurant la cohérence de marché (market consistency). Ce GSE est l'outil de référence pour la valorisation des provisions techniques sous Solvabilité II et IFRS 17.

Ces deux mesures répondent à des besoins distincts mais complémentaires. Le monde réel informe la décision stratégique ; le risque-neutre sert la valorisation réglementaire.

1.3 PLACE DES GSE DANS LE CADRE RÉGLEMENTAIRE

SOLVABILITÉ II

Sous Solvabilité II, les GSE interviennent à plusieurs niveaux :

- **PROVISIONS TECHNIQUES (PILIER I) :** le calcul du Best Estimate repose sur la projection des flux de trésorerie actualisés, conditionnée par les scénarios économiques. Pour les contrats comportant des options et garanties financières, le recours à des simulations stochastiques est indispensable.
- **FONDS PROPRES ÉCONOMIQUES ET SCR (PILIER I) :** le SCR mesure le capital nécessaire pour absorber un choc à un an avec un niveau de confiance de 99,5 %. Le module de marché dépend directement des projections du GSE.
- **ORSA (PILIER II) :** l'évaluation interne des risques et de la solvabilité requiert des projections pluriannuelles intégrant des scénarios adverses. La Directive révisée impose désormais l'intégration de scénarios climatiques.

IFRS 17

La norme IFRS 17, entrée en vigueur en 2023, impose une valorisation des passifs d'assurance selon une approche market-consistent. Les GSE risque-neutre y jouent un rôle central, en particulier pour l'évaluation de la marge de service contractuelle (CSM) et de l'ajustement pour risque.

1.4 LE MODÈLE D'AhLGRIM : UN BENCHMARK ACTUARIEL

Le modèle d'Ahlgrim, développé en 2005 sous l'égide conjointe de la CAS et de la SOA, constitue l'un des cadres de référence pour la génération de scénarios économiques multi-actifs. Il intègre six variables financières interdépendantes : l'inflation, le taux d'intérêt réel court, le taux réel long, le rendement des actions, le rendement des dividendes et le rendement immobilier.

- L'inflation joue le rôle de variable directrice. Elle suit un processus d'Ornstein-Uhlenbeck (retour à la moyenne), de même que le rendement immobilier et le rendement des dividendes.
- Les taux réels suivent un modèle de Vasicek à deux facteurs : le taux court est entraîné par le taux long, qui lui-même revient vers sa moyenne de long terme.
- Les rendements actions sont décomposés en une composante de taux nominal et une prime de risque suivant un modèle à changement de régime (modèle de Hardy).

1.5 LIMITES DU CADRE CLASSIQUE FACE AU RISQUE CLIMATIQUE

Le modèle d'Ahlgrim repose sur une hypothèse fondamentale : la stationnarité des dynamiques de long terme. Les moyennes de retour des processus sont supposées constantes. Or, cette hypothèse devient difficile à soutenir dans un monde où les politiques climatiques induisent des trajectoires macroéconomiques structurellement divergentes.

Par ailleurs, les GSE classiques ne permettent pas de distinguer entre plusieurs scénarios de transition possibles, ni d'actualiser dynamiquement la probabilité de chaque scénario. C'est précisément cette double limitation - absence de forward-looking et absence de mécanisme d'apprentissage - que les travaux présentés dans la partie suivante cherchent à lever.

02.

VERS UN GSE CLIMATIQUE : INTÉGRER LES SCÉNARIOS DE TRANSITION

2.1 LES SCÉNARIOS NGFS COMME CADRE DE RÉFÉRENCE

Le Network for Greening the Financial System (NGFS), créé en 2017, s'est imposé comme le cadre de référence pour les exercices de stress-testing climatique. Les scénarios se structurent en trois familles :

Scénarios ordonnés (Orderly). Une mise en œuvre précoce et progressive de politiques climatiques ambitieuses. Le scénario Net Zero 2050 atteint la neutralité carbone vers 2050. Le scénario Below 2°C intensifie progressivement l'ambition climatique.

Scénarios désordonnés (Disorderly). La transition est retardée ou brutale. Le scénario Delayed Transition n'introduit aucune politique supplémentaire avant 2030, puis déploie des mesures ambitieuses, créant un choc d'ajustement.

Scénarios de monde chaud (Hot House World). En l'absence de politiques adéquates, les risques physiques deviennent prédominants.

Cependant, ces scénarios présentent une limitation fondamentale pour un usage actuariel : ils sont déterministes. Un assureur a besoin de distributions pour calculer des quantiles et des Best Estimate. De plus, les scénarios NGFS ne répondent pas à la question de savoir quel scénario est effectivement en cours.

2.2 EXTENSION CLIMATIQUE DU MODÈLE D'AhLGRIM

Pour répondre à cette double limitation, une extension du modèle d'Ahlgrim a été développée par Nexialog (Kandji, 2026). Elle poursuit deux objectifs : intégrer les tendances forward-looking des scénarios climatiques dans les dynamiques des facteurs de risque, et modéliser l'incertitude sur le scénario de transition en cours.

SPÉCIFICATION HULL-WHITE CONDITIONNÉE AU SCÉNARIO

Le principe consiste à remplacer les moyennes de retour constantes du modèle d'Ahlgrim par des moyennes variables dans le temps, conditionnées au scénario climatique. Pour chaque variable (inflation, taux, immobilier), la dynamique intègre une moyenne de long terme dépendant du scénario Δ et du temps t . Le modèle unifie dans un même cadre les dynamiques à retour à la moyenne et les dynamiques à dérive tendancielle.

VARIABLE DE SCÉNARIO LATENT ET FILTRAGE BAYÉSIEN

L'extension introduit une variable discrète latente Δ représentant le scénario climatique en vigueur. Cette variable n'est pas directement observable. L'inférence est réalisée par un filtre de Hamilton (1989), qui met à jour à chaque pas de temps la probabilité conditionnelle d'être dans chaque scénario. Le résultat est un GSE qui « apprend » dynamiquement quel scénario est en train de se matérialiser.

2.3 CALIBRATION

La calibration procède en deux étapes :

- **ESTIMATION CLASSIQUE** : Les paramètres de volatilité et de retour à la moyenne sont estimés par maximum de vraisemblance sur les données historiques.
- **ESTIMATION SOUS INCERTITUDE DE SCÉNARIO** : un algorithme d'Espérance-Maximisation (EM) est appliqué pour estimer conjointement les paramètres et le scénario latent.

2.4 APPLICATION : ALLOCATION DE PORTEFEUILLE SOUS SCÉNARIOS CLIMATIQUES

Le modèle est appliqué à un cadre d'ALM dynamique pour un assureur représentatif. L'univers d'investissement comprend actions, immobilier et obligations nominales.

SCÉNARIO	COMPORTEMENT DU PORTEFEUILLE
Net Zero 2050	Rendements modérés mais stables. Inflation contenue, perturbations de taux limitées. Scénario le plus favorable en rendement ajusté du risque.
Delayed Transition	Volatilité élevée et drawdowns marqués. Représentation brutale des actifs carbonés et hausse soudaine des taux nominaux après le choc post-2030.
Current Policies	Risques physiques cumulatifs. Érosion des valeurs immobilières, pression inflationniste persistante. Probabilité de sous-financement croissante sur les horizons longs.

Un apport distinctif est la possibilité d'agréger les résultats en une distribution mixture, pondérée par les probabilités de scénario inférées par le filtre de Hamilton. L'écart entre la volatilité conditionnelle et la volatilité inconditionnelle quantifie le coût économique de l'incertitude de transition.

L'application en allocation mènera à une publication en 2026.

03.

ALLOCATION STRATÉGIQUE SOUS CONTRAINTES DE TAXONOMIE VERTE



NEXIALOG
CONSULTING

3.1 LA TAXONOMIE EUROPÉENNE : CADRE ET ADOPTION

La taxonomie verte de l'Union européenne définit six objectifs environnementaux et établit des critères techniques pour qualifier une activité économique de « durable », sous réserve du principe DNSH (Do No Significant Harm). Pour les assureurs, l'évaluation porte sur la composition de leurs portefeuilles d'investissement.

L'adoption reste limitée. Selon l'EIOPA (2024), 4,5 % des investissements directs en obligations d'entreprises et en actions des assureurs de l'EEE sont alignés sur la taxonomie. En France, le ratio d'éligibilité est passé de 13 % en 2022 à 15 % en 2023.

3.2 OPTIMISATION DE PORTEFEUILLE SOUS CONTRAINTE D'ALIGNEMENT

Une étude Nexialog (Erades, 2025) examine l'impact de contraintes d'alignement taxonomique sur un univers d'investissement composé des actions du CAC 40, via une optimisation de type Markowitz avec deux indicateurs : les CAPEX verts et le chiffre d'affaires vert.

Résultat clé : un alignement possible jusqu'à environ 30 % sans dégradation significative du ratio de Sharpe. En deçà de ce seuil, la diversification du portefeuille est préservée. Au-delà de 30 %, la performance se dégrade fortement : concentration sectorielle accrue, perte du ratio de Sharpe jusqu'à 40 %, dépendance à un petit nombre d'émetteurs (Veolia, Alstom, Schneider Electric).

3.3 GREEN BONDS ET CAPITAL RÉGLEMENTAIRE

En s'appuyant sur la méthodologie EIOPA, une matrice de choc de spread spécifique aux green bonds a été construite via la VaR de Cornish-Fisher. Les chocs de stress calibrés sur les green bonds sont systématiquement inférieurs à ceux de la formule standard, en particulier pour les maturités longues et les notations BBB.

RATING / DURATION	CHOC GREEN	CHOC STANDARD	RÉDUCTION
BBB, 5 ans	5,80 %	12,50 %	-54 %
BBB, 10 ans	11,84 %	20,00 %	-41 %
AAA, 10 ans	4,20 %	7,00 %	-40 %

Pour une allocation de 20 % en obligations vertes, la réduction du SCR de spread est d'environ 2 %. Ces résultats alimentent le débat sur l'introduction d'un Green Supporting Factor dans le cadre prudentiel.

04.

RISQUE DE TRANSITION ET GESTION OBLIGATAIRE

4.1 ENJEU : LES OBLIGATIONS AU CŒUR DES PORTEFEUILLES ASSURANTIELS

Les portefeuilles des assureurs vie sont, en France, dominés par les obligations : fin 2024, elles représentent environ 50 % des placements hors unités de compte. Les travaux de Drie (2025, Nexialog/EURIA) proposent une chaîne méthodologique complète : segmentation climatique, modélisation différenciée des spreads et intégration dans un cadre ALM.

4.2 SEGMENTATION CLIMATIQUE DU PORTEFEUILLE OBLIGATAIRE

Le portefeuille de référence est construit à partir de l'indice SPDR Bloomberg Euro Corporate Bond UCITS ETF, restreint au sous-univers France (603 obligations, 90 émetteurs). La classification en trois poches — verte, neutre, brune — repose sur cinq indicateurs extra-financiers : part d'encours durable, revenus verts, score ESG Refinitiv, intensité carbone et classification sectorielle ACPR. Le croisement avec la notation Moody's (HIG / LIG) produit six sous-portefeuilles homogènes.

4.3 MODÉLISATION DIFFÉRENCIÉE DES SPREADS DE CRÉDIT

Un GSE dédié au risque de crédit a été construit sur le modèle LMN (Longstaff, Mithal et Neis). Les paramètres révèlent des contrastes marqués : spreads verts faibles avec correction rapide, spreads bruns structurellement élevés, volatilité accrue sur les neutres.

POCHE	HORIZON 5 ANS	HORIZON 40 ANS
Vert HIG	4,8 %	51,0 %
Vert LIG	7,4 %	72,5 %
Neutre HIG	5,2 %	55,8 %
Neutre LIG	8,0 %	77,9 %
Brun HIG	5,6 %	64,7 %
Brun LIG	8,6 %	86,0 %

L'ordre bruns > neutres > verts et LIG > HIG se maintient à tous les horizons. L'écart s'amplifie avec le temps, illustrant l'accumulation différentielle du risque de transition.

4.4 INTÉGRATION DANS UN CADRE ALM

Un modèle ALM simplifié pour assureur vie (portefeuille 100 % obligataire, 12 M€ de provisions mathématiques, contrat épargne euros avec TMG) met en évidence une zone de transition sans coût entre 8 % et 25 % d'obligations vertes. Dans cet intervalle, l'assureur peut augmenter sa part verte sans dégradation du Best Estimate ni du rendement servi.

Deux profils stratégiques se dégagent : un profil rendement (allocation de référence, 25/35/40) qui maximise le rendement servi, et un profil climat (38-46 % de vert) qui réduit le BE moyen mais accroît la volatilité des scénarios défavorables.

OUVERTURE - PERSPECTIVES ET POINT DE VUE NEXIALOG



NEXIALOG
CONSULTING

LE RISQUE CLIMATIQUE AU CŒUR DES OUTILS DE PILOTAGE

Les quatre parties de cette note convergent vers un constat : le risque de transition climatique est devenu un paramètre structurant des outils centraux de la gestion d'actifs assurantielle. Les travaux présentés montrent que cette intégration est désormais méthodologiquement faisable :

- Un GSE peut intégrer les scénarios NGFS tout en préservant sa structure stochastique et sa capacité d'inférence dynamique.
- Un portefeuille actions peut être aligné à la taxonomie verte jusqu'à environ 30 % sans perte de Sharpe significative.
- Les green bonds présentent un profil de risque empiriquement différent, justifiant une calibration prudentielle spécifique.
- Un portefeuille obligataire peut être segmenté selon des critères climatiques robustes, avec une zone de transition sans coût identifiable.

BESOINS FUTURS

SUR LES DONNÉES

La qualité et la standardisation des données ESG restent un frein majeur. La directive CSRD devrait progressivement améliorer cette situation.

SUR LES MODÈLES

Intégration du risque physique dans les GSE, extension aux actifs illiquides, prise en compte du duration gap dans un cadre ALM climatique, passage à des modèles de spread multifactoriels.

SUR LA GOUVERNANCE

Comment valider un modèle calibré sur des trajectoires de scénarios non encore matérialisés ? Comment documenter les choix méthodologiques de manière auditable ? Ces questions appellent un dialogue renforcé entre modélisateurs, valideurs et superviseurs.

POINT DE VUE NEXIALOG

Les travaux présentés dans ce livrable illustrent la capacité de Nexialog à conduire des recherches méthodologiques avancées tout en maintenant une orientation résolument opérationnelle. La conviction est la suivante : la transition climatique ne sera intégrée durablement dans les pratiques de gestion que si elle s'incarne dans les outils quotidiens - les GSE, les moteurs ALM, les processus d'allocation, les exercices ORSA.

Les prochaines étapes incluent l'extension du GSE climatique aux risques physiques et aux actifs illiquides, le développement d'outils de stress-testing intégrés, et l'articulation avec le cadre IFRS 17.

SOURCES

Kandji B.M. (2026), « Financial Scenario Modeling Under Transition Uncertainty », Nexialog Consulting.

Erades V. (2025), « Intégration du risque de transition et Taxonomie verte : quels impacts sur les choix d'allocation et le capital réglementaire des assureurs vie ? », mémoire d'actuariat, Nexialog Consulting.

Drie M.-J. A. (2025), « Intégration du risque de transition dans l'Asset Liability Management d'un assureur vie : application à un portefeuille obligataire », mémoire EURIA / Nexialog Consulting.

Note interne Nexialog (2026), « Générateur de Scénarios Économiques (GSE) ».



NEXIALOG
CONSULTING