



NEXIALOG
CONSULTING

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RISQUES NON-VIE

QUANTIFICATION, MODÉLISATION
ET OUTILS OPÉRATIONNELS

JUIN 2026

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
01 CRUE CENTENNALE DE LA SEINE : ESTIMATION DES HAUTEURS D'EAU ET DES PERTES	3
02 RETRAIT-CONFLEMENT DES ARGILES : REPENSER L'ALÉA POUR REPENSER LE DÉCLENCHEMENT	11
03 PROXY MODELLING POST-ÉVÉNEMENT : ESTIMER VITE, PROVISIONNER JUSTE	14
OUVERTURE IMPACTS ET PERSPECTIVES POUR L'ASSURANCE NON-VIE	18

INTRODUCTION



NEXIALOG
CONSULTING

L'assurance non-vie est, par nature, au premier rang des activités exposées aux conséquences du changement climatique. Les aléas naturels qui fondent une part significative de la sinistralité - inondations, sécheresses, tempêtes, grêle - sont directement affectés par l'évolution des conditions climatiques. En France, le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles (Cat Nat), instauré en 1982, a été conçu dans un contexte où la fréquence et l'intensité de ces événements étaient supposées relativement stables. Cette hypothèse est aujourd'hui remise en question.

Les données récentes confirment une tendance à l'aggravation. Selon la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), le coût annuel moyen des catastrophes naturelles en France a significativement augmenté au cours des deux dernières décennies, sous l'effet conjugué de l'intensification des aléas et de l'augmentation de l'exposition (urbanisation, concentration des valeurs assurées). Les projections climatiques du GIEC et de Météo-France indiquent une poursuite de cette tendance, avec en particulier :

- une **AUGMENTATION DES PRÉCIPITATIONS** extrêmes dans le nord de la France, accroissant le risque de crue fluviale, notamment en Île-de-France ;
- un **ALLONGEMENT ET UNE INTENSIFICATION DES ÉPISODES DE SÉCHERESSE** dans le centre et le sud, aggravant le phénomène de retrait-gonflement des argiles (RGA), première cause d'indemnisation Cat Nat en nombre de sinistres ;
- une **HAUSSE DE LA VARIABILITÉ INTERANNUELLE**, qui complique les exercices de tarification et de provisionnement fondés sur des statistiques historiques.

Pour les assureurs non-vie, ces évolutions posent un triple défi. Le premier est un défi de quantification : comment estimer les pertes associées à des événements dont la fréquence et l'intensité ne sont plus stationnaires ? Le deuxième est un défi méthodologique : comment passer de données réglementaires ou scientifiques (cartographies d'aléa, scénarios climatiques) à des évaluations exploitables pour la gestion des sinistres, la tarification et le pilotage du capital ? Le troisième est un défi opérationnel : comment construire des outils suffisamment rapides et robustes pour être intégrés dans les processus de décision, sans sacrifier la pertinence physique des modèles.

Ce travail aborde ces trois dimensions à travers trois sujets complémentaires. La première partie traite de la crue centennale de la Seine, à travers une méthodologie originale développée par Nexialog pour estimer les hauteurs d'eau et les pertes à partir des données réglementaires TRI. La deuxième partie abordera le risque de retrait-gonflement des argiles (RGA), ses mécanismes, son lien au climat et les enjeux de modélisation associés. La troisième partie examinera le rôle du proxy modelling comme outil de passage à l'échelle pour les modèles de risque climatique en non-vie.



01.

CRUE CENTENNALE DE LA SEINE : ESTIMATION DES HAUTEURS D'EAU ET DES PERTES



NEXIALOG
CONSULTING

1.1 CONTEXTE : LA DIRECTIVE INONDATION ET LES TERRITOIRES À RISQUES IMPORTANTS

La gestion du risque d'inondation en Europe s'appuie sur un cadre réglementaire structuré, dont la pièce maîtresse est la Directive européenne 2007/60/CE relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondation. Transposée en droit français par la loi du 12 juillet 2010 (LENE) et le décret n°2011-227 du 2 mars 2011, cette directive impose un cycle de gestion en trois étapes :

1. **ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DES RISQUES D'INONDATION (EPRI)** : identification des enjeux exposés à l'échelle nationale.
2. **IDENTIFICATION DES TRI (TERRITOIRES À RISQUES IMPORTANTS D'INONDATION)** : 124 territoires identifiés lors du dernier rapportage (2020).
3. **CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES ET DES RISQUES** pour trois scénarios de probabilité.

LES TROIS SCÉNARIOS CARTOGRAPHIÉS POUR CHAQUE TRI SONT LES SUIVANTS :

SCÉNARIO	PÉRIODE DE RETOUR	PROBABILITÉ ANNUELLE
Fréquent	10 à 30 ans	~3 – 10 %
Moyen	100 à 300 ans	~0,3 – 1 %
Extrême	> 1 000 ans	< 0,1 %

La présente étude se place dans le cadre du scénario moyen (crue centennale à bicentennale), qui constitue l'événement de référence pour la crue de la Seine en Île-de-France. Ce scénario correspond à un événement comparable à la crue historique de janvier 1910, dont les conséquences avaient paralysé la capitale pendant plusieurs semaines.

1.2 LA CHAÎNE DE PRODUCTION DES CARTES TRI

La construction des cartes TRI pour la Seine en Île-de-France repose sur une séquence de traitements dont il est important de comprendre la logique, car elle conditionne les limites des données disponibles pour un usage assurantiel.

ÉTAPE 1 — MODÉLISATION HYDRAULIQUE

Le modèle Alphée, développé et maintenu par la DRIEAT (ex-DRIEE), est un modèle hydraulique 1D filaire avec casiers de stockage. Il calcule la ligne d'eau (cote NGF de la surface libre) le long du lit mineur de la Seine, de la Marne et de l'Oise, en simulant les échanges latéraux avec les zones inondables adjacentes.

ÉTAPE 2 — PROJECTION SUR LE MNT

La ligne d'eau produite par Alphée est projetée sur un Modèle Numérique de Terrain (MNT) dérivé du LiDAR aéroporté. Pour chaque pixel situé dans l'emprise inondable, la hauteur d'eau locale est calculée par différence entre le niveau d'eau et l'altitude du terrain :

$$d(x) = \max(U_{Alphée}(x) - z_{MNT}(x))$$

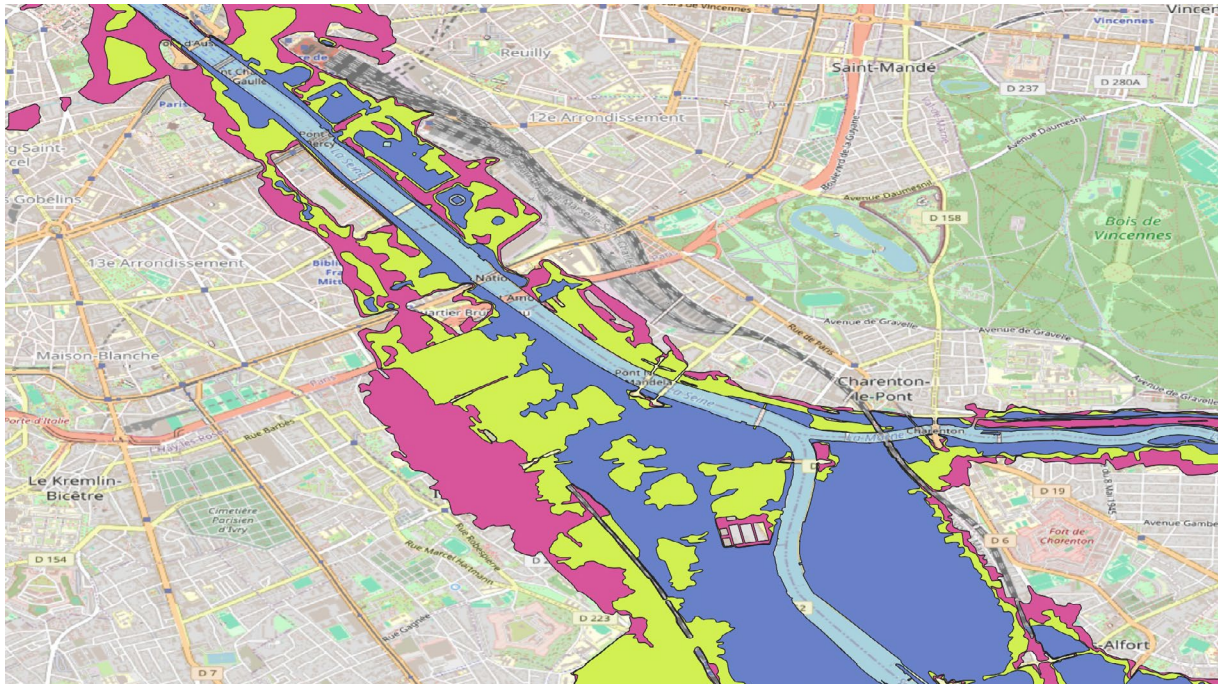
ÉTAPE 3 – DISCRÉTISATION EN CLASSES COVADIS

C'est à cette étape qu'une partie de l'information continue est perdue. Les hauteurs d'eau continues sont regroupées en quatre classes conformément au géostandard COVADIS Directive Inondation (version 2.1, 2020) :

CLASSE	HAUTEUR D'EAU
1	0 – 0,5 m
2	0,5 – 1 m
3	1 – 2 m
4	> 2 m

ÉTAPE 4 – POLYGONISATION

Les pixels contigus de même classe sont fusionnés en polygones formant une partition complète de la surface inondée, livrés au format Shapefile à l'échelle 1:25 000 (voir ci-dessous, polygones coloriés par classes de hauteur d'eau).



1.3 LE PROBLÈME : DES DONNÉES INADAPTÉES À UN USAGE ASSURANTIEL

La discrétisation en quatre classes, si elle répond aux besoins de la planification publique, engendre trois difficultés majeures pour une utilisation en assurance :

PERTE DE PRÉCISION INTRA-CLASSE

Un point situé à 0,51 m de hauteur d'eau et un point à 0,99 m sont classés identiquement (classe 2), alors que les dommages associés peuvent différer considérablement. Les courbes d'endommagement utilisées en assurance sont sensibles à la hauteur d'eau au centimètre près, en particulier dans les plages basses (0 – 1 m) où la relation hauteur-dommages est la plus pentue.

DISCONTINUITÉS AUX FRONTIÈRES

Les polygones TRI sont contigus et portent chacun des hauteurs d'eau discrètes différentes. Aux frontières entre deux polygones de classes différentes, le saut peut atteindre plusieurs dizaines de centimètres, voire plus d'un mètre. Ces discontinuités ne sont pas physiquement réalistes : une surface d'eau réelle ne présente pas de ruptures abruptes.

TRONCATURE SPATIALE

Les polygones TRI s'arrêtent de manière abrupte aux limites de l'emprise modélisée, sans décroissance progressive des hauteurs d'eau. Or, la topographie peut autoriser une extension plausible de l'inondation au-delà de ces limites.

Ces trois limitations rendent les données TRI inexploitable en l'état pour une modélisation fine des pertes à l'échelle du bâtiment. C'est précisément ce constat qui a motivé le développement d'une méthode de reconstruction.

1.4 ÉTAT DE L'ART : MODÉLISATION DES HAUTEURS D'EAU EN CRUE

La littérature offre un large éventail de méthodes pour estimer les hauteurs d'eau en contexte d'inondation. Elles se classent en trois grandes familles, selon le compromis entre fidélité physique, disponibilité des données et coût numérique.

MODÈLES HYDRODYNAMIQUES 1D/2D

Fondés sur les équations de Saint-Venant (shallow water equations), ces modèles simulent simultanément niveaux d'eau, vitesses et échanges chenal-plaine. Ils constituent la référence en termes de précision, mais requièrent une description détaillée des conditions aux limites, des paramètres de frottement (Manning/Strickler), et des données topographiques et bathymétriques fines. Leur coût de calcul est élevé, et leur sensibilité paramétrique importante. Des formulations simplifiées (modèles inertiels) ont permis des gains de performance tout en conservant la capacité à produire des cartes de hauteurs d'eau à grande échelle (Bates et al., 2010 ; Shaw et al., 2021).

APPROCHES TERRAIN-BASED

L'indice HAND (Height Above Nearest Drainage) est représentatif de cette famille. Pour chaque pixel du MNT, il calcule la différence d'altitude avec le point de drainage le plus proche le long des trajectoires d'écoulement. HAND fournit une variable topographique interprétable comme une hauteur relative vis-à-vis du réseau hydrographique, utile pour délimiter rapidement des zones inondables. La méthode est rapide mais reste sensible aux hypothèses de rugosité et aux biais hydrologiques.

APPROCHES GIS ET INTERPOLATION

Lorsque l'entrée n'est pas un niveau d'eau continu mais une cartographie d'aléa polygonale portant des hauteurs relatives (format TRI), la difficulté spécifique est triple : (i) la hauteur est définie relativement au sol, alors que le sol varie à l'intérieur du polygone ; (ii) l'assemblage de polygones contigus engendre des discontinuités non physiques ; (iii) l'emprise polygonale s'interrompt abruptement. C'est précisément dans cet interstice - entre données réglementaires disponibles et besoins de modélisation fine - que se positionne la méthodologie développée par Nexialog.

1.5 LA MÉTHODE NEXIALOG : RECONSTRUCTION D'UN CHAMP CONTINU DE HAUTEURS D'EAU

La méthodologie proposée par Nexialog constitue une chaîne de traitement en trois étapes, visant à transformer les données TRI polygonales en un champ continu de hauteurs d'eau exploitable à l'échelle du bâtiment.

ÉTAPE 1 : UNIFORMISATION DU RÉFÉRENTIEL SOL

Le premier enjeu est de résoudre l'ambiguïté du référentiel altimétrique. Les données TRI attribuent à chaque polygone des hauteurs d'eau relatives au sol. Or, la topographie n'est pas homogène à l'intérieur d'un même polygone : les pentes et les altitudes peuvent varier fortement.

La méthode retenue consiste à ancrer le calcul sur le MNT RGE ALTI 1m (modèle numérique de terrain à résolution métrique, dérivé du LiDAR aéroporté) et à introduire un paramètre de quantile. Pour chaque polygone, la distribution des altitudes du sol est calculée, et un quantile (Q25, Q50, Q75, Q90 ou Q100) est choisi comme altitude de référence. Ce choix conditionne le niveau de conservatisme de l'estimation :

- un **QUANTILE BAS (Q25)** produit une altitude de sol basse, donc un niveau d'eau absolu plus élevé → estimation pessimiste (plus de pertes).
- un **QUANTILE ÉLEVÉ (Q100)** produit une altitude de sol haute, donc un niveau d'eau relatif plus bas → estimation optimiste.

Ce paramétrage permet de construire un ensemble de scénarios plutôt qu'une estimation unique, offrant une lecture en fourchette directement exploitable pour des exercices de stress-testing ou de provisionnement.

ÉTAPE 2 : INTERPOLATION ET LISSAGE ENTRE POLYGONES

Les altitudes d'eau obtenues à l'étape précédente présentent des discontinuités aux frontières entre polygones. Pour les éliminer, un processus d'interpolation est mis en œuvre :

4. **CRÉATION D'UNE BANDE DE TRANSITION** autour des frontières entre polygones (épaisseur paramétrable, quelques pixels).
5. **FIXATION DES VALEURS AUX BORDS** : les altitudes d'eau sont ancrées sur les valeurs des polygones voisins.
6. **CALCUL D'UNE SURFACE HARMONIQUE** à l'intérieur de la bande, par résolution du Laplacien sous contraintes. Cette surface assure une transition douce et physiquement plausible entre les niveaux d'eau adjacents.

Le résultat est un champ d'altitudes d'eau continu sur l'ensemble de l'emprise TRI, sans les discontinuités artificielles de la version polygonale.

ÉTAPE 3 : EXTRAPOLATION EXTÉRIEURE PAR PROPAGATION DE COÛT MINIMAL

Les polygones TRI s'arrêtent souvent de manière abrupte. Pour prolonger la surface d'eau au-delà de l'emprise de manière réaliste, une propagation est mise en œuvre sur une grille à 8 voisins, fondée sur l'algorithme de Dijkstra (recherche du chemin de coût minimal).

Le principe est le suivant :

- Les cellules immédiatement à l'extérieur du bord mouillé servent de **GRAINES** pour la propagation.
- Chaque pas de propagation se voit attribuer un **COÛT** qui pénalise trois composantes : la distance parcourue, les montées (coefficient $\alpha = 3,0$) et la raideur du terrain (coefficient $\beta = 2,0$).
- La propagation progresse du chemin le moins coûteux vers le plus coûteux, jusqu'à atteinte d'un **SEUIL DE COÛT MAXIMAL**.
- Le niveau d'eau extrapolé décroît progressivement selon un coefficient de décroissance paramétrable.

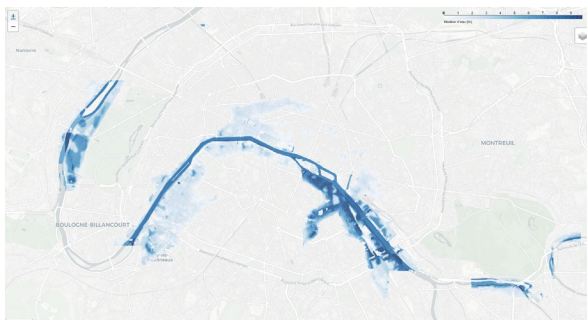
Ce mécanisme permet à l'eau de se propager vers l'extérieur uniquement lorsque la topographie le permet, en respectant la topologie du drainage naturel. Des règles complémentaires (ouvert/fermé) peuvent restreindre la propagation en fonction de la géométrie des exutoires.

FUSION ET CONVERSION EN HAUTEURS D'EAU

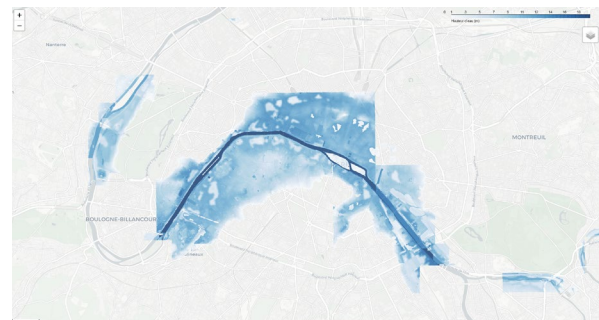
La dernière opération consiste à fusionner les surfaces intérieure (interpolée) et extérieure (extrapolée) en retenant pour chaque point le niveau d'eau le plus élevé, puis à convertir en hauteur d'eau relative au sol :

$$d(x) = \max(U(x) - z(x), 0)$$

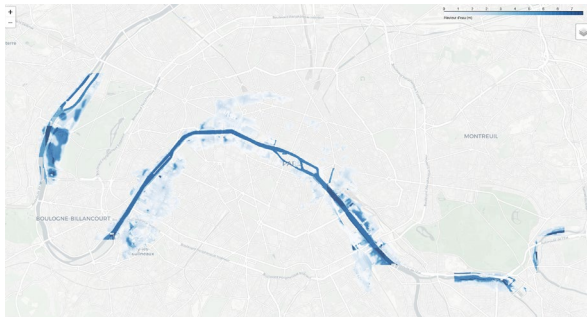
Le champ ainsi obtenu constitue la carte finale des hauteurs d'eau, exploitable pour l'évaluation des pertes financières via les courbes d'endommagement (voir ci-dessous).



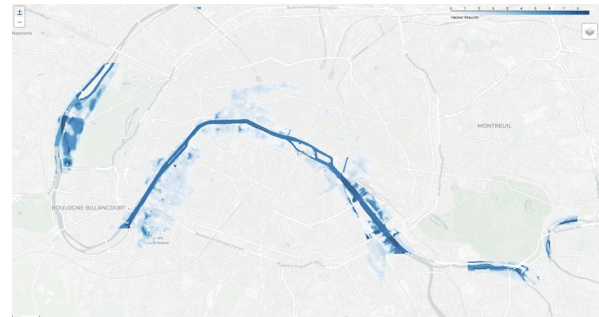
Hauteurs d'eau finales - Quantile 90 (Paris)



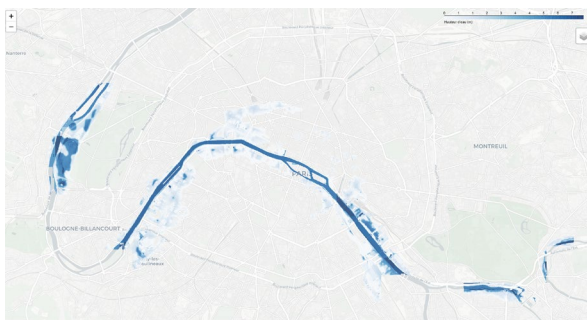
Hauteurs d'eau finales - Quantile 100 (Paris)



Hauteurs d'eau finales - Quantile 50 (Paris)



Hauteurs d'eau finales - Quantile 75 (Paris)



Hauteurs d'eau finales - Quantile 25 (Paris)

1.6 RÉSULTATS ET VALIDATION

L'analyse porte sur un portefeuille de sites assurés répartis sur quatre départements d'Île-de-France (Paris, Hauts-de-Seine, Val-de-Marne, Seine-Saint-Denis). Les résultats sont présentés en termes relatifs pour des raisons de confidentialité.

COMPARAISON GLOBALE

La méthode TRI-quantiles de Nexialog a été comparée à une méthode interne du client, fondée sur une simulation physique directe du comportement de l'eau. L'objectif n'est pas de substituer la méthode interne mais de la challenger et la valider par une approche indépendante.

Le quantile 90 apparaît comme le plus proche de la méthode interne, avec un écart de l'ordre de +9 % sur les pertes globales. Les quantiles intermédiaires (Q25 à Q75) tendent à sous-estimer les pertes, tandis que le quantile 100 tend à les surestimer, en particulier pour les hauteurs d'eau élevées.

ANALYSE PAR CLASSE DE HAUTEUR

CLASSE DE HAUTEUR	OBSERVATION
0 – 0,5 m	La méthode interne se situe en dessous du Q50. Le Q90 reste le plus proche.
0,5 – 1 m	Écarts modérés. Proximité marquée entre méthode interne et Q90.
1 – 2 m	La méthode interne se situe entre Q90 et Q100. Les quantiles inférieurs sous-estiment.
> 2 m	Écarts plus marqués. Le Q100 tend à surestimer. Le Q90 conserve le meilleur alignement.

ANALYSE SPATIALE

L'analyse départementale confirme que l'approche TRI reste spatialement cohérente avec la méthode interne. Les principales zones de concentration des pertes sont retrouvées d'une méthode à l'autre. Des écarts locaux subsistent sur l'intensité estimée, sans remettre en cause la lecture d'ensemble.

Enseignement clé : la méthode interne du client correspond à un scénario relativement pessimiste (\approx quantile 90), ce qui fournit un éclairage précieux sur le positionnement du modèle dans l'espace des scénarios possibles.

1.7 LIMITES DE L'APPROCHE

L'approche développée présente plusieurs limites, clairement identifiées :

- 7. MODÈLE STATIQUE.** La méthode suppose un équilibre hydrostatique. Elle ne modélise pas la dynamique de l'écoulement (débit, vitesse, temps de montée). Pour une crue lente de la Seine (montée sur plusieurs jours), cette hypothèse est raisonnable ; elle le serait moins pour une crue torrentielle rapide.
- 8. RÉOLUTION CONDITIONNÉE PAR LE MNT.** La qualité des résultats dépend de la résolution et de la précision du MNT utilisé. Le RGE ALTI 1m est de bonne qualité, mais des écarts peuvent subsister dans les zones urbanisées denses (bâtiments, ouvrages d'art).

9. **EMPRISE LIMITÉE AUX TRI.** La méthode part des polygones TRI existants. Si la cartographie TRI est incomplète ou obsolète, la méthode hérite de ces lacunes. L'extrapolation extérieure compense partiellement, mais ne peut pas créer d'information là où aucune donnée initiale n'existe.
10. **ABSENCE DE PRISE EN COMPTE DES INFRASTRUCTURES DE PROTECTION.** Les ouvrages de protection contre les crues (digues, vannes, bassins de rétention) ne sont pas modélisés. Leurs effets sont implicitement intégrés dans le modèle Alphée en amont, mais pas dans la chaîne de post-traitement.
11. **RÉSULTATS RELATIFS.** Pour des raisons de confidentialité, les résultats chiffrés restent relatifs. L'interprétation en termes de pertes absolues nécessite les données de portefeuille.

1.8 LIEN AVEC LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La note méthodologique qui sous-tend cette partie se concentre sur la quantification d'un événement de type crue centennale dans les conditions actuelles. Toutefois, la question de l'évolution de ce risque sous l'effet du changement climatique est incontournable pour un assureur.

LA NOTION DE CRUE CENTENNALE EST MISE EN QUESTION

La période de retour d'un événement hydrologique donné est calculée sur la base de séries historiques, en supposant la stationnarité du processus générateur. Or, le changement climatique remet en cause cette hypothèse fondamentale. Une crue « centennale » au sens historique pourrait devenir sensiblement plus fréquente dans les décennies à venir si les précipitations extrêmes s'intensifient, comme le projettent les modèles climatiques pour le nord de la France.

L'APPROCHE PAR QUANTILES COMME OUTIL DE SCÉNARISATION

L'un des intérêts de la méthode Nexialog est sa capacité à produire un ensemble de scénarios paramétrés (Q25 à Q100) plutôt qu'une estimation unique. Cette propriété la rend naturellement adaptable à des exercices de stress-testing climatique : en modifiant les hypothèses de quantile ou en appliquant des facteurs d'aggravation aux niveaux d'eau, il est possible de simuler l'impact d'une crue centennale « aggravée » sans reconstruire l'ensemble de la chaîne hydraulique.

PERSPECTIVES DE SCÉNARISATION

Plusieurs prolongements sont envisageables : le couplage avec des projections hydrologiques sous scénarios RCP/SSP, l'extension de la méthode à d'autres bassins versants (Loire, Rhône), et l'intégration dans des modèles Cat Nat permettant de tarifier le risque de crue sous hypothèse de non-stationnarité.

[Source : note_methodologique_crue_centennale.pdf, Nexialog. Le lien climatique (section 1.8) relève d'une rédaction éditoriale fondée sur les projections climatiques publiques — il ne figure pas dans la note source.]

02.

RETRAIT-GONFLEMENT
DES ARGILES : REPENSER
L'ALÉA POUR REPENSER LE
DÉCLENCHEMENT

2.1 UN CADRE DE RECONNAISSANCE CAT NAT À BOUT DE SOUFFLE

Le retrait-gonflement des argiles (RGA) est devenu, en l'espace d'une décennie, le premier poste de sinistralité du régime Cat Nat en France en nombre de dossiers. Le mécanisme physique est connu : les sols argileux se contractent en période de déficit hydrique et se regonflent lors de la réhumidification, induisant des mouvements différentiels du sol qui fissurent les fondations des bâtiments légers. Sous l'effet de sécheresses plus longues et plus intenses, ces cycles se sont amplifiés, exposant un parc bâti largement implanté avant que la cartographie des sols sensibles ne soit consolidée.

Le cadre actuel de reconnaissance Cat Nat sécheresse repose sur des critères d'éligibilité communaux fondés sur des seuils administratifs appliqués à des indicateurs météorologiques moyennés. Ce cadre apparaît aujourd'hui obsolète au regard de la réalité physique du phénomène, et sa refonte réglementaire est à l'étude par l'État. Cette évolution annoncée crée une fenêtre méthodologique : il devient nécessaire, pour les assureurs, d'anticiper le passage d'une logique de seuil à une logique d'aléa quantifié.

2.2 LIMITES DES INDICATEURS USUELS : LA LECTURE BRUTE DU SWI

Les approches actuelles de quantification de l'aléa RGA s'appuient principalement sur le SWI (Soil Water Index), indice d'humidité des sols produit par Météo-France. La pratique dominante consiste à exploiter ce signal sous sa forme la plus simple : moyenne mensuelle, comparaison à des normales saisonnières, dépassement de seuils.

Cette lecture brute présente plusieurs limites pour un usage assurantiel :

- elle réduit un signal continu à une statistique agrégée, perdant l'information sur la durée et la succession des épisodes de stress hydrique ;
- elle ignore l'effet mémoire du sol : un sol déjà fragilisé par plusieurs sécheresses successives ne réagit pas comme un sol initialement intact ;
- elle traite chaque année comme indépendante, alors que la sinistralité observée traduit l'accumulation de dégradations dans le temps.
- elle ne considère seulement le risque RGA déclenché par une sécheresse, en ignorant le déclenchement par gonflement et saturation des sol, ni par mouvement vertical différentiel abrupt.
- elle se base sur une définition de l'anormalité climatique adaptée pour des risques instantanés mais non adaptée pour des risques longs et continus (comme le risque RGA)
- elle calcule ses seuils d'anormalité en se basant sur une distribution empirique statistiquement peu stable (30 points de données) et qui bouge dans le temps (30 dernières années glissantes)

Ces limites se reflètent directement dans les écarts entre zonage administratif et sinistralité réelle, des ressentis d'injustices de la population et alimentent ainsi le besoin d'un indicateur d'aléa plus représentatif.

2.3 LA PROPOSITION NEXIALOG : UNE REDÉFINITION DE L'ANORMALITÉ CLIMATIQUE DANS LE CADRE DU RGA : UN INDICE INFORMÉ DE LA FATIGUE DES SOLS.

L'approche proposée consiste à construire un indice de risque RGA dynamique et quotidien, élaboré à partir des données publiques de Météo-France et de la cartographie des sols. Le principe central est de séparer l'indicateur lié au déclencheur instantané de l'évènement et la fatigue a priori. Il reposera sur plusieurs critères :

- La mesure de la fatigue : cumul des stress hydriques extrêmes (fort gonflement, forte rétractation) sur une fenêtre temporelle long-terme ;
- La mesure de l'incident instantané : le comportement extrême du gonflement instantané ou de la rétractation instantanée et du mouvement différentiel instantané.

L'indice obtenu est conçu comme un indicateur d'aléa temporel, déployé à l'échelle communale afin de pouvoir évaluer l'anormalité des événements (remis dans leur contexte de fatigue des sols) et proposer une nouvelle méthode de reconnaissance Cat Nat.

2.4 VERS UNE REDÉFINITION DU DÉCLENCHEMENT CAT NAT

Au-delà de l'outillage technique, l'objectif final de la démarche est de proposer une redéfinition de la reconnaissance Cat Nat, fondée sur des critères jugés plus justes et plus précis. Le projet est explicitement présenté comme un changement de paradigme : remplacer les seuils administratifs actuels par l'évaluation des indices d'anormalité détaillés dans la partie précédente.

Dans un premier temps, l'enjeu est d'aligner le déclenchement du sinistre sur l'anormalité physique des dégradations accumulées, plutôt que sur une mesure ponctuelle de l'aléa de l'année courante. Cette inflexion, si elle se concrétise dans la future réforme réglementaire, déplacerait la logique d'indemnisation d'une approche binaire (commune reconnue ou non au titre de l'année N) vers une approche graduée et historique.

Dans un second temps, en remarquant que le risque RGA est un risque inévitable, le critère de reconnaissance s'axera sur une réflexion de priorisation du besoin selon les régions en "souffrance historique" qui n'ont pas été reconnus par le passé. L'allocation des aides se fera via des algorithmes de maximisation de bien-être social.

2.5 ENJEUX POUR LES ASSUREURS

La transition vers un indicateur d'aléa de type fatigue des sols a plusieurs conséquences pour la chaîne actuarielle :

- **TARIFICATION** : un indice continu et historique permet une discrimination du risque plus fine que le zonage BRGM ou le SWI moyen, et ouvre la voie à une tarification mieux alignée sur l'exposition réelle.
- **PROVISIONNEMENT CAT NAT** : la prise en compte de l'effet mémoire modifie la projection des charges futures, en particulier dans les zones où plusieurs sécheresses récentes ont préparé le terrain à des sinistralités cumulées.
- **GOVERNANCE** : l'évolution réglementaire annoncée impose d'anticiper, dès maintenant, la cohérence entre les modèles internes et le futur cadre de reconnaissance.

2.6 LIMITES ET POINTS À APPROFONDIR

À ce stade du cadrage, plusieurs points restent à expliciter et seront approfondis dans les versions ultérieures du livrable :

- la validation empirique par confrontation à la sinistralité observée reste à documenter ;
- l'articulation avec les données BRGM sur la susceptibilité géotechnique des sols, complémentaire de la dimension météorologique, mérite d'être précisée ;
- le lien avec les scénarios climatiques prospectifs (projections de sécheresse à horizon 2050/2100) constituera une extension naturelle, non couverte par la note de cadrage actuelle.

Source : note de cadrage RGA Nexialog (note brève, 4 paragraphes — détails méthodologiques à compléter ultérieurement).

03.

PROXY MODELLING POST-
ÉVÉNEMENT : ESTIMER
VITE, PROVISIONNER JUSTE



NEXIALOG
CONSULTING

3.1 UN BESOIN OPÉRATIONNEL SPÉCIFIQUE : LA FENÊTRE J+5

Les deux premières parties de ce livrable traitaient de modèles d'évaluation préventifs : estimer un coût crue centennale à partir de cartographies d'aléa, redéfinir le déclenchement Cat Nat sécheresse à partir d'un indice de fatigue des sols. La question change de nature dès lors qu'un événement climatique majeur survient : l'assureur ou le réassureur doit alors prendre des décisions financières avant que les sinistres ne soient consolidés.

L'idée est d'identifier une fenêtre critique située autour de J+5. À ce stade, les premiers signaux sont disponibles (intensité, emprise, premiers retours terrain) mais les déclarations de sinistres sont parcellaires, les expertises ne sont pas remontées, et les estimations publiques sont souvent très dispersées. Les décisions à prendre dans cet intervalle - provisionnement initial, priorisation de la gestion de crise, déblocage de liquidités, communication interne - appellent une estimation rapide, robuste et révisable du coût final de l'événement, assortie d'une mesure explicite d'incertitude.

C'est le périmètre du projet : construire un proxy model post-événement, c'est-à-dire un modèle de substitution capable de produire une estimation de coût sans attendre la maturation complète des données de sinistres.

3.2 PRINCIPE MÉTHODOLOGIQUE : L'ANALOGIE AVEC LES ÉVÉNEMENTS CONNUS

L'événement réel observé est comparé à une base d'événements (historiques ou stochastiques issus d'un moteur RMS) afin d'identifier les scénarios les plus proches et d'ajuster, en temps court, le modèle d'estimation. Cette logique articule cinq briques fonctionnelles :

12. **REPRÉSENTER L'ÉVÉNEMENT RÉEL** - consolider les premiers signaux disponibles (intensité, emprise spatiale, hauteur d'eau, vent, durée, exposition touchée, premiers retours terrain).
13. **TROUVER LES ÉVÉNEMENTS COMPARABLES** - rechercher dans la base RMS / historique / stochastique les scénarios les plus proches, au sens physique et assurantiel.
14. **RECALIBRER LES FONCTIONS DE DOMMAGES** - ajuster la relation aléa ↔ pertes à partir des événements analogues sélectionnés.
15. **ESTIMER LE COÛT PROBABLE** - produire une estimation agrégée, éventuellement ventilée par ligne de produit, zone géographique ou poste de dépense.
16. **QUANTIFIER L'INCERTITUDE** - fournir un intervalle crédible pour soutenir la décision de provisionnement et de déblocage des fonds.

L'architecture proposée couple IA, moteur RMS et bibliothèque d'événements stochastiques. L'IA joue le rôle de moteur d'appariement et de recalibration rapide ; le moteur RMS fournit les fonctions de dommages sous-jacentes ; la bibliothèque stochastique élargit l'espace de comparaison au-delà des seuls événements historiques observés.

3.3 DONNÉES MOBILISABLES

La note énumère quatre familles de données à consolider en temps court :

- **VARIABLES PHYSIQUES OBSERVÉES** : pluie, vent, hauteur d'eau, intensité, durée, trajectoire, emprise spatiale.
- **VARIABLES D'EXPOSITION** : portefeuille assuré, localisation, concentration géographique, typologie d'actifs, garanties.
- **VARIABLES DE VULNÉRABILITÉ** : typologie du bâti, contexte territorial, saisonnalité, état initial des sols ou des infrastructures.
- **PREMIÈRES DONNÉES OPÉRATIONNELLES** : déclarations initiales, signalements terrain, estimations expertes, données partenaires.

L'articulation de ces quatre familles dans un outil d'appariement rapide constitue l'enjeu technique central. Les variables physiques sont disponibles tôt (quelques heures à quelques jours) ; les variables d'exposition sont stables et connues ; les variables de vulnérabilité peuvent être plus délicates à mettre à jour post-événement (état initial des sols après une séquence de sécheresses, état d'usure des infrastructures) ; les premières données opérationnelles sont les plus bruitées mais fournissent le signal de calibration le plus direct.

3.4 VALEUR MÉTIER : PROVISIONNEMENT, LIQUIDITÉ, GESTION DE CRISE

D'une part, l'outil accélère la décision financière immédiatement après l'événement, en compressant le délai entre observation et chiffrage exploitable. D'autre part, il améliore la qualité de l'estimation en exploitant l'information issue de scénarios comparables, plutôt qu'une hypothèse générique unique.

Les débouchés opérationnels identifiés sont au nombre de quatre :

- **PROVISIONNEMENT PRÉCOCE** - constituer une provision initiale cohérente avant consolidation des sinistres.
- **PRIORISATION DE LA GESTION DE CRISE** - allouer les ressources humaines et techniques en fonction d'une estimation raisonnée de l'ampleur attendue.
- **PILOTAGE DES BESOINS DE LIQUIDITÉ** - anticiper les appels de fonds et les éventuels besoins de réassurance ou de financement de court terme.
- **COMMUNICATION INTERNE DE CRISE** - disposer d'un chiffrage documenté et assumé pour les instances de direction.

Sur ces quatre usages, le point commun est la décision sous incertitude : la valeur du proxy ne réside pas dans la précision ponctuelle de son estimation centrale, mais dans la combinaison de trois propriétés : rapidité, robustesse, bande d'incertitude explicite.

3.5 POINTS DE VIGILANCE

Il y a quatre points de vigilance structurants, qui délimitent de fait le cahier des charges méthodologique du projet (sur la page suivante) :

- La proximité entre événements ne doit pas être définie uniquement par la physique. Elle doit aussi intégrer la dimension assurantielle des pertes. Deux événements météorologiquement proches peuvent produire des coûts très différents selon l'exposition et la vulnérabilité du portefeuille touché. La métrique d'appariement est donc composite, ce qui est un choix méthodologique non trivial à formaliser.
- Le modèle doit rester recalibrable au fil de l'arrivée de nouvelles informations, et non figé à J+5. Cela suppose une architecture capable d'absorber en continu les flux de déclarations et d'expertises, et de mettre à jour l'estimation centrale et son intervalle.
- La sortie doit inclure une mesure d'incertitude explicite. Une estimation ponctuelle sans bande crédible n'a pas d'utilité décisionnelle dans une situation de crise ; la qualité de la quantification d'incertitude est un critère de réussite du projet autant que la qualité de l'estimation centrale.
- Le chaînage physique → assurantiel doit rester lisible. L'attrait d'un outil couplant IA, RMS et bibliothèque stochastique ne doit pas masquer le besoin de traçabilité : chaque estimation doit pouvoir être expliquée par un petit nombre d'analogues et de paramètres de recalibration identifiables.

OUVERTURE - IMPACTS ET PERSPECTIVES POUR L'ASSURANCE NON-VIE

DES OUTILS OPÉRATIONNELS POUR DES RISQUES EN MUTATION

La partie consacrée à la crue centennale illustre un enjeu fondamental pour l'assurance non-vie : le passage de données réglementaires ou scientifiques (cartographies TRI, scénarios NGFS, zonages BRGM) à des évaluations exploitables pour la gestion des sinistres, la tarification et le pilotage du capital. Ce passage n'est jamais direct ; il requiert des chaînes méthodologiques spécifiques, adaptées aux besoins actuariels.

La méthode TRI-quantiles développée par Nexialog pour la crue centennale illustre cette démarche : en partant de données publiques (polygones TRI, MNT) et en les transformant par un enchaînement rigoureux d'opérations géospatiales (uniformisation, interpolation, extrapolation), elle produit un résultat directement utilisable pour l'estimation des pertes à l'échelle du portefeuille.

BESOINS FUTURS

DONNÉES

La qualité des estimations dépend directement de la qualité des données topographiques, cartographiques et de portefeuille. L'évolution du MNT (montée en résolution, mise à jour post-événement), l'enrichissement des cartographies TRI et BRGM, et l'amélioration du géocodage des contrats d'assurance sont autant de leviers d'amélioration.

MODÈLES

Les approches présentées dans ce livrable opèrent dans des cadres largement statiques ou quasi-statiques sur les Parties 1 et 2. L'intégration de la dimension temporelle (dynamique de crue, évolution pluriannuelle des sols argileux) et de la non-stationnarité climatique constitue le prochain palier de sophistication. Le proxy post-événement (Partie 3) adresse quant à lui une troisième dimension, celle de la décision d'urgence : sa valeur dépendra de la qualité de la bibliothèque stochastique mobilisée, de la métrique d'appariement physico-assurantielle retenue, et du protocole de recalibration progressive entre J+5 et la consolidation finale.

GOVERNANCE

Comme pour les modèles d'investissement, la documentation, la validation et l'auditabilité des modèles de risque non-vie sont des enjeux croissants, en particulier dans le contexte de l'ORSA et des exercices de stress-testing supervisés.

POINT DE VUE NEXIALOG

Les trois parties de ce livrable traitent trois temporalités du métier non-vie face au changement climatique : l'évaluation préventive d'un aléa exceptionnel (crue centennale), la redéfinition du déclenchement d'une garantie sur un aléa chronique et non stationnaire (RGA), et la décision financière d'urgence post-événement (proxy modelling). Ces trois temporalités partagent un même enjeu : produire, à partir de matériaux hétérogènes (données réglementaires, indices physiques, signaux opérationnels précoces), des estimations exploitables par l'actuaire, le souscripteur et le directeur financier.

Le positionnement Nexialog s'articule autour de trois constats convergents. Premièrement, le climat rend caduques les approches figées : le zonage statique, le seuil administratif de reconnaissance Cat Nat, la table de dommages calibrée sur un passé stationnaire n'offrent plus un cadre suffisant. Deuxièmement, les progrès viennent de chaînes méthodologiques complètes, qui connectent donnée d'aléa, modèle de vulnérabilité, modèle de coût et outil de décision - et non d'une brique isolée. La méthode TRI-quantiles (Partie 1), l'indice de fatigue des sols (Partie 2) et le proxy post-événement (Partie 3) illustrent chacune

cette exigence de chaînage. Troisièmement, l'incertitude doit être traitée comme un livrable en tant que tel, et non comme un résidu : quantile paramétrable pour la crue, score continu pour le RGA, bande crédible pour le proxy post-événement - dans chaque cas, la sortie utile n'est pas un point, c'est une distribution.

Sur ces trois principes, Nexialog se positionne à l'interface entre données publiques / scientifiques et besoins opérationnels des assureurs, avec une approche explicitement orientée décision actuarielle sous incertitude climatique.

Ce livrable s'appuie sur les travaux suivants :

- Note méthodologique Nexialog, « Crue centennale de la Seine : estimation des hauteurs d'eau et des pertes (approche TRI par quantiles) ».
- Note interne Nexialog, « Retrait-gonflement des argiles : vers un indice dynamique de fatigue des sols » (2026).
- Note de cadrage interne Nexialog, « Projet de proxy modelling post-événement climatique » (2026).



NEXIALOG
CONSULTING