



**Agence
Qualité
Construction**

POINTS SENSIBLES
D'UNE CONSTRUCTION

GRÊLE SUR LES BÂTIMENTS

PANORAMA DES IMPACTS ET RECOMMANDATIONS



Rapport rédigé avec l'appui des acteurs et des professionnels de la construction cités en annexe 1.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4	4.3 FACTEURS D'AGGRAVATION	12
1. MÉTHODE DE TRAVAIL.....	5	5. RÈGLES DE L'ART ET ESSAIS	13
1.1. ÉTAT DE L'ART	5	6. BONNES PRATIQUES ET RECOMMANDATIONS IDENTIFIÉES.....	15
1.2. ANALYSE DE DOMMAGES EN LIEN AVEC LA GRÊLE DE LA BASE SYCODÉS	5	6.1 LA PRÉVENTION IMMÉDIATE ET LE RETOUR À LA NORMALE	15
1.3. INTERVIEWS.....	5	6.2 LA PRÉVENTION DANS LE BÂTIMENT NEUF	15
1.3. AUTRES ÉCHANGES	5	6.3 LA PRÉVENTION DANS LE BÂTIMENT EXISTANT	15
2. COMMENT S'INFORMER DU RISQUE GRÊLE	6	CONCLUSION	16
3. LE RETOUR DES EXPERTS SUR L'ALÉA ET LA PRÉVENTION DES SINISTRES	7	BIBLIOGRAPHIE.....	18
4. LES CONSÉQUENCES DE LA GRÊLE SUR LES BÂTIMENTS.....	9	ANNEXES.....	20
4.1 LES PARTIES D'OUVRAGE IMPACTÉES.....	9	Annexe 1 - Liste des organismes contactés	21
4.1.1 Les toitures	9	Annexe 2 - Liste des questions pour les interviews	22
4.1.2 Les façades	10	Annexe 3 - Dommages sycodés « grêle »	23
4.1.3 Les équipements	10		
4.1.4 Autres	10		
4.2 COMPLÉMENTS : ÉTUDE SYCODÉS ET RAPPORT DE LA CGAER.....	11		
4.2.1 Type de bâtiments impactés	11		
4.2.2 Compléments sur l'impact de la grêle sur le bâtiment	11		

AVANT-PROPOS

La grêle est un phénomène climatique très localisé et aléatoire. Il s'agit d'orages avec chute de billes ou agrégats de glace appelés grêlons.

De nombreuses régions françaises ont été touchées en 2022 par des épisodes de grêle exceptionnels, accompagnés ou suivis de fortes pluies, de rafales de vent, ce qui aggrave l'importance des dommages. Pour la seule région de Vichy, environ 20 000 bâtiments ont été impactés lors des orages de grêle de juin 2022.

Pour cette année 2022 marquée par une fréquence exceptionnelle d'orages associés à des chutes de grêle, le coût des sinistres est de 3,5 milliards d'euros pour les bâtiments, sans compter les dommages sur les véhicules et les territoires agricoles.

Au regard du phénomène qui prend de l'ampleur, la Commission Prévention Construction (CPC) de l'Agence qualité construction (AQC) a demandé qu'une étude soit menée sur la « grêle » pour identifier les impacts sur les bâtiments.

Cette étude, lancée au 4^e trimestre 2023, est à destination, dans un premier temps, des membres de cette commission. L'objectif est de faire un point sur les travaux en cours, les dommages occasionnés, les cartographies qui existent, les dispositions dans les Règles de l'art, en neuf ou en rénovation ; elle précise les premières recommandations et les bonnes pratiques actuelles afin de mieux prévenir ce risque pour les bâtiments.

1. MÉTHODE DE TRAVAIL

Pour réaliser ce travail un point bibliographique a été mené ainsi qu'une analyse des dommages rapportés sur Sycodés, des interviews d'un large spectre d'organismes liés au bâtiment en incluant des retours d'organismes de nos voisins européens (ECAB – KGV en Suisse, IFB en Allemagne).

1.1 ÉTAT DE L'ART

L'étude bibliographique porte sur :

- l'aléa grêle ;
- le rapport ministériel et celui de la MRN à la suite d'épisodes de grêle exceptionnels en 2014 et en 2022 impactant fortement les cultures et les bâtiments ;
- les analyses et les informations de productions scientifiques, en France et à l'étranger, traitant les différentes parties d'ouvrages impactées et les coûts de réparation engendrés ;
- les informations météorologiques disponibles : prévisions météorologiques à court terme, cartographie de l'aléa proposée ;
- les normes d'essais et documents sur la conception et la mise en œuvre ;
- les recommandations disponibles en France et en Suisse.

Cette première approche non exhaustive, a pour objet de donner un aperçu initial des éléments à disposition.

1.2 ANALYSE DE DOMMAGES EN LIEN AVEC LA GRÊLE DE LA BASE SYCODÉS

Vingt-trois dommages au total ont été identifiés sur la période allant de 2014 à 2023 dans la base Sycodés.

Le faible nombre de dommages remontés de la base Sycodés s'explique par le fait que cette base est essentiellement alimentée par des fiches et rapports relevant de l'assurance Dommages-Ouvrage (DO) ou de l'assurance de Responsabilité civile décennale (RCD). Or les dégâts dus à la grêle sont généralement pris en charge par la garantie « tempête, grêle, neige » incluse dans le contrat d'assurance habitation, l'assurance Multirisque habitation (MRH) et parfois dans le contrat d'assurance multirisque des locaux professionnels.

Les résultats de l'analyse de cet échantillon sont présentés en [annexe 3](#).

1.3 INTERVIEWS

Pour cette étude une liste d'organismes à contacter a été proposée et validée par la CPC. Elle comprend le ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire, le ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires et des organismes qui représentent les entreprises et artisans, les industriels, les assurances et experts d'assurance, des organismes techniques, des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage professionnels.

Le [tableau en annexe 1](#) précise les 28 acteurs contactés sur le premier semestre 2024 et indique les personnes interrogées.

Au total, 21 échanges en visio ont pu être menés en se basant sur un questionnaire présenté et validé par la CPC ([cf. annexe 2](#)) et 2 organisations ont fait un retour par mail. Les questions portent sur la connaissance de dégâts sur les bâtiments par la grêle, les parties d'ouvrage impactées, l'existence d'une cartographie et de dispositions dans les règles de l'art, les bonnes pratiques et recommandations pour limiter le risque tant en neuf qu'en rénovation. Les réponses et autres remarques éventuelles ont été notées et sont synthétisées dans les paragraphes 4 à 5.

1.4 AUTRES ÉCHANGES

Les informations recueillies lors de ces interviews ont été complétées à l'occasion d'échanges avec les délégués régionaux de l'AQC et avec :

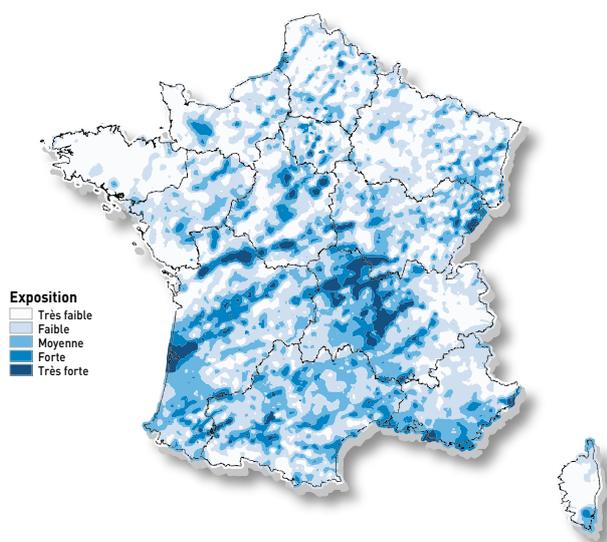
- Heike Böhmer, IFB (Institut für Bauforschung, Hanovre), le 13 mai 2023, sur la sinistralité en Allemagne et sur l'impact des risques naturels sur le bâti ;
- le GT grêle du CSTB animé par Fadi Lahlou le 1^{er} février, le 4 avril 2024 et le 18 juin 2024 ;
- à l'occasion d'une réunion du GT grêle FFB-MRN avec notamment une présentation, par Marc Choffet, ECAB – KGV à Fribourg, de l'expérience en Suisse pour maîtriser la sinistralité due à la grêle ;
- les délégués couvreurs de la Capeb lors des rencontres des métiers du bâtiment by Capeb le 26 juin 2024.

Note : l'ISC (Institut supérieur de la couverture) nous a informés que plusieurs groupes de travail sont prévus en 2024 sur l'impact du changement climatique sur le métier de couvreur » avec un possible prochain groupe de travail plus spécifiquement sur la grêle. Par ailleurs, la Chambre syndicale française de l'étanchéité (CSFE) a mis en place un Groupe de Travail en mars 2024.

2. COMMENT S'INFORMER DU RISQUE GRÊLE

Des moyens existent déjà pour s'informer de la survenue du risque grêle dans le but de permettre aux particuliers et aux professionnels d'anticiper et de prendre les premières précautions. Météo-France détecte à l'aide de radars la grêle sur l'ensemble de l'hexagone et alerte sur des épisodes de grêle qui peuvent survenir sous 24h00. Le bureau d'études Keraunos propose également des prévisions sur d'éventuels épisodes de grêle. Enfin, quelques assureurs ont développé une alerte via une messagerie téléphonique ou un e-mail sur un éventuel épisode de grêle auprès de leurs adhérents en se basant sur les prévisions de Météo-France.

Pour mieux cerner le risque de grêle, sa fréquence, son intensité et les risques sur les différentes zones géographiques, plusieurs organismes travaillent sur ces questions : l'association Anelfa « Association nationale d'étude et de lutte contre les fléaux atmosphériques », le bureau d'études Keraunos et la MRN « Mission risques naturels ». Cette dernière propose un bilan annuel des principaux événements « Cat Nat » et climatiques, dont les épisodes de grêle avec des grêlons de taille supérieure à 5 cm ; elle a développé une cartographie permettant d'identifier des zones exposées au risque grêle en compilant les données sur l'aléa et celles sur les coûts de sinistralité. Cette cartographie, présentée dans sa [lettre N°38](#), attribue un niveau de risque à l'échelle d'une commune. À noter qu'une mise à jour annuelle de cette carte est prévue. Pour connaître précisément son niveau de risque, il faut interroger la MRN. Actuellement, la FFB travaille avec la MRN pour objectiver la cartographie et évaluer la possibilité de proposer des dispositions constructives dans certains cas.



Cartographie nationale d'exposition à la grêle
(réalisée en 2023 par la MRN) © Anelfa, IGN, Keraunos, MRN

La base de données European Severe Weather Database est citée. Elle recense à l'échelle européenne des risques majeurs, dont des chutes de grêle avec des grêlons de 2 cm de diamètre ou plus, et propose des cartes. Une exploitation de ces données serait peut-être envisageable.

En Suisse, les orages de grêle représentent le principal risque naturel. Pour réduire l'impact de ce risque sur l'agriculture et le bâtiment, le pays a développé plusieurs outils comme les cartes élaborées par le « National centre for climate service » (NCCS) avec un objectif d'indiquer :

- le nombre moyen de jours de grêle par km² selon la taille maximale des grêlons attendus (à partir de 2 cm) pendant le semestre d'été. Une approche statistique selon la distribution de la taille des grêlons (LEHA) permet de donner une estimation sur des surfaces de 100 m² correspondant approximativement à la surface occupée au sol par une maison individuelle ;
- les valeurs de retour de la taille des grêlons jusqu'à 5 cm de diamètre pour une période de 50 ans (surface de référence de 100 m²).

Une [plate-forme](#) « Protection contre les dangers naturels » est développée également pour proposer des conseils concrets en regroupant l'ensemble des informations de référence disponibles en Suisse dans le domaine.

En Australie, il y a [une étude](#) sur le phénomène de la grêle, son impact sur l'agriculture et l'urbanisme et son évolution face au changement climatique. La conclusion de cette étude est qu'il existe une forte probabilité que les épisodes de grêle avec la formation de « gros » grêlons soient en augmentation dans certaines régions denses des zones côtières de l'est et du sud-ouest et en régression dans d'autres, notamment au nord-ouest.

Plusieurs pays dont la France s'interrogent sur l'aléa et son évolution avec le changement climatique. À ce jour, aucune cartographie officielle n'existe en France sur l'aléa en tant que tel, cela est dû à la difficulté de simuler l'aléa et au fait que le phénomène reste très localisé et aléatoire... Cependant, plusieurs groupes de travail incluant notamment le CSTB, la FFB et la MRN se réunissent pour travailler sur le sujet.

3. LE RETOUR DES EXPERTS SUR L'ALÉA ET LA PRÉVENTION DES SINISTRES

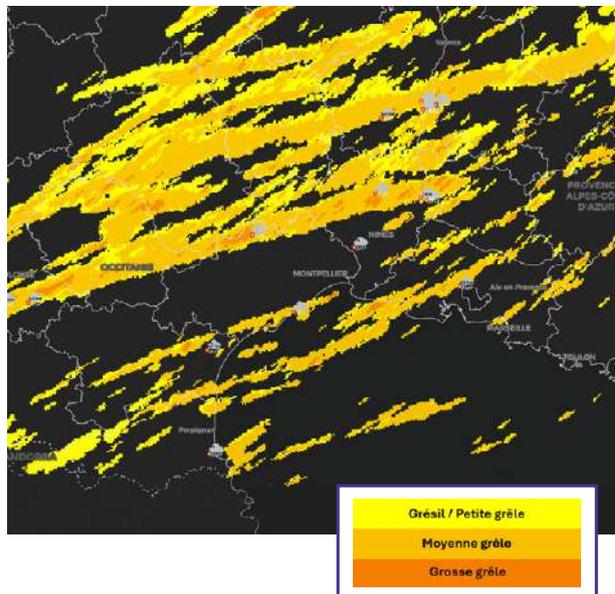
Sur un effectif de 20 interviews, les retours sont les suivants (en effectifs) :

- 10 retours sur l'existence d'une cartographie en France (MRN et Keraunos cités) ;
- 16 retours mentionnant des facteurs qui aggravent l'impact sur le bâti ;
- 8 retours portant sur des dispositions constructives existant en neuf, 3 pour la rénovation ;
- 9 retours portant sur le choix des produits en neuf.

D'une manière générale, il ressort que l'ensemble des acteurs interviewés, compte tenu des événements climatiques récents, constatent l'impact de la grêle sur les bâtiments et s'interrogent sur l'évolution de l'aléa et sur les dispositions pertinentes existantes ou à mettre en place pour limiter le risque.

La plupart des experts confirment que le risque de la grêle est difficile à appréhender. Il dépend de sa fréquence selon la zone géographique, son intensité, la taille du grêlon, ainsi que de sa vitesse. La forme peut aussi être un des critères et dépend de la manière dont les grêlons se forment et s'ils s'agrègent ou non. Il convient de mieux cerner ce risque avant d'imposer (normaliser) des dispositions de mise en œuvre ou d'évaluation de produits car les conséquences sur un bâtiment dépendent entre autres de ces paramètres. Des échanges avec la MRN et la FFB font ressortir la nécessité de travailler sur des dispositions de protection (choix de produits, mode de conception...) pour des grêlons de diamètre inférieur ou égal à 3 cm, tailles les plus fréquentes. Les épisodes de grêle avec des grêlons de tailles supérieures restent relativement rares (à suivre dans les prochaines années).

Météo-France peut diagnostiquer depuis plus de 10 ans les précipitations de pluie et de grêle grâce à une vingtaine de radars qui couvrent le territoire métropolitain et estiment notamment la taille des grêlons de manière qualitative. Trois indicateurs de taille sont retenus : petite grêle pour les grêlons inférieurs à 0,5 cm, moyenne grêle pour les grêlons entre 0,5 cm et 2 cm et grosse grêle pour les grêlons dépassant 2 cm.



Exemple de diagnostic d'occurrence de grêle pour un jour donné issu des données radar de Météo-France © Météo-France



Exemple de « gros grêlons » © Météo-France

Aucune étude sur l'évolution de la grêle face au changement climatique n'a été faite par Météo-France : une telle analyse est difficile à faire car les données radar pour la France sont compilées depuis une durée encore trop courte (10 ans) pour être exploitables vis-à-vis des évolutions du climat.

L'autre élément qui a été souvent évoqué lors des entretiens est le souhait d'études systémiques globales en intégrant les autres enjeux majeurs actuels climatiques, énergétiques...

Un point de vigilance est la nécessité de s'assurer que les essais sont bien représentatifs des sollicitations sur les produits de l'enveloppe lors des orages de grêle, l'aléa étant encore peu caractérisé. Il serait nécessaire, d'une part, de vérifier la pertinence des essais proposés pour les divers matériaux concernés (et résultats requis) avant d'imposer des essais sur les produits pouvant être impactés. D'autre part, certains produits présentent une fragilité, à des chocs durs, inhérente à leurs matériaux constitutifs (terre cuite, ardoise, fibre ciment...) mais sont courants. Ils nécessiteraient de travailler aussi sur la conception globale du bâtiment pour limiter le coût global des dommages plutôt que sur leur renforcement conduisant potentiellement à un surcoût économique (renforcement de la charpente) et environnemental (consommations énergétiques et en matière première accrue augmentant le bilan carbone de l'ouvrage).

Enfin, il a été aussi rappelé pour la transposition de solutions d'autres pays que la conception peut ne pas être adaptée : les couvertures en Suisse par exemple peuvent ne pas être les mêmes que celles en France. En effet, en Suisse, les toits sont conçus en tenant compte de l'enneigement hivernal avec pour conséquence :

- des tuiles « adaptées », donc plus épaisses, qui permettent de marcher dessus lorsqu'il faut déneiger la toiture ;
- une charpente adaptée au surpoids (tuiles, neige, passage pour déneigement...).

De la même manière, en rénovation, un matériau de couverture réputé tenir à la grêle (classement RG Suisse) nécessite de vérifier préalablement s'il ne conduit pas à une charge non prévue initialement.

Enfin, il a été signalé que les bardeaux bitumés, posés sur support continu, semblent bien se comporter à la grêle mais ne sont pas esthétiquement adaptés à la plupart des couvertures.

Par ailleurs peu d'évolutions de produits ou innovations ont été évoquées :

- un produit de couverture innovant à base de pneus recyclés a été mentionné mais sa fourniture reste très limitée et c'est une technique non courante (Absence d'Avis Technique (ATec) ou d'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) favorable) ;
- une réflexion en cours sur la pertinence d'une évolution des membranes d'étanchéité (feuille d'épaisseur plus forte et armature renforcée par exemple). Il est à noter que certaines de ces membranes existent déjà.

4. LES CONSÉQUENCES DE LA GRÊLE SUR LES BÂTIMENTS

D'après les organismes interrogés, l'impact du risque grêle sur le bâtiment dépend entre autres des facteurs suivants :

- la fréquence et l'intensité du phénomène ;
- la vitesse du grêlon ;
- la taille et la forme du grêlon ;
- la combinaison/conjugaison du phénomène grêle avec les autres risques naturels : forte pluie et/ou vent important.

4.1 LES PARTIES D'OUVRAGE IMPACTÉES

La toiture est la principale partie d'ouvrage impactée d'après les experts. Les éléments verticaux sont également largement cités lors des échanges en plus des équipements dont les capteurs solaires thermiques et modules photovoltaïques. Le risque grêle ne s'arrête pas aux toitures et façades, les désordres peuvent être conséquents sur la partie intérieure du bâtiment (infiltrations d'eau).

4.1.1 Les toitures

La toiture est le premier et le plus important des éléments d'ouvrage affectés par le risque grêle. La grêle impacte les produits suivants :

- la tuile, l'ardoise, les plaques fibre-ciment qui peuvent être cassées par effet de choc, les tôles métalliques peuvent être martelées ou crevées ;



Tuiles cassées par la grêle (exemple de tuiles non françaises) © AQC

À noter cependant que les couvertures en petits éléments (tuiles, ardoises...) lorsqu'elles sont relativement peu impactées par la grêle ont l'avantage d'être facile-

ment réparables : le remplacement de quelques tuiles ou ardoises relève des travaux d'entretien « courant » pour une couverture en petits éléments.

- l'étanchéité apparente peut être percée ;



Revêtement d'étanchéité percé par la grêle © AQC

- les plaques, les voûtes éclairantes et les lanterneaux en matériaux polymères translucides (le polycarbonate est notamment cité) sont perforés ;
- les fenêtres de toit peuvent également être impactées ;
- les gouttières en PVC cassent et celles en métal présentent des traces d'impact ou se décrochent ;



Gouttière en PVC impactée par la grêle © sylv1rob1 - Shutterstock

- le poids des grêlons peut conduire à des effondrements de chéneaux, gouttières...

Un exemple qui a été signalé est l'effondrement de la charpente d'une toiture avec étanchéité apparente, à la suite d'un épisode de grêle suivi d'une forte pluie. Ce point est explicité au paragraphe [4.3 Facteurs d'aggravation](#).

4.1.2 Les façades

La grêle étant un phénomène accompagné souvent par des vents forts, les éléments de façades sont également touchés avec des conséquences parfois importantes.

Concernant des baies (portes ou fenêtres) : les volets en PVC peuvent être perforés. Les stores en lamelles sont les plus vulnérables. Les volets en bois et métal quant à eux sont parfois impactés esthétiquement. Ce peut être gênant pour les bâtiments historiques ou neufs par exemple.

Les autres éléments comme l'isolation thermique par l'extérieur sont également impactés et l'enduit peut se dégrader.



Volet roulant en PVC impacté par la grêle © AQC



Enduit de façade impacté par la grêle © AQC

D'autres parties comme les éléments de bardage et les verrières sont également largement citées. Il est indiqué que les vérandas avec des panneaux verriers anciens en toiture sont beaucoup plus sensibles à la grêle que celles réalisées selon les règles de l'art actuelles - règles professionnelles de vérandas de 2021- avec du double vitrage dont le composant intérieur est feuilleté (sécurité des personnes) et le composant extérieur en verre recuit présente une épaisseur dimensionnée selon ces règles (ou, plus rarement, est en verre trempé).

Enfin, les casquettes, les marquises et les pare-soleil (ombrières) sont aussi évoqués comme parties d'ouvrage vulnérables au risque grêle.

4.1.3 Les équipements

Pour les capteurs solaires thermiques peu de cas de casse sont signalés. En cas de casse, la réparation est techniquement bien identifiée :

- pour les capteurs plans les plus anciens, seul le vitrage est à changer ;
- pour les nouveaux modèles plans (avec vitrage collé), le capteur entier doit être changé ;
- et en cas de capteur « sous vide » (environ 5 % du marché), seules les ampoules sont à changer.

Pour les modules verriers photovoltaïques : il y a peu de remontées de casse. Cependant, d'après l'expérience de Certisolis qui réalise des diagnostics de champs photovoltaïques après chute de grêle, des défauts ne sont pas exclus. Bien qu'invisibles à l'œil nu, ils peuvent provoquer une perte de rendement et/ou un risque d'incendie.

4.1.4 Autres

Des éléments comme le carport, le mobilier de jardin, les murs de clôture, les piscines et leur fermeture éventuelle... peuvent être également impactés par la grêle (casse ou traces d'impacts).

Un cas un peu à part est cité : l'inondation d'un local professionnel situé en bas d'une pente, juste après la grêle (alors que le bâtiment n'avait pas été impacté par les chocs des grêlons). La fonte des grêlons peut donc également impacter le bâtiment.

4.2 COMPLÉMENTS : ÉTUDE SYCODÉS ET RAPPORT DE LA CGAER

4.2.1 Type de bâtiments impactés

Le rapport de la CGAER indique un impact important également sur les bâtiments agricoles en 2022. Dans l'Allier par exemple, il fait état de « 191 bâtiments endommagés (70 % des bâtiments, au moins en partie, sont amiantés), pour une surface de toitures estimée a minima à 385 000 m² » avec pour conséquence un manque d'abri pour les troupeaux et pour leur alimentation.

Dans l'échantillon issu de Sycodés les bâtiments impactés sont principalement les locaux d'activité – bureaux, locaux industriels, hôpitaux - (10 dossiers) et les maisons individuelles (9 dossiers).

4.2.2 Compléments sur l'impact de la grêle sur le bâtiment

La lecture des fiches et rapports de sinistre Sycodés permet de compléter ou préciser les retours des experts.

- En ce qui concerne les équipements, un cas de dégradation de capteurs solaires est remonté dans Sycodés, sans aucun dysfonctionnement noté par l'expert (pas d'impact sur la production d'eau chaude pour le logement collectif concerné).
- Dans un cas de champs photovoltaïque intégré à la couverture, des infiltrations d'eau ont eu lieu sous le champ photovoltaïque, au niveau des abergements latéraux, mais uniquement sur un des deux versants de la toiture.
- Équipement : un cas d'endommagement par la grêle des groupes « froids » régulant la température des salles d'un process industriel est constaté (risque de perte de toute la production).
- Couloir de noue : enfin dans un cas, l'expert constate que la largeur d'ouverture des couloirs de noue en couverture est trop faible, générant un refoulement d'eau et de grêle avec apparition d'auréoles au plafond de la cuisine.

En complément, des infiltrations d'eau après un épisode de grêle sont parfois l'occasion de constater :

- une erreur de conception ou d'exécution ; par exemple, il est constaté :
 - l'oubli du « voile » d'interposition (vraisemblablement un écran de séparation chimique) sous le revêtement d'étanchéité alors que probablement, le support n'était pas compatible chimiquement,
 - ou encore, pour une couverture en petits éléments, le traitement inadapté d'un point singulier (solin) ;
- la vétusté de matériaux avec un cas de casse de plaques amiante ciment et un autre cas avec une casse d'une plaque de polycarbonate (vieillesse par les UV).

D'autres parties d'ouvrages que celles citées par les experts et l'analyse Sycodés peuvent aussi être impactées :

- les revêtements de sol : notamment les parquets ou moquettes ;
- les réseaux intérieurs : en cas d'effondrement de plafond ou de cloison, le réseau électrique peut être impacté par exemple.

4.3 FACTEURS D'AGGRAVATION

L'importance des dégâts (et le coût des réparations) augmente en fonction :

- de la taille et probablement de la forme des grêlons ;
- de la force du vent fort concomitant à la chute de grêle. Un vent fort augmente l'énergie d'impact des grêlons (accroissement du risque de bris des matériaux sensibles aux chocs durs) et dévie leur trajectoire : plusieurs façades du bâtiment peuvent donc être impactées ainsi que des équipements sous auvent ;
- des pluies suivant l'événement de grêle :
 - un défaut d'entretien peut conduire à des infiltrations d'eau dans le cas de noues, chéneaux, gouttières encombrées de débris et de grêlons parfois qui gênent l'évacuation de l'eau :
 - si les grêlons accumulés au droit des évacuations d'eau n'ont pas eu le temps de fondre, ils peuvent se « souder » et bloquer le passage d'eau. En toiture-terrace avec étanchéité, l'accumulation d'eau peut conduire alors à un effondrement en l'absence d'autres dispositifs (déversoir en bout de noue par exemple) permettant à l'eau de s'évacuer,
 - dans un chéneau, ce dernier peut s'effondrer aussi si une surverse n'est pas prévue ;
- du vieillissement « normal » des matériaux. Il a été notamment cité de la casse avec :
 - une plaque de polycarbonate vieillie du fait de l'ensoleillement,
 - des plaques anciennes « amiante-ciment » utilisées en couverture ;
- de la présence d'amiante, du fait des coûts de travaux inhérents aux travaux de désamiantage ;
- des experts s'interrogent aussi sur la tenue des matériaux de couverture – tuiles, ardoises notamment – qui ont résisté sans casse à plusieurs orages de grêle. Le vieillissement mécanique dû à des chocs successifs pourrait induire une fragilité ;
- enfin, lorsque les grêlons ont dégradé l'enveloppe, si la réparation tarde du fait par exemple du manque de produits de toiture (stocks du type de matériau impacté insuffisants, problématique de transport...), les dégâts vont s'accroître. Il en est de même en cas de difficultés d'approvisionnement en « bâches » utilisées en mesure conservatoire transitoire. Les délais de réparation sont aussi liés à la disponibilité des acteurs concernés (moyens humains).

Note : il a été annoncé que les entreprises et artisans poursuivent une réflexion plus large sur l'amélioration de la gestion post-crise (tous événements confondus) au niveau des moyens humains ce qui va dans le sens d'une limitation des dégâts de « mouille ». De même, les compagnies d'experts s'organisent afin de pouvoir traiter plus de dossiers suite à un événement.

Par ailleurs, quelques pratiques sont remontées sur la gestion des réparations immédiatement après la grêle, comme utiliser les tuiles de débord de toit ou du garage pour réparer la partie courante au-dessus des locaux nobles (habitation...) en attendant la livraison des tuiles adaptées à la couverture.

Note : des préfectures ont communiqué sur les risques liés aux interventions sur matériaux amiantés à la suite des dégâts sur des plaques de couverture de logements (cf. Communiqué de presse de la préfecture de l'Indre « Intempéries : risques liés aux interventions sur matériaux amiantés », mis à jour le 9 juin 2022)

5. RÈGLES DE L'ART ET ESSAIS

D'après les divers organismes interrogés il n'y a pas de dispositions spécifiques dans les règles de l'art françaises - normes DTU, règles professionnelles, recommandations professionnelles RAGE-PACTE-PROFEEL, Avis Techniques ou Appréciations Techniques d'Expérimentation - pour prévenir les dommages dus la grêle que ce soit sur le choix de la conception (pente minimale, nécessité d'écran de sous-toiture... par exemple) ou sur le choix du matériau (métal pour les gouttières par exemple). Les règles de l'art considèrent bien le climat (neige, vent...) comme l'une des contraintes à prendre en compte, mais la grêle est un phénomène dont la fréquence et l'intensité ne justifiaient pas de dispositions plus précises jusqu'à ces dernières années.

Cependant, pour le choix de produit/procédé, quelques essais existent permettant de tester leur tenue à la grêle, sans obligation (non requis dans le marquage CE par exemple).

- Pour les membranes d'étanchéité synthétiques PVC (polychlorure de vinyle), EPDM (caoutchouc éthylène-propylène-diène) et FPO (polyoléfines flexibles), une méthode d'essai est définie dans la norme NF EN 13583 mentionnée notamment dans les guides techniques UEAtc (cahiers du CSTB 3539 (PVC), 3540 (EPDM) et 3541 (FPO), de janvier 2006) permettant d'évaluer les caractéristiques et aptitude à l'emploi des procédés d'étanchéité.

La résistance à la grêle est définie dans ces guides comme une exigence complémentaire « pour les feuilles devant être utilisées dans des zones géographiques particulières » mais sans précisions de ces zones. L'essai est conduit avec une balle polyamide lisse de 4 cm de diamètre. La résistance de la feuille d'étanchéité testée est définie par la vitesse de tir de la balle de 38,5 g, sans indication de vitesse minimale dans le guide.

Sans précision de zone géographique et d'un seuil minimal de vitesse de grêlon à respecter, le Groupe spécialisé 5.2 de la CCFAT délivrant les ATec sur les procédés d'étanchéité ne demande pas cette caractéristique et, si elle est fournie (cas d'ancien ATec), ne donne pas d'avis sur la tenue à la grêle du procédé évalué.

Les revêtements d'étanchéité apparents, en feuilles bitumineuses sont également concernés par le phénomène mais il n'existe pas d'essai autre que celui de la norme NF EN 13583 et il n'y a pas de spécification non plus.

- Pour les modules photovoltaïques « verriers » un essai de grêle est défini dans la norme NF EN 61 215-2. Le fabricant choisit le diamètre de la bille, le plus faible prévu étant de 2,5 cm, ainsi que la matière ;

glace ou acier. Il n'y a pas d'après Certisolis qui réalise cet essai, de corrélation publiée entre l'essai réalisé avec une bille d'acier et ceux avec une bille de glace. La vérification de bon comportement du module est visuelle : il n'y a pas de vérification du « bon fonctionnement » du module après choc.

- Pour les capteurs solaires thermiques, un essai de choc est prévu dans la NF EN ISO 9806 (bille d'acier ou de glace).
- La méthode d'essai de choc UL 2218 est mentionnée dans une étude sur la tenue à la grêle de toiture-terrasse végétalisée. L'essai consiste à faire tomber des billes d'acier de diamètre allant de 1,25 pouce à 2 pouces - de différentes hauteurs, avec un classement associé (classe 1 à 4). Le revêtement d'étanchéité ne doit pas être cassé après deux chocs successifs au même endroit. Ce classement est utilisé pour choisir des produits se comportant correctement en cas de tempêtes notamment de grêle.
- Il a été mentionné sans plus de précisions des essais de grêle dans un laboratoire de l'université de Sydney.
- Enfin et surtout, plusieurs organismes ont fait mention d'essais en Suisse : l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) a défini des conditions normées pour l'essai de la résistance à la grêle pour divers types de matériaux ou procédés de l'enveloppe et équipements soit 35 documents décrivant la méthode d'essais et le critère pour chaque produit/procédé. À noter par exemple qu'une tuile est testée en œuvre, entourées d'autres tuiles (3 rangées de 4 tuiles au minimum).

Le résultat de l'essai est examiné par une commission qui attribue un classement RG3 à RG5 (selon diamètre du grêlon) valable 5 ans. Les différents produits/procédés (environ 500 pour l'enveloppe du bâtiment) bénéficiant d'un classement peuvent être trouvés sur le site « répertoire grêle » précisant leur classement.

Des cartes de grêle – occurrence de la grêle et taille des grêlons – étant par ailleurs proposées, il est possible aux concepteurs de choisir un matériau/procédé en fonction du risque grêle.

- Pour finir, le CSTB étudie la possibilité de construire un banc d'essai compatible avec le protocole de l'AEAI, capable de projeter précisément des grêlons de différents diamètres à différentes vitesses sur tout type de procédés.

Par ailleurs, pour les produits de finition utilisés en façade et les produits verriers il existe des essais de chocs durs développés plus spécifiquement pour tester leur tenue en cas de chocs accidentels (jets d'objets ou coups) ou pour la sécurité (éviter les chutes de personnes pour des lanterneaux ou verrière en toiture par exemple).

Diverses méthodes d'essais existent donc pour tester les produits afin d'évaluer leur tenue à la grêle mais il n'y a pas, en France, de niveau fixé selon la localisation du bâti et le type de grêle (masse, vitesse, diamètre... du grêlon). Si le concepteur souhaite un choix de produit, il doit préciser le type d'essai et seuil qu'il souhaite. Le répertoire grêle suisse peut être une solution à condition de s'assurer de la disponibilité du produit dans le territoire considéré et d'adapter la conception de l'ouvrage le cas échéant.

À noter que plusieurs organismes s'interrogent aussi sur l'impact de la mise en œuvre sur le comportement d'un produit et souhaiteraient des études de corrélation entre l'essai et les dégâts constatés in situ.



© AQC

6. BONNES PRATIQUES ET RECOMMANDATIONS IDENTIFIÉES

Plusieurs recommandations et bonnes pratiques ont été identifiées par les experts. Cette première liste est complétée par l'étude bibliographique. Certaines d'entre elles restent à confirmer.

6.1 LA PRÉVENTION IMMÉDIATE ET LE RETOUR À LA NORMALE

La sensibilisation et l'information des particuliers et des professionnels au risque grêle permettent d'avoir les premiers éléments de prévention. Les points pratiques pour réduire l'impact qui sont répertoriés sont :

- l'ouverture des volets roulants en lamelles ou en pvc (les remonter). À noter qu'en Suisse, les assureurs ont développé un dispositif qui détecte le risque grêle et permet de remonter automatiquement des volets à lamelles en cas d'un éventuel risque de grêle ;
- la fermeture des pare-soleil ;
- l'ouverture des protections bassin piscine ;
- la mise à l'abri du mobilier de jardin, des poubelles PVC...

6.2 LA PRÉVENTION DANS LE BÂTIMENT NEUF

Lors de la conception et la réalisation d'un bâtiment neuf, il est recommandé de :

- choisir sa stratégie dès la conception, modes constructifs adaptés ou choix de produits ayant fait l'objet idéalement d'un essai grêle (taille de grêlon au moins de 2.5 cm) ;
- prévoir un stock de quelques tuiles/ardoises pour pouvoir faire réparer même en cas de difficulté d'approvisionnement dû à des besoins spécifiques pour les types de tuile au regard de la région concernée ;
- pour les couvertures en ardoises ou en tuiles, prévoir un écran de sous-toiture souple permettant de limiter les infiltrations d'eau jusqu'à réparation ;
- pour ce qui est de la tôle métallique, si le maître d'ouvrage accepte des traces d'impact, la choisir suffisamment épaisse (en respectant les règles de l'art) ;
- prévoir en cas de toiture avec revêtement d'étanchéité :
 - soit un revêtement renforcé s'il est apparent, dès lors que des éléments techniques appropriés vis-à-vis de la grêle seront apportés,
 - soit une protection lourde ;
- choisir des volets métalliques (sans lamelles) ou des volets en bois et préférer les gouttières, les cheneaux et les descentes en métal ;

- pour les gouttières ou cheneaux « extérieurs » soigner leur mise en œuvre (surverse sur l'extérieur). En cas de chéneau contre un mur ou entre deux versants, respecter les dispositions du NF DTU 60.11 en réalisant une évacuation « déversoir » pour évacuer le trop plein d'eau. La section d'écoulement du déversoir est au moins égale à la descente concernée (NF DTU 60.11 P3, §5.6) ;
- dans le cas de couverture en ardoise, préférer les noues arrondies en ardoises, aux noues avec feuille métallique pliée ;
- de choisir les modules photovoltaïques qui ont fait l'objet d'un essai grêle et pour les capteurs solaires thermiques, prévoir une pose à plus de 30° (augmenter la pente du capteur) pour limiter le risque de casse.

6.3 LA PRÉVENTION DANS LE BÂTIMENT EXISTANT

Les bonnes pratiques à prendre en compte sont :

- l'entretien régulier notamment de la toiture, y compris des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales (voir les règles de l'art et les NF DTU série 43 et 40). Des contrats types d'entretien sont proposés par la Capeb et la FFB (UMGCCP, CSFE). Ces documents facilitent l'établissement par les entreprises et artisans de leur proposition de contrat d'entretien au maître d'ouvrage ;
- à l'occasion d'une rénovation d'un versant entier d'une toiture en ardoises ou en tuiles, prévoir un écran de sous-toiture. À noter que, dans le cas des plaques en amiante ciment, il serait pertinent de réfléchir à leur remplacement compte tenu des coûts liés au désamiantage ;
- pour les couvertures en tuiles ou ardoises, prévoir un stock de quelques tuiles/ardoises compatibles avec son matériau de couverture : le fabricant peut proposer parfois une liste de produits compatibles ;
- changement du type des volets ou prévoir des fenêtres double vitrage qui contribuent à l'amélioration du confort thermique et acoustique du bâtiment ;
- en cas de cheneaux contre un mur ou entre deux versants, s'assurer de la présence d'une évacuation « déversoir » pour évacuer un trop-plein d'eau (cf. NF DTU 60.11 P3, § 5.6) ;
- remplacement des gouttières PVC anciennes par des gouttières et descentes en métal ;
- prévoir un suivi de la production d'électricité des modules photovoltaïques par un monitoring pour vérifier s'il y a une baisse de rendement. Dans ce cas, il est recommandé de faire un diagnostic de l'installation après un épisode de grêle.

CONCLUSION

La grêle est un aléa encore mal connu sur le territoire français : il n'y a pas de carte officielle de l'aléa. C'est un aléa qui cohabite avec d'autres aléas liés au changement climatique : fortes pluies, forts vents, fortes amplitudes thermiques... Des travaux sont en cours à la MRN et au CSTB notamment. Une première proposition de carte du risque a été établie par la MRN sur la base de compilations de données climatiques d'origines diverses et de sinistres avec des coûts importants.

L'impact de la grêle sur les bâtiments dépend d'une combinaison de plusieurs facteurs : la taille des grêlons, l'intensité de la chute, la vitesse d'impact du grêlon... dont les effets sont encore scientifiquement mal connus. Une aggravation des dégradations est notée à partir d'un diamètre de grêlon de 3 cm environ et/ou en cas de vent fort et de pluie accompagnant ou suivant l'épisode de grêle. La vétusté ou l'absence d'entretien accroissent aussi l'importance des dégâts. Les coûts seront augmentés également en cas de présence d'amiante dans les parties d'ouvrage impactées (toitures en plaque amiante-ciment notamment) du fait des travaux de désamiantage nécessaires ensuite.

L'enveloppe du bâtiment est en premier lieu touchée par la grêle, en grande partie la toiture, les équipements de toit mais aussi la façade – enduit sur maçonnerie ou ITE, menuiserie et volet en aluminium ou PVC, stores et volets roulants...-. Lorsque le plan d'étanchéité à l'eau est dégradé par la grêle, des infiltrations d'eau affectent les ouvrages intérieurs - cloisons, plafonds et leurs finitions ou embellissements, réseau électrique, revêtements de sol... -

Par ailleurs, des inondations de locaux sont aussi signalées même lorsque l'enveloppe n'a pas été touchée (apports d'eau importants lorsque les grêlons fondent).

Concernant les modules photovoltaïques, même en l'absence de casse, une chute du rendement peut être observée après un épisode de grêle. Dans ce cas le risque d'incendie augmente d'après des experts en photovoltaïque.

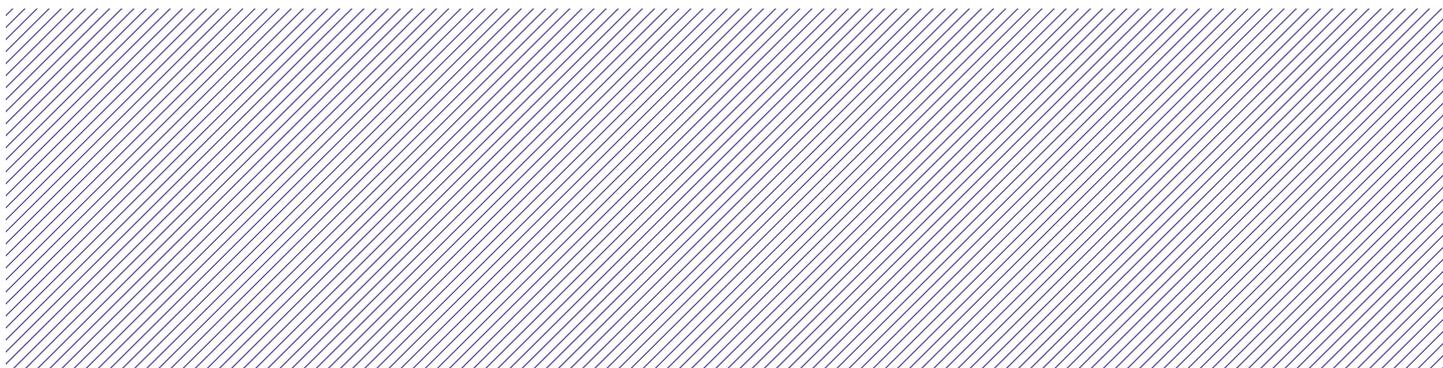
Il n'y a pas de dispositions spécifiquement prévues dans les règles de l'art pour limiter l'impact de la grêle sur un bâtiment, mais les assureurs communiquent sur un ensemble de bonnes pratiques en cas de risque immédiat de chute de grêle – rentrer le mobilier de jardin, remonter les stores... -

Quelques recommandations constructives ont été évoquées lors des interviews avec en premier lieu la nécessité de réfléchir à sa stratégie de conception ou choix du produit selon le besoin de l'utilisateur. En effet, le niveau de protection ne sera pas forcément le même pour un logement, pour un local professionnel ou pour une école...

Concernant le choix des procédés, il est possible de s'appuyer pour les modules photovoltaïques ou les revêtements d'étanchéité sur des essais relevant de normes produits NF EN (respectivement NF EN 61 215-2 et NF EN 13583), plus largement, pour les produits de l'enveloppe, sur l'essai grêle défini par la Suisse. Ces essais ne sont pas actuellement demandés en France, d'autant qu'il n'y a pas de précision du domaine d'emploi en France pour les produits testés (absence de carte officielle précisant le niveau de risque pour un type de grêle - grêlons de 3 à 5 cm de diamètre par exemple). S'il souhaite un produit ayant fait l'objet d'une vérification de tenue à la grêle, le maître d'œuvre doit donc l'indiquer dans les pièces écrites du marché en précisant le type d'essai et son exigence pour l'ouvrage : tenue à tel diamètre de grêlon dans telle configuration de pose par exemple.

À la suite des divers échanges, les premières pistes de travail identifiées sont les suivantes.

- 1 Accompagner les travaux pour caractériser l'aléa. Il a été proposé de prioriser dans un premier temps la réalisation d'une cartographie des cas de grêle plus fréquents, correspondant à une part suffisamment importante du coût cumulé des sinistres « grêle » (seuil à déterminer). En première approche le diamètre de 3 cm a été évoqué mais serait à préciser en tenant compte des dernières données sur les sinistres pour compléter l'étude réalisée par la MRN sur ceux entre 2006 et 2019 (lettre de la MRN N°34). En parallèle, prévoir d'étudier dès maintenant l'évolution de cet aléa dans le cadre du changement climatique pour les années à venir.
- 2 Établir un REX à partir de rapports de sinistralité en remontant si possible sur une douzaine d'années (pour englober l'année 2014) permettrait d'étudier l'impact de la grêle dans le temps et de mieux cerner l'influence du changement climatique. Une comparaison entre la carte de l'aléa et celle du coût des sinistres serait ensuite à effectuer.
- 3 Améliorer la sensibilisation des acteurs (maîtres d'ouvrage, professionnels du bâtiment, utilisateurs des locaux...) sur la conception des ouvrages et leur entretien.
- 4 Pour les méthodes d'essai existantes (ou celles qui seraient mises en place), vérifier par un retour d'expérience la corrélation des résultats de l'essai avec le comportement du procédé in situ (selon sa mise en œuvre).
- 5 Continuer de favoriser le retour d'expérience, entre professionnels (entreprises, artisans, experts d'assurance...) – divers GT en cours notamment sur l'organisation – ou post-cyclone. En effet, les vents cycloniques, très forts, projettent des objets sur les bâtiments d'où des chocs avec des dégradations similaires à celles observées en cas de grêle (casse et infiltrations d'eau notamment). L'objectif serait de mieux identifier les dispositions constructives qui limitent le risque : choix de produits/procédés, de conception... et de compléter et préciser les recommandations actuelles pour limiter l'impact de la grêle : couverture avec écran sous-toiture, déversoir en bout de noue/cheneau au droit des entrées d'eaux pluviales...
- 6 Faire évoluer les produits pour améliorer la résistance du bâtiment à la grêle si l'impact carbone et le coût restent maîtrisables. Des réflexions sur le développement de produits/procédés sont notamment signalées mais aucune évaluation de procédés type ATEX n'a encore été faite (par rapport au risque grêle).
- 7 Définir des catégories de bâtiments qui devraient être mieux protégés contre la grêle comme les écoles, hôpitaux... Ce pourrait être les PLU de communes fréquemment impactées qui intégreraient si elles le souhaitent des dispositions spécifiques de conception pour ces bâtiments en cas de rénovation ou de constructions neuves.
- 8 Rappeler l'importance de l'entretien/maintenance par des professionnels et l'intérêt pour les maîtres d'ouvrages d'avoir un stock de tuiles/ardoises d'avance.



BIBLIOGRAPHIE

Sites

Assurance prévention

<https://www.assurance-prevention.fr/reagir-orage>

Géorisques

<https://www.georisques.gouv.fr/>

Keraunos

<https://www.keraunos.org/>

Les travaux suisses

- <https://www.protection-dangers-naturels.ch/mentions-legales.html>
- <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/le-nccs/themes-prioritaires/climatologie-grele-suisse.html>

Les travaux de l'Australie

<https://www.unsw.edu.au/newsroom/news/2023/10/likelihood-of-hail-in-australia-has-changed-substantially-over-t>

Météo-France

<https://vigilance.meteofrance.fr/fr>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-risques-naturels-2023/9-sinistralite-liee-aux-tempeste-grele>
- <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/>

MRN

<https://www.mrn.asso.fr/>

Publications

Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes d'étanchéité de toiture en PVC (Polychlorure de vinyle) non armés, armés et/ou sous-facés (décembre 2001), e-cahiers 3539 (janvier 2006)

CSTB

Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes d'étanchéité de toiture en EPDM (caoutchouc-éthylène-propylène-diène) non armés, armés et/ou sous-facés (décembre 2001), e-cahiers 3540 (janvier 2006)

CSTB

Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes d'étanchéité de toiture en polyoléfines flexibles (FPO) non armés, armés et/ou sous-facés (décembre 2001), e-cahiers 3541 (janvier 2006)

CSTB

Complexe d'étanchéité avec isolant (mars 2017)

AQC

<https://qualiteconstruction.com/ressource/focus-desordres-construction/complexes-etancheite-avec-isolant-points-de-vigilance/>

Mission Flash – Épisodes de grêle de mai et juin 2022 (juillet 2022)

CGAAER, ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire

<https://agriculture.gouv.fr/mission-flash-episodes-de-grele-de-mai-et-juin-2022>

Conditions d'essai AEAI no 27 Constructions assimilables à une tente (avril 2016)

La Suisse

services.vkg.ch/rest/public/georg/es/publikation/documents/ES PUB-745536923-117.pdf/content

Lettre N°38 (décembre 2023)

MRN

<https://www.mrn.asso.fr/lettre-n38/>

Lettre N°34 (décembre 2020)

MRN

<https://www.mrn.asso.fr/lettre-mrn-n34-alea-grele-point-sur-les-connaissances/>

Référentiels de résilience du bâti aux aléas naturels (janvier 2024)

MRN

https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2024/03/repertoire-mrn-des-referentiels-de-resilience-du-bati-aux-aleas-naturels_janvier-2024_vf_08-03.pdf

Bilan MRN des principaux événements Cat Nat et climatiques de l'année 2023 (mars 2024)

MRN

https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2024/03/bilan-mrn-des-principaux-evenements-cat-nat-et-climatiques_03-27_vf.pdf

Tempête de grêle ELA : 6 au 10 juin 2014 (décembre 2017)

MRN

<https://www.mrn.asso.fr/publication/rapport-mrn-tempete-de-grele-ela-en-juin-2014/>

Intempéries : risques liés aux interventions sur matériaux amiantés (juin 2022)

Communiqué de presse de la préfecture de l'Indre

Pour se protéger contre la grêle tous les matériaux ne se valent pas. Flyer Hagelregister_F, Association des établissements d'assurance incendie, Berne, Suisse

AEAI

https://www.protection-dangers-naturels.ch/files/Downloads/Promotion_FR/Flyer/Flyer_Hagelregister_F.pdf

Normes

NF EN ISO 9806 : Énergie solaire - Capteurs thermiques solaires - Méthodes d'essai (novembre 2017)

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-iso-9806/energie-solaire-capteurs-thermiques-solaires-methodes-dessai/fa186052/80321>

NF EN 13583 : Feuilles souples d'étanchéité - Feuilles bitumineuses, plastiques et élastomériques d'étanchéité de toiture - Détermination de la résistance à l'impact de la grêle (octobre 2012)

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-13583/feuilles-souples-detancheite-feuilles-bitumineuses-plastiques-et-elastomeri/fa169062/39919>

NF EN IEC 61215-1 : Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres - Qualification de la conception et homologation - Partie 1 : exigences d'essai (avril 2021)

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-iec-612151/modules-photovoltaïques-pv-pour-applications-terrestres-qualification-de-la/fa195378/238021>

NF EN IEC 61215-2 : Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres - Qualification de la conception et homologation - Partie 2 : procédures d'essai (avril 2021)

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-iec-612152/modules-photovoltaïques-pv-pour-applications-terrestres-qualification-de-la/fa195383/238803>

NF EN IEC 61730-1 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : exigences pour la construction (avril 2018)

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-iec-617301/qualification-pour-la-surete-de-fonctionnement-des-modules-photovoltaïques-/fa186981/1747>

NF EN IEC 61730-2 Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2 : exigences pour les essais (juillet 2018)

<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-iec-617302/qualification-pour-la-surete-de-fonctionnement-des-modules-photovoltaïques-/fa186982/81364>

SIA 261/1 Actions sur les structures porteuses - Spécifications (2020)

ANNEXES

ANNEXE 1 - LISTE DES ORGANISMES CONTACTÉS

ORGANISME	DESCRIPTION SUCCINCTE	CONTACT
Capeb	Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment	Anne Jeannolin
CCR	Caisse centrale de réassurance, groupe public et réassureur	Nicolas Bauduceau
CEA Expert	Compagnie des experts agréés	Olivier Gloux
Cerema	Centre d'études et expérience en risques, environnement, mobilité et urbanisme, Établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique	Cédric Lentillon
Certisolis	Laboratoire d'essais et de certification photovoltaïque	Franck Barruel
CSFE (FFB)	Chambre syndicale française de l'étanchéité	Cédric Hotton Pascal Le Cœur
CSTB	Centre scientifique et technique de la construction	Fadi Lahlou
CTMNC	Centre technique de matériaux naturels de construction	Olivier Dupont
FA	France assureurs	Anne-Sophie Roussel-Truffy
FCBA	Le centre technique industriel français, chargé des secteurs de la forêt, de la cellulose, du bois-construction et de l'ameublement	Serge Lenevé
FFB	Fédération française du bâtiment	Valery Laurent
FFTB	Fédération française des tuiles et briques	Céline Ducroquetz
GMPV(FFB)	Groupement des métiers du photovoltaïque	Nicolas Andria
INES	Institut national de l'énergie solaire	Lionel Nicolo
Météo-France	Météo-France	Franck Baraer
MRN	Mission risques naturels	Lilian Pugnet
Pôle Habitat (FFB)	Les acteurs de la construction immobilière	Julien Serri
SNFA (FFB)	Syndicat national de la construction des fenêtres, façades et activités associées	M Lopin
Synamome	Le regroupement de professionnels de la maîtrise d'œuvre de conception et de réalisation de l'acte de bâtir	Jean-Jaques Eyquem
UMB-FFB	Union des métiers du bois	Adrien Parquier
UMGCCP (FFB)	Union des métiers du génie climatique, de la couverture et de la plomberie	Yves Butet

D'autres organismes ont été contactés mais les interviews n'ont pas encore pu être établis au moment de la rédaction du rapport : l'Association française pour la prévention des risques naturels et technologiques (AFPCNT), l'Association nationale d'étude et de lutte contre les fléaux atmosphériques (Anelfa), Buildwise (ex CSTC), le Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton (CERIB), le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER), la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) & la Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP).

ANNEXE 2 - LISTE DES QUESTIONS POUR LES INTERVIEWS

- 1 Pouvez-vous nous préciser le rôle de votre organisme/entreprise et votre fonction ?
- 2 Votre entreprise/association a-t-elle connaissance de problèmes pour les bâtiments liés à des chutes de grêle ? Lesquels ? À partir de quelle taille de grêlons y a-t-il des dommages ?
- 3 Y a-t-il des facteurs d'aggravation des dommages dus à la grêle ?
- 4 À votre connaissance, y a-t-il une cartographie de l'aléa permettant de savoir si son bâtiment est situé dans une zone à risque de grêle ?
- 5 À votre connaissance, en ouvrage neuf, y a-t-il des dispositions de mise en œuvre pour limiter les dégâts liés à la grêle ?
- 6 À votre connaissance, existe-t-il des dispositions pour limiter les dégâts liés à la grêle sur un bâtiment existant ?
- 7 À votre connaissance, existe-t-il des produits résistant mieux à la grêle ? Existe-t-il un essai pour évaluer le niveau de tenue à la grêle ? Si oui pour quel produit ?
- 8 Y a-t-il des essais ou certifications (produits ou ouvrage) avec une option « tenue à la grêle » ? Si oui lesquels ?
- 9 Y a-t-il des recommandations/bonnes pratiques pour limiter les dommages dus à une chute de grêle ?
 - Côté entreprise/fabricant
 - Côté utilisateur
- 10 Selon vous, quelles seraient les actions à mener ? Les évolutions de texte à envisager ?
- 11 Auriez-vous des contacts à nous transmettre d'organismes travaillant sur le sujet ?
- 12 Divers

ANNEXE 3 – DOMMAGES SYCODÉS « GRÊLE »

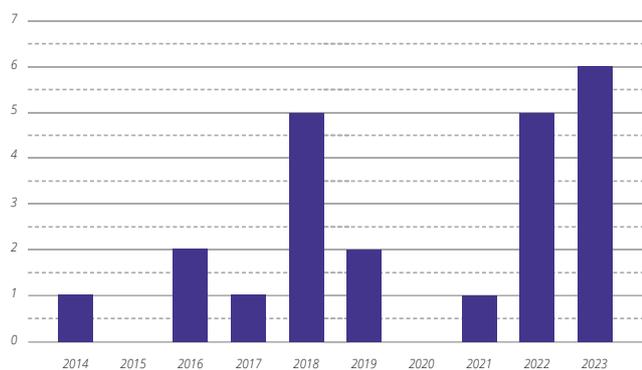
Afin d'obtenir un ensemble de dommages en lien avec l'aléa « grêle » dans la base Sycodés, une recherche avec les mots clef « grêle » et « grêlons » a été effectuée sur les dommages enregistrés entre 2014 et novembre 2023 : 23 dommages ont été ainsi identifiés dans la base Sycodés, dont 13 avec un rapport Alerte.

L'analyse menée ne peut être statistique du fait de l'effectif réduit de l'échantillon. Elle permet cependant d'avoir des tendances, un retour factuel sur :

- les dates des dommages et leur localisation ;
- le type de bâtiments impactés ;
- les parties de bâtiment impactées et dommages ;
- la conséquence des dommages ;
- les dysfonctionnements et défauts ;
- le coût des dommages.

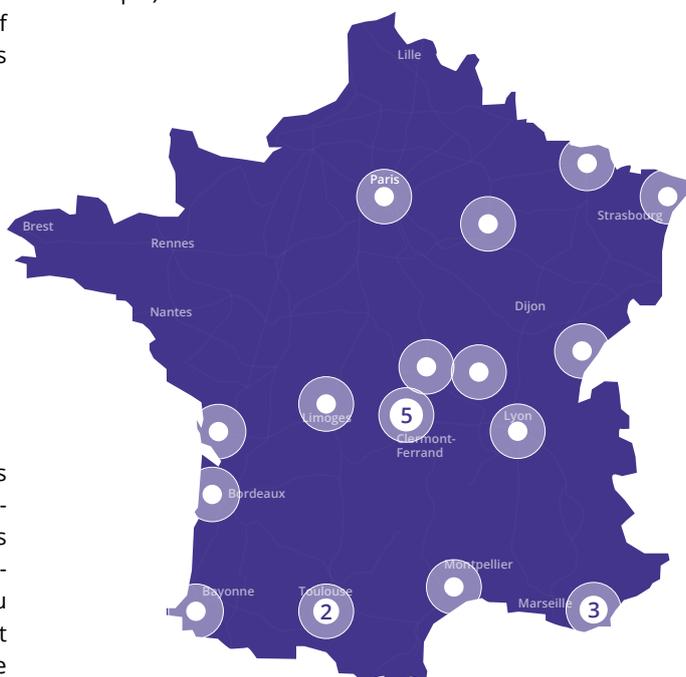
Les dates des dommages

Le nombre de dommages remontés à Sycodés selon les années est plus important en 2018, 2022 et 2023. Les épisodes de grêle ayant été particulièrement importants ces trois années en France (Keraunos, MRN) la répartition paraît logique, d'autant qu'un biais est possible sur 2023 du fait que l'ensemble des sinistres de cette année n'avaient probablement pas encore été remontés au moment de l'étude.



Grêle : nombre de dommages transmis à Sycodés par an entre 2014 et 2023
Source : AQC

La localisation des dommages est présentée sur la carte ci-après. Un chiffre indique le nombre de dommages lorsqu'il y en a plus d'un. Une répartition selon un axe nord-est (Luxembourg) sud-ouest (Bordeaux) est constaté avec aussi des épisodes sur l'arc méditerranéen et des épisodes plus ponctuels (Région parisienne et au sud de Toulouse par exemple).



Répartition en France des dommages Sycodés entre 2014 et nov. 2023
(Un chiffre indique le nombre de dommages lorsqu'il y en a plus d'un)
Source : AQC

Le type de bâtiments impactés

Les bâtiments impactés sont principalement les locaux d'activité (10 dossiers) et les maisons individuelles (9 dossiers). Moins de dommages sont remontés sur les logements collectifs (4 dossiers).

Les parties de bâtiment impactées et dommages

Sans surprise, la partie du bâtiment la plus impactée est la toiture, principalement la couverture (12 dossiers) dont chéneaux et descentes, mais aussi les toitures-terrasses auto-protégées (4 dossiers).

Sont également cités des dommages sur les enduits de façade et éléments de bardage (3 dossiers), les menuiseries et portes (2 dossiers) et sur les équipements en toit (2 dossiers dont 1 concernant des capteurs solaires thermiques).

Les dommages constatés sont :

- des taches d'humidité, au plafond essentiellement (9 dossiers) mais aussi sur les fenêtres, portes... (3 dossiers) avec un cas de dégradation ponctuelle de la moquette devant la porte d'accès à la terrasse avec platelage bois. Il est possible que l'accumulation de grêlons sur le platelage bois ait pu empêcher temporairement l'eau de pluie de passer entre les lames du platelage. Bien qu'un seul cas soit rapporté, le platelage « au niveau du seuil » de la porte d'accès à la terrasse est a priori à risque en cas de chute de grêle importante ;
- des traces d'impact(s) :
 - sur les gouttières ou chéneaux (3 dossiers),
 - sur une menuiserie en aluminium et une porte en « inox » (2 dossiers) ;
- de la casse des matériaux couvertures (3 dossiers) ;
- des percements du revêtement d'étanchéité en toiture terrasse (3 dossiers) ;
- des marques d'impact ou de la casse sur les équipements de toit (2 dossiers) ;
- en façade une dégradation de l'habillage ou de l'enduit (3 dossiers) ;
- un dossier avec affaissement avec effondrement partiel du plafond ;
- un dossier avec casse du polycarbonate de lanterneau.

La conséquence des dommages

Pour 15 dommages sur 23, un défaut d'étanchéité est constaté, ce qui n'est pas surprenant du fait de l'impact de la grêle sur l'enveloppe des bâtiments. Dans 6 cas la conséquence des dommages n'a pas été renseignée. Un défaut de stabilité est indiqué pour un lanterneau avec plaque de polycarbonate cassée par la grêle.

Dans un cas il n'y a pas eu de dommage : quelques tuiles ont été cassées sans aucun constat d'infiltrations d'eau dans le logement.

Les dysfonctionnements et défauts

Des défauts d'exécution sont mentionnés dans 10 cas. Il s'agit par exemple de chéneaux sous-dimensionnés ou solins non traités. Dans un cas, est cité l'oubli de « voile d'interposition » (écran d'interposition) sous la membrane d'étanchéité PVC percée par les grêlons. Il n'est pas exclu que le revêtement ait été rendu cassant du fait du contact avec le bitume de surfacage de l'isolant alors que le DTA du revêtement prescrit dans ce cas, la présence d'un écran de séparation chimique.

Dans 8 cas, il n'y a pas de défaut : typiquement, les grêlons accumulés dans les chéneaux, noues et gouttières ont momentanément bouché l'évacuation des eaux pluviales, provoquant des infiltrations d'eau qui ont taché les plafonds. Une fois les grêlons fondus, il n'y a plus d'infiltration d'eau : les dispositifs d'évacuation refonctionnent normalement, même si parfois des impacts de grêlons sont observés sur les noues et chéneaux en métal.

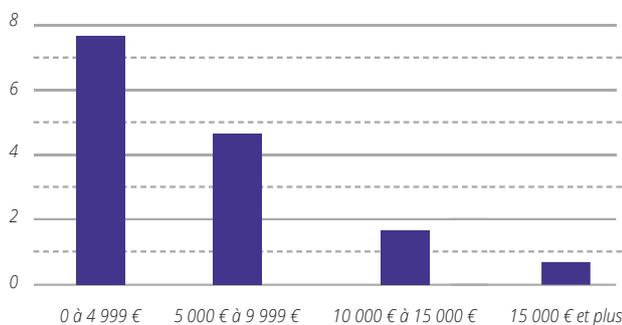
Deux cas ne sont pas renseignés et 2 cas sont mentionnés « autres ».

Le défaut d'entretien est mentionné dans 1 seul cas.

Le coût des réparations

Le coût des réparations est compris entre zéro (défaut esthétique) et 520 K€ pour un local industriel. Il n'est pas précisé dans 7 cas, notamment lorsque le dossier n'est pas pris en charge par le DO ou RCD.

La répartition est donnée dans le diagramme ci-dessous.



Nombre de dommages par coût des réparations- Source : AQC

À titre indicatif (faible effectif de l'échantillon), le coût moyen, hors cas du local industriel est de 4,4 k€. L'écart type important (de l'ordre de 4 k€) s'explique par le faible effectif mais aussi traduit un impact très variable selon l'aléa (taille des grêlons...) et type de bâtiments (avec couverture en petits éléments ou fibre ciment...).

Un biais est aussi dû au fait qu'une grande partie des dossiers sont probablement transmis par les sinistrés à leur assureur MRH en priorité, sans retransmission alors vers la base Sycodés sur la période étudiée.

Conclusion de l'étude Sycodés

Cette étude réalisée sur la base de dossiers transmis à Sycodés, permet de montrer la sensibilité à la grêle :

- des couvertures – tuiles, plaques en polycarbonate et de fibre ciment citées ;
- des dispositions « classiques » d'évacuation des eaux pluviales : noues, gouttières, chéneaux peuvent assez fréquemment être obstrués par les grêlons et, en cas de pluie suivant la grêle, un trop-plein d'eau peut entraîner des infiltrations d'eau (taches sur les plafonds). Il faut noter que les infiltrations sont souvent ponctuelles. Les gouttières, chéneaux et descentes en métal – bien que présentant parfois des traces d'impacts - évacuent l'eau de pluie « normalement » après la fonte des grêlons ;
- des toitures-terrasses apparentes (revêtements d'étanchéité percés).

Les façades, y compris en cas d'enduit sur maçonnerie, peuvent également présenter des traces d'impacts comme les portes, volets et menuiseries métalliques.

La grêle peut également affecter les équipements de toiture : à noter que si la vitre de capteurs solaires peut être cassée, le fonctionnement de ces capteurs ne paraît pas dégradé.

Enfin l'épisode de grêle peut également être le révélateur d'une erreur de conception ou d'exécution (absence de protection d'une bande porte solin, dimensionnement insuffisant d'un chéneau...) ou du vieillissement de matériaux (plaques de polycarbonate notamment).

Cette étude met en avant :

- l'importance d'une bonne conception et réalisation des toitures et de leur entretien régulier ;
- l'intérêt de prévoir une surverse pour les chéneaux et gouttière sur le côté extérieur au bâtiment. En cas de noue centrale ou chéneau intérieur, prévoir un déversoir en façade est un moyen de permettre l'évacuation de l'eau en cas d'EEP en fond de noue bouchée par des grêlons ;
- la nécessité de maintenance des ouvrages notamment en remplaçant les matériaux devenus plus « fragiles » avec le temps (plaques de polycarbonate) et en dégagant les dispositifs d'évacuation d'eau pluviales des déchets éventuellement accumulés.

DANS LA COLLECTION « POINTS SENSIBLES D'UNE CONSTRUCTION »

Retrouvez nos publications sur notre site <https://qualiteconstruction.com>.



RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ DES BÂTIMENTS

Prévenir et limiter les risques qui impactent les bâtiments en amont des constructions.



RÉVERSIBILITÉ DES BÂTIMENTS - POINTS DE VIGILANCE

10 enseignements pour améliorer la qualité de la construction de bâtiments réversibles.



BÉTON BAS CARBONE - PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Une solution pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments ?



RÉNOVATION THERMIQUE DES BÂTIMENTS - POINTS SENSIBLES ITI-ITE

Améliorer l'efficacité énergétique des logements.



Mais aussi...

- DES PHOTOS DE DÉSORDRES
- DES VIDÉOS DE BONNES PRATIQUES
- DES OUTILS NUMÉRIQUES
- DES MOOC
- DES FICHES TECHNIQUES
- DES PLAQUETTES TECHNIQUES
- LA REVUE *QUALITÉ CONSTRUCTION*
- DES NEWSLETTERS...

