



# **TEMPÊTE DE GRÊLE *ELA*** **6 AU 10 JUIN 2014**

**Etude des dommages au bâti par l'exploitation  
des données d'expertise d'assurance**



**MISSION  
RISQUES  
NATURELS**

Version provisoire - Automne 2017

### **Avertissement**

Le présent document met en forme les constats et travaux à caractère technique réalisés au titre des activités d'études de la Mission des sociétés d'assurance pour la connaissance et la prévention de risques naturels (MRN).

S'inscrivant dans l'objet même de l'association, qui est d'apporter une contribution en industrie aux politiques de prévention, il n'exprime cependant, à ce stade de la réflexion, aucune forme de recommandation, ni à l'égard des pouvoirs publics, ni à l'égard des sociétés d'assurance ou de toute autre partie prenante.

Rapport d'étude de la Mission Risques Naturels - Directeur de publication : Roland NUSSBAUM

Créée en 2000 entre la FFSA et le GEMA, la MRN a pour objet de contribuer à une meilleure connaissance des risques naturels et de permettre à la profession de l'assurance d'apporter une contribution technique aux politiques de prévention. Elle fait partie des groupements techniques de la profession membres du GIE Gestion Professionnelle des Services de l'Assurance (GPSA). En 2016, la FFSA et le GEMA ont fusionné pour constituer la Fédération Française de l'Assurance (FFA).

*Document professionnel non confidentiel à destination des sociétés adhérentes FFA, téléchargeable sur le site de la MRN, [www.mrn.asso.fr](http://www.mrn.asso.fr) pour en faciliter la reproduction, ainsi que l'accès aux liens proposés. MRN - 1 rue Jules Lefebvre 75431 PARIS Cedex 09*

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduction   | 4  |
| 2. L'évènement de grêle du 06 juin au 10 juin 2014  | 5  |
| a. Contexte météorologique de l'évènement   | 5  |
| b. Point sur la connaissance de l'aléa  | 5  |
| c. Sinistralité globale et distribution spatiale des dommages   | 6  |
| 3. Analyse des dommages en composantes du bâti  | 6  |
| a. Choix des composantes du bâti pour l'analyse   | 6  |
| b. Répartition des dommages selon les composantes   | 8  |
| c. Répartition des dommages par corps d'états : zoom sur les composantes les plus impactées             | 10 |
| d. Analyses expérimentales de l'endommagement des matériaux du corps d'état <i>Couverture</i>           | 11 |
| 4. Conclusions et perspectives  | 13 |
| a. Limites des données publiques disponibles  | 13 |
| b. Apports des données d'assurance pour la connaissance du phénomène                                    | 13 |
| c. Perspectives de contribution de l'assurance pour une meilleure prévention                            | 13 |
| Références  | 14 |
| Table des illustrations   | 15 |
| Annexe 1 : Méthodes de traitements pour l'analyse de la sinistralité en composantes principales du bâti | 16 |
| Méthode 1 : La réassociation des corps d'états de DARVA   | 16 |
| Méthode 2 : L'utilisation du <i>text-mining</i>   | 16 |
| Annexe 2 : Etat des lieux de la disponibilité des données de caractérisation du phénomène               | 17 |
| Annexe 3 : Description détaillée des composantes principales retenues pour l'étude                      | 18 |
| Annexe 4 : Profils de sinistralité détaillée des composantes  | 19 |

# 1. Introduction

Depuis 1990, près de 2,8 milliards d'euros ont été indemnisés à la suite de sinistres de grêle, hors récoltes (FFA, 2016). Souvent évoqué pour les dommages qu'il cause sur les récoltes, cet aléa difficile à appréhender génère ponctuellement des dégâts considérables lorsqu'il touche les zones urbanisées. Parmi les événements récents, la tempête de grêle Ela de la pentecôte 2014 est de loin la plus exceptionnelle. Son intensité spectaculaire et sa vaste étendue la hisse au septième rang du palmarès des événements climatiques (cf. Figure 1) les plus coûteux survenus en métropole depuis 1988 (Association Française de l'Assurance, 2015, mise à jour MRN).

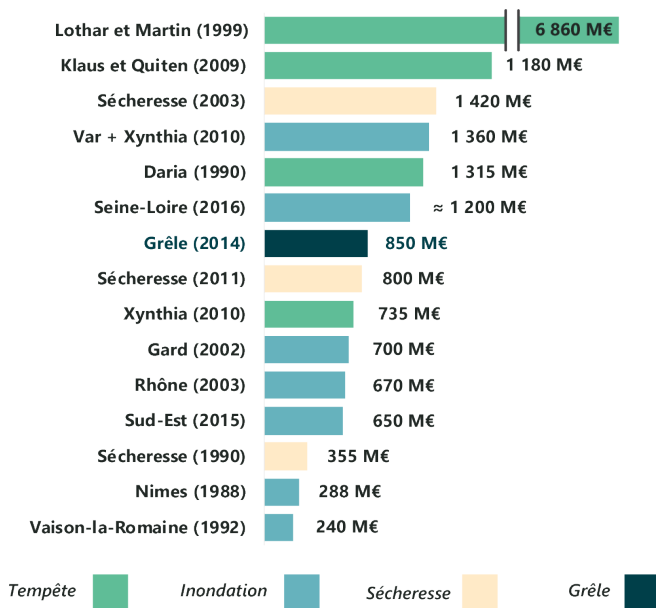


Figure 1 : Classement des événements les plus coûteux selon la FFA depuis 1988

Si l'augmentation du nombre de phénomènes n'est pas avérée, les travaux de l'Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques (ANELFA) concluent, en revanche, à une augmentation de près de 70% de leur intensité sur les 25 dernières années (Berthet, Dessens, & Sanchez, 2011), avec un renforcement des épisodes notables au printemps. Malgré une nette tendance à l'augmentation du coût de la grêle dans l'assurance dommage Tempête-Grêle-Neige (TGN) (cf. Figure 2), la sinistralité liée à cet aléa reste assez peu documentée. Dans ce rapport, la Mission Risques Naturels (MRN) propose une analyse expérimentale de la sinistralité du bâti pour l'évènement de grêle Ela de la Pentecôte 2014. Cette étude s'est confrontée aux questions suivantes:

- Quels sont les apports d'une analyse basée sur les données de l'assurance pour la connaissance du phénomène ?
- Quelles pistes en matière de « faire et reconstruire mieux » sont envisageables pour réduire le coût de ces épisodes de grêle ?

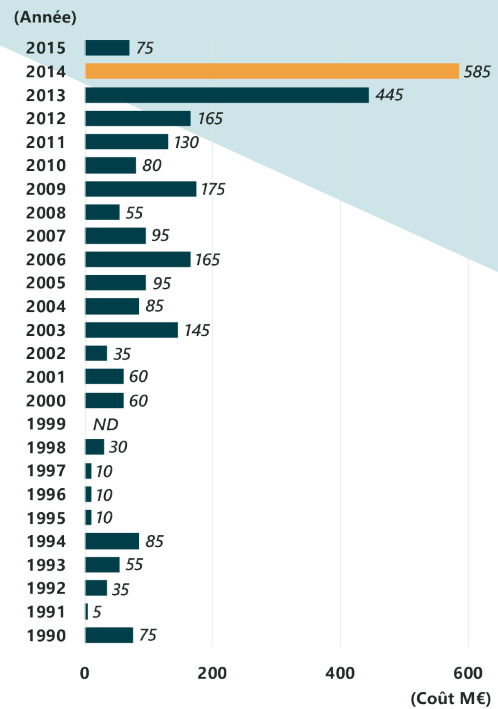


Figure 2 : Coût annuel de l'aléa grêle dans la garantie TGN (d'après FFA, 2016)

Les données mobilisées dans ce rapport sont issues des rapports d'expertise d'assurance. Ces données sont parmi les seules à contenir le niveau de détail suffisant pour une analyse fine de sinistralité. Toutefois, compte tenu du taux limité d'expertises réalisées pour les sinistres consécutifs à des phénomènes de grêle, les échantillons mobilisés n'ont qu'une représentativité partielle de l'évènement.

L'étude s'appuie sur un échantillon de données d'expertise d'assurance issu de l'EDI DARVA. Elle compile les données des sociétés d'assurance représentées au conseil d'administration de la MRN et qui ont donné leur accord de principe pour leur exploitation.

Une première expérimentation a été réalisée avec les données mises à disposition par le réseau d'experts Elex pour les besoins de la conférence B<sup>3</sup> du 08 septembre 2017 (cf. [www.mrn.asso.fr](http://www.mrn.asso.fr))

C'est un échantillon de données plus important qui sert de base aux statistiques présentées dans ce rapport. Toutefois, l'échantillon disponible à ce stade de l'étude ne couvre pas l'ensemble des départements impactés par l'évènement. Une requête ultérieure inclura les données des territoires manquants.

Ces données présentent l'avantage d'être partiellement normées : elles sont catégorisées en une centaine de corps d'états sinistrés facilement mobilisables pour une étude statistique (cf. Annexe 1). Cette extraction capte environ 70% du coût estimé par la FFA pour les dommages aux biens des particuliers (cf. Figure 3).

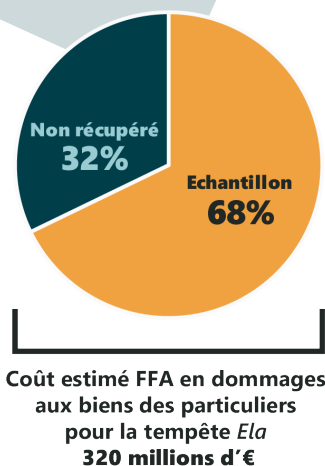


Figure 3 : Part de l'échantillon DARVA dans le coût total de l'évènement Ela pour les biens des particuliers

## 2. L'évènement de grêle du 06 au 10 juin 2014

### a. Contexte météorologique de l'évènement (d'après Keraunos, Infoclimat et Météo Paris)

Dans la nuit du 06 au 07 juin, la mise en place d'un flux de sud/sud-ouest sur la France favorise une grande instabilité météorologique et la formation de systèmes orageux. Dès le samedi 07 juin, au contact d'un front d'air frais et humide sur le Pas-de-Calais, les premières supercellules apparaissent à la frontière franco-belge. En Belgique, des grêlons de 6 à 8 cm sont relevés localement.

L'épisode orageux s'intensifie le dimanche 08 juin à la faveur d'un renforcement du flux de sud. Dès 16h, une dizaine de supercellules traversent la Haute-Normandie, l'Île de France, la Picardie, le Nord-Pas-de-Calais et la Champagne Ardenne. On relève des grêlons pouvant atteindre les 8 cm de diamètre sous ces systèmes orageux. De fortes rafales de vent accompagnent également ces chutes de grêles exceptionnelles : on relève des rafales à 106km/h à Magnanville (78), 110km/h à Pontoise (95). On relève près de 27 000 impacts de foudre entre le début d'après-midi et le milieu de la nuit sur l'ouest du pays.

Le 09 juin, dès 2h du matin, une seconde salve orageuse s'organise et traverse l'Ouest de la France de la Gironde au Loir-et-Cher. On relève des rafales allant jusqu'à 130km/h en Charente et des abats d'eaux localement conséquents. Les chutes de grêle touchent cette fois les secteurs viticoles de Gironde et du sud de la Charente.

Après une courte acalmie, l'activité orageuse se réactive vers 8h du matin dans les Pays-de-la-Loire. Dès la fin de matinée, une supercellule exceptionnelle traverse la région Centre, la Bourgogne et la Champagne. Des averses de grêlons atteignant jusqu'à 12 cm s'abattent sur le Loiret (45). Une ligne orageuse se renforce en début de soirée entre l'Aquitaine, la région parisienne et le Nord.

L'Île-de-France est à nouveau balayée par des averses de grêle exceptionnelles : des grêlons 8 à 10 cm sont signalés localement dans l'Essonne, puis dans le Val-de-Marne et en Seine-et-Marne. Ces cellules s'évacuent en seconde partie de nuit par les Ardennes. Près de 45 000 impacts (cf. Figure 4) de foudre ont été enregistrés entre la matinée du 9 juin et le milieu de nuit (Keraunos, 2014b; Keraunos, 2014a; Météo Paris, 2014; Infoclimat, 2014b; Infoclimat, 2014a)

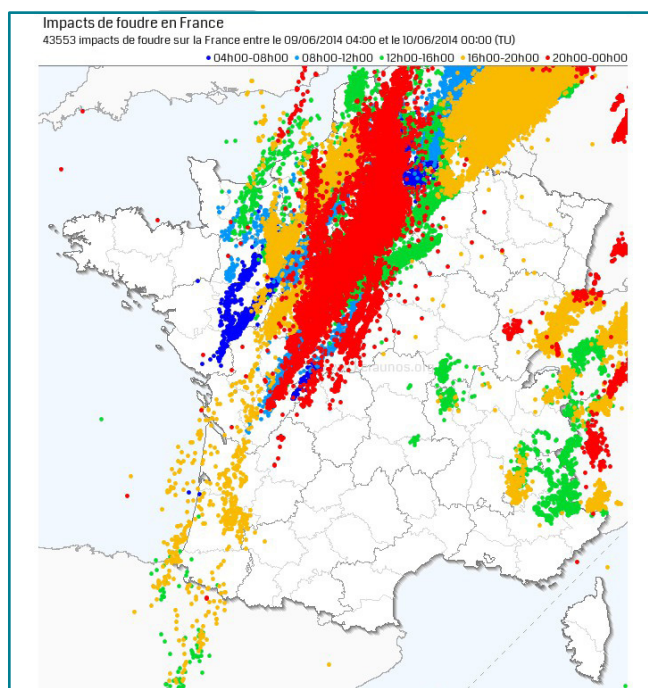


Figure 4 : Carte des impacts de foudre entre les 9 et 10 juin 2014 (Source : Keraunos)

### b. Point sur la connaissance de l'aléa

En France, il existe peu de données sur l'aléa grêle (cf. Annexe 2). L'utilisation des données de l'assurance peut servir à compenser cette carence. C'est la démarche qu'avait appliquée F. Vinet en 2001 sur la base des données de l'assurance climatique des récoltes pour approcher la géographie de l'aléa grêle sur le territoire français. Il s'agit, encore à ce jour, d'un des seuls documents cartographiques de référence. Les dommages assurés peuvent servir de révélateur de l'intensité des phénomènes. Une démarche similaire peut donc être appliquée pour l'évènement de juin 2014 sur la base des données des dommages aux biens des particuliers.

### c. Sinistralité globale et distribution spatiale des dommages

La FFA estime le coût global de cet épisode à 850 millions d'euros pour 363 000 sinistres. Il s'agit de l'évènement de grêle le plus cher de l'histoire depuis les débuts des analyses statistiques de la Fédération. A elle seule, l'année 2014 concentre près du quart de la sinistralité grêle indemnisée entre 1990 et 2015 (FFA, 2016). L'assurance automobile supporte près de la moitié de la charge de l'évènement. Les dommages aux biens des professionnels pèsent pour environ 4% du nombre et 12% de la charge des sinistres enregistrés par les compagnies. Dans cette étude, nous focaliserons notre attention sur les dommages aux biens des particuliers, soit 44% du nombre et 38% du coût global indemnisé pour cet évènement (cf. Figure 5).

En s'appuyant sur la base de données Logement de l'INSEE, il a été possible de procéder à des analyses d'endommagement des logements à l'échelle communale.

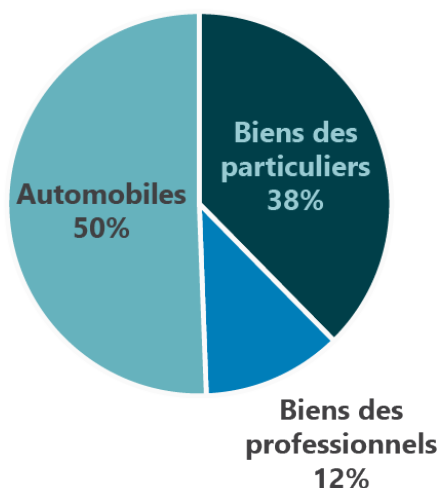


Figure 5 : Répartition du coût des dommages par catégories d'assurés (d'après FFA, 2016)

La carte des pourcentages de logements endommagés (cf. Figure 7) montre une grande variabilité des taux de dommages entre les communes, selon des lignes sud-ouest/nord-est qui rendent compte avec précision de la trajectoire de l'aléa à travers la France.

On distingue deux lignes sur la Charente et la Vienne, correspondant aux cellules orageuses du début de l'évènement, entre les 06 et 07 juin. Sur ces zones, le pourcentage de logements endommagés avoisine localement les 20%.

C'est en Ile-de-France que la sinistralité est la plus importante, avec les trois quarts du coût global indemnisé pour les biens particuliers sur le territoire. De nombreuses communes du Val-d'Oise, de l'Oise et de Seine-et-Marne présentent un taux de dommages des logements compris entre 25 et 40% (cf. Figure 8). La commune de Saint-Witz (95) est de loin la commune la plus lourdement sinistrée. Son coût cumulé de dommage est supérieur à 11 millions d'euros, pour un sinistre moyen de plus 32 000 euros. Autour de 40% des logements de cette commune ont fait l'objet d'une déclaration de sinistre. Les communes de Conflans-Sainte-Honorine (78), Taverny (95), Argenteuil (95) et Saint-Leu-la-Forêt (95) sont les communes où le nombre de sinistres est le plus élevé, avec plus de mille déclarations par commune (cf. Figure 6).

### 3. Analyse des dommages en composantes du bâti

#### a. Choix des composantes du bâti pour l'analyse

Pour étudier l'endommagement du bâti et de ses composantes, les données mobilisées ont été catégorisées en grands éléments constitutifs d'une construction.

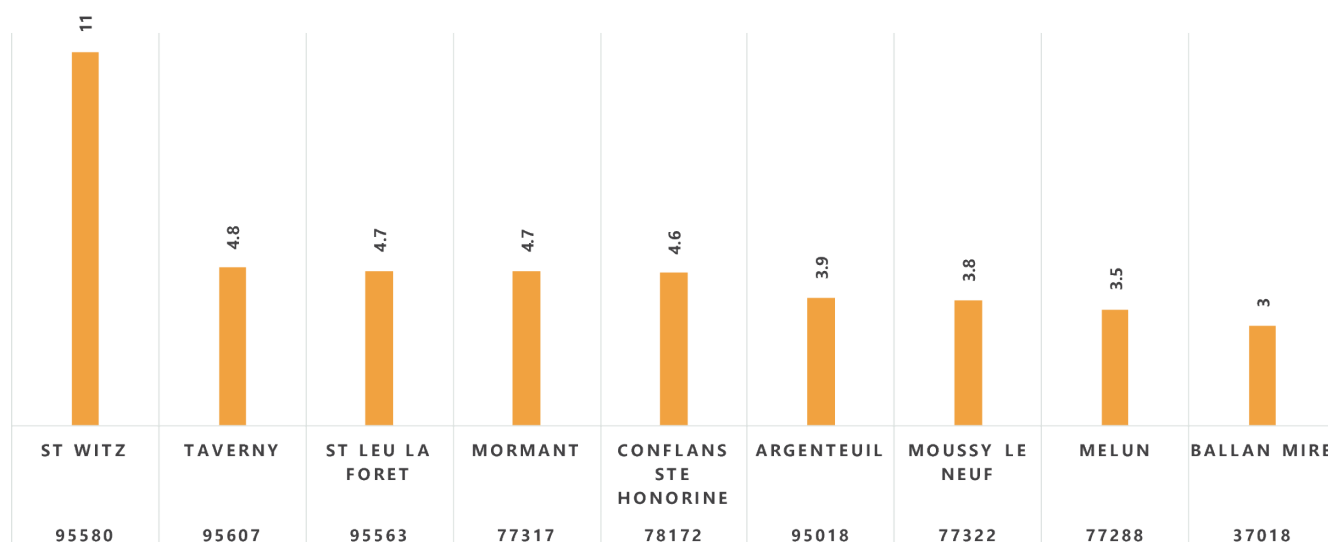
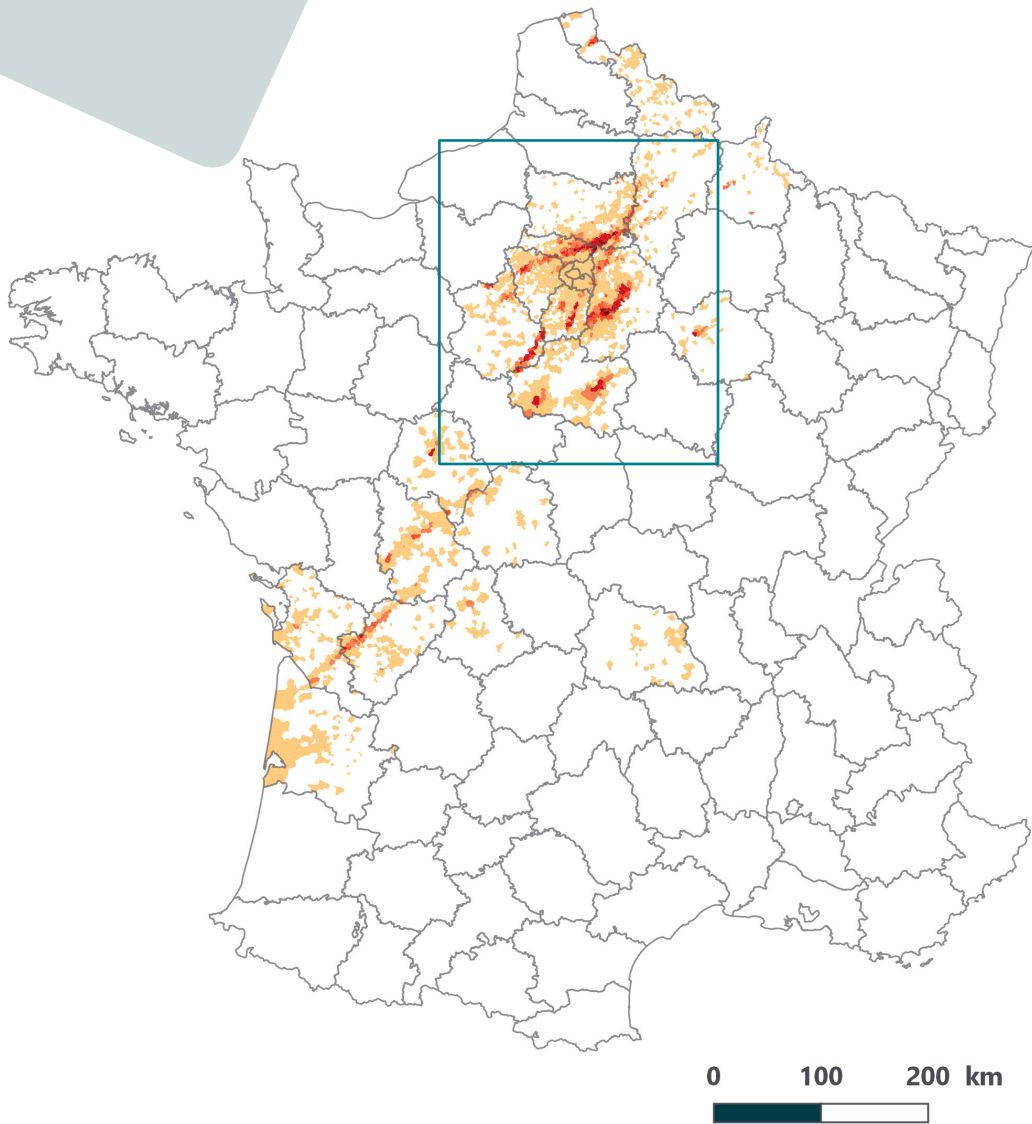


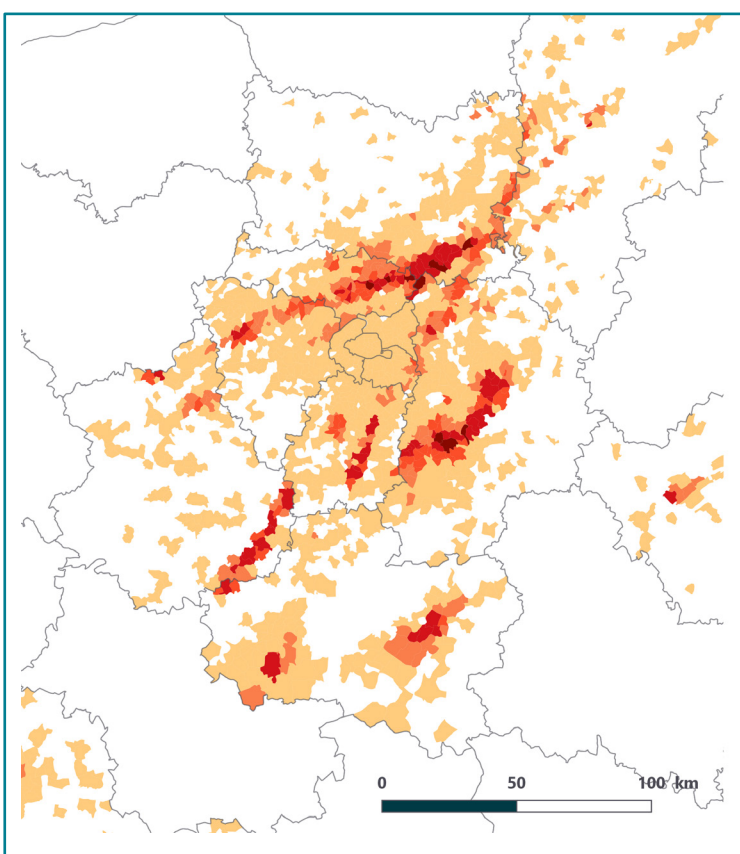
Figure 6 : Classement des 10 communes les plus sinistrées (coûts cumulés)



### Proportion des logements endommagés par commune

**Légende :**

- Limites départementales
- Pourcentage de logements endommagés**
- Moins de 2%
- 2% à 5%
- 5 à 10%
- 10 à 25%
- 25 à 40%



Figures 7 et 8 : Cartographies des proportions de logements endommagés par commune, zoom sur l'Ile-de-France.  
MRN, 2017 / Sources : IGN, INSEE, DARVA.

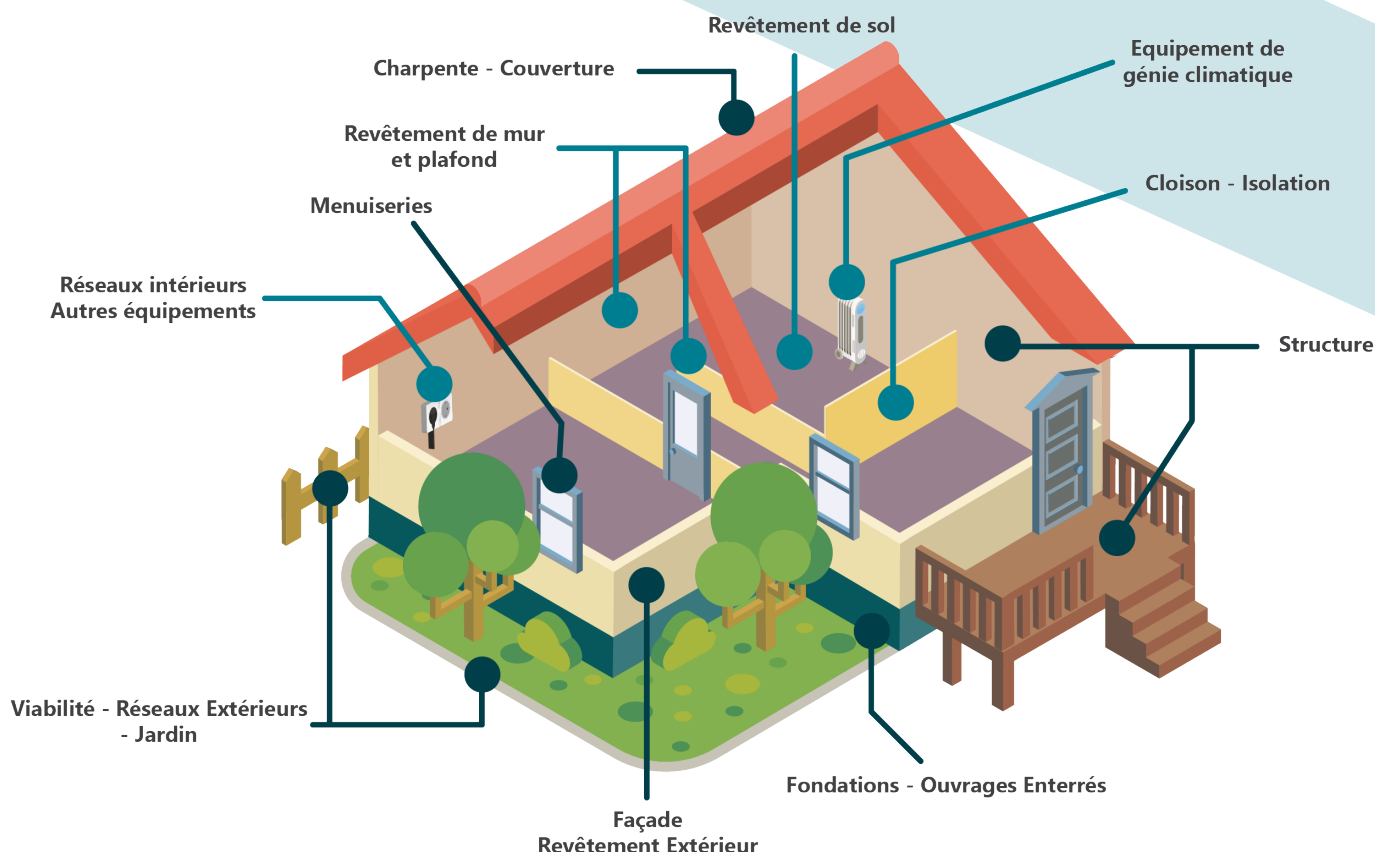


Figure 9 : Représentation schématique des composantes du bâti retenues pour l'étude statistique

Par souci de cohérence avec les standards appliqués dans le secteur de la construction, une typologie développée par l'Agence Qualité Construction (AQC) dans le cadre de la collecte d'informations sur les pathologies des constructions neuves (Agence Qualité Construction, 2016) a été adaptée pour l'étude des impacts des événements climatiques. Onze composantes principales du bâti ont été retenues sur cette base (cf. Figure 9) et sont détaillées dans l'Annexe 3.

Ces onze composantes principales seront affinées au cours des analyses par des études de l'endommagement des corps d'états qui constituent chaque composante (cf. page 10). Une approche expérimentale par matériaux sera également envisagée pour la composante *Charpente-Couverture* (cf. page 11).

La catégorie *Mesures conservatoires et travaux* a été ajoutée pour tenir compte des frais indemnisés de nettoyage, de décontamination, de démolition et tous autres frais consécutifs à la remise en état du bien immobilier.

Les biens mobiliers, plus complexes à catégoriser, et potentiellement peu impactés dans un événement de grêle, ont été délibérément écartés de l'étude.

## b. Répartition des dommages selon les composantes

Un premier tri des données de l'échantillon permet de distinguer les types de coûts indemnisés (cf. Figure 10). Le bâti pèse 74% de la charge de

l'échantillon. Le mobilier et les éléments difficiles à identifier concernent 25% de la charge de l'échantillon. Les 1% restants désignent des mesures conservatoires et frais de travaux, de type nettoyage, frais de démolition ou main d'œuvre. Seule la donnée concernant des dommages au bâti sera exploitée pour cette étude.

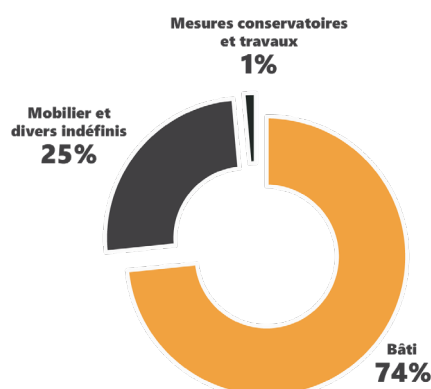


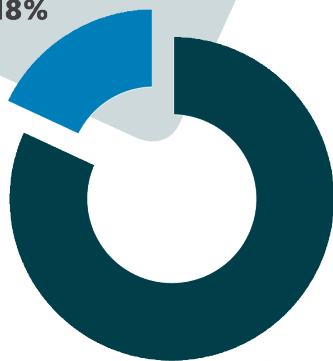
Figure 10 : Part des types de coûts indemnisés dans la charge totale de l'échantillon

Deux types de dommages au bâti générés par la grêle se dégagent (cf. Figure 11) :

- Les dommages directs liés aux chocs des grêlons. Ces dommages directs représentent 82% de la charge des dommages au bâti.
- Les dommages de mouille, c'est-à-dire les dommages consécutifs générés par les dégâts des eaux, qui représentent 18% de la charge.



Dommmages  
de mouille  
**18%**



Dommmages  
directs  
**82%**

Figure 11 : Part des catégories de dommages dans le coût bâti

Pour ces deux catégories de dommages, trois composantes concentrent 94% du coût du sinistre global bâti : la *Charpente-Couverture*, les *Mensuiseries*, les *Revêtements de murs et plafonds*.

La composante la plus exposée à l'aléa grêle, *Charpente-Couverture*, compose l'essentiel du coût indemnisé au bâti (cf. Figure 12). C'est l'élément le plus fréquemment endommagé de l'échantillon, pour un coût moyen avoisinant les 3 900€ par sinistre et un coût cumulé dépassant les 100 millions d'euros.

La composante *Menuiseries*, seconde composante la plus coûteuse, rassemble 17% de la charge pour un coût cumulé de l'ordre de 26 millions d'euros.

La troisième composante la plus touchée, *Revêtement de mur et plafond*, concerne les dommages de mouille. Les sinistres sur ces embellissements coûtent en moyenne autour de 1 800€, pour une charge globale de 21 millions d'euros.

Les 6% de la charge restants sont dispersés entre les 8 autres composantes du bâti. Les composantes nécessitant du gros-œuvre sont peu fréquentes mais significativement plus onéreuses en moyenne. C'est par exemple le cas des dommages aux *Fondations - Ouvrages enterrés - Piscine*.

On remarque que les vérandas n'apparaissent pas dans ce classement en composantes. Cela s'explique par la difficulté de catégoriser les dommages pour cet élément, qui n'est pas toujours cité comme tel dans les rapports d'expertise. L'essentiel des dommages aux vérandas se concentre, a priori, sur les éléments de couverture. On note d'ailleurs une récurrence des plaques de polycarbonates endommagées dans les analyses suivantes.

| Coût moyen | Composante                               | Charge dans le coût bâti |
|------------|--|--------------------------|
| 3 900€     | Charpente - Couverture                   | 63%                      |
| 2 400€     | Menuiserie                               | 17%                      |
| 1 800€     | Revêtement de mur et plafond             | 13%                      |
| 1 800€     | Cloison - Isolation                      | 2%                       |
| 1 700€     | Revêtement de sol                        | 2%                       |
| 1 300€     | Réseaux intérieurs - Autres équipements  | 1%                       |
| 1 600€     | Viabilité - Réseaux extérieurs - Jardin  | 1%                       |
| 2 900€     | Façade - Revêtement extérieur            | 1%                       |
| 4 800€     | Fondations - Ouvrages enterrés - Piscine | <1%                      |
| 1 000€     | Equipement de génie climatique           | <1%                      |
| 2 600€     | Structure                                | <1%                      |

Figure 12 : Profil de dommages en composantes du bâti

### c. Répartition des dommages par corps d'états : zoom sur les trois composantes les plus impactées

Les analyses statistiques suivantes entrent dans le détail des trois composantes les plus impactées par la tempête Ela. Les graphiques des profils de sinistralités en corps d'états pour chacune des onze composantes sont consultables en *Annexe 4*.

#### La Charpente – Couverture :

La composante *Charpente - Couverture* est composée à 99% de dommages aux couvertures (cf. Figure 13). Les corps d'états *Etanchéité* et *Charpente* représentent moins d'1% du coût. On constate que le coût moyen d'un sinistre sur *Charpente* est significativement élevé, soit 4 400 euros. Compte tenu de la prépondérance de ce corps d'état dans le dommage total, une analyse approfondie de l'endommagement en fonction notamment des types et matériaux employés a été réalisée (cf. p11)

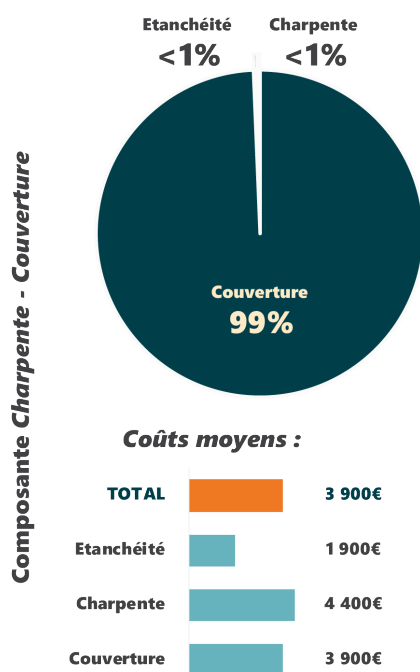


Figure 13 : Profil de sinistralité en charge et en coût moyen de la composante Charpente-Couverture

#### Les Menuiseries :

Les dommages dans la composante *Menuiserie* sont plus dispersés entre les corps d'états que dans le cas précédent (cf. Figure 14). Pour rappel, les dommages de grêle sur cette composante résultent généralement d'un dommage direct, c'est-à-dire d'un endommagement lié au choc des grêlons.

Le premier poste indemnisé, les *Menuiseries extérieures*, dont les portes de garage, portes et fenêtres pèsent 40% de la charge indemnisée en *Menuiserie*, pour un coût moyen de 2 400€. Le second poste indemnisé dans cette composante est

la *Vitrerie*, avec 28% de la charge. On retrouve dans ce corps d'état tous les travaux liés aux remplacements des fenêtres de toit ou de marquises, élément architectural courant en région parisienne.

Les *Stores et fermetures* arrivent en troisième position, et pèsent 22% de la charge *Menuiserie*. On regroupe ici notamment les dommages récurrents aux volets roulants (mais également leur caisson et moteur), généralement fermés et donc particulièrement exposés dans les secteurs où les averses ont sévi en soirée et pendant la nuit. Les sinistres sur les *Stores et fermetures* sont ceux dont le coût moyen est le plus élevé.

Les 10% restants de la charge concernent les *Autres menuiseries*. Il s'agit par exemples des menuiseries intérieures, cette fois plutôt endommagées par un dégât des eaux.

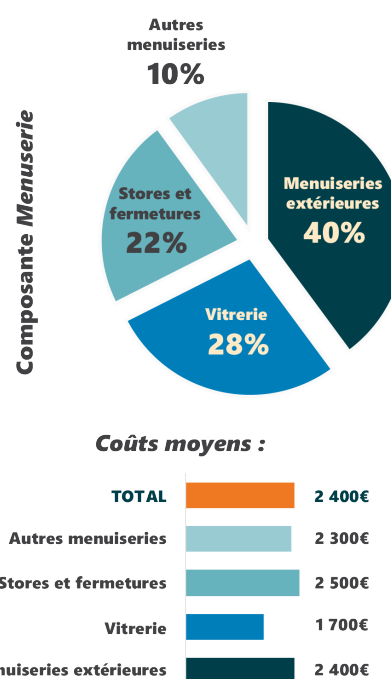


Figure 14 : Profil de sinistralité en charge et en coût moyen de la composante Menuiserie

#### Les Revêtements de mur et de plafond :

La troisième composante la plus endommagée, le *Revêtement de mur et plafond*, est synonyme d'infiltrations et de dégât des eaux sur les embellissements. Le premier poste indemnisé ici est la *Peinture* (cf. Figure 15), qui pèse 56% de la charge, pour un coût cumulé global avoisinant les 11 millions d'euros. La reprise ou réfection totale des peintures est le dommage indirect le plus fréquent.

2% de la charge des *Revêtements de murs et plafonds* endommagés concernent les *Papiers peints*, dont le remplacement reste en moyenne assez peu coûteux (autour de 700€ par sinistre).

Les 42% de la charge restants concernent les autres types de *Revêtements*, tels que les lambris, les enduits, ou les faïences.

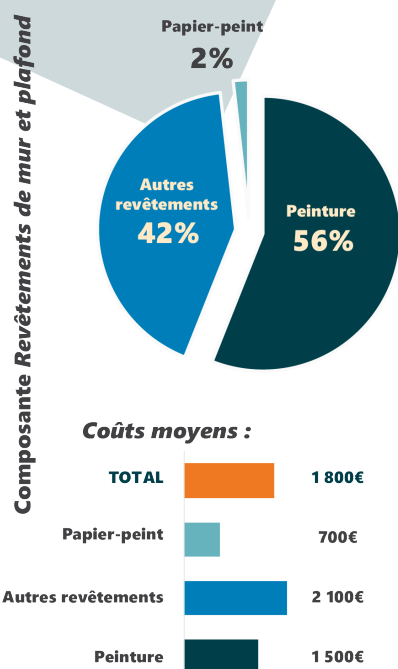


Figure 15 : Profil de sinistralité en charge et en coût moyen de la composante Revêtement de mur et plafond

#### d. Analyses expérimentales de l'endommagement des matériaux du corps d'état Couverture

Il n'existe pas - à notre connaissance - de cartographie nationale des matériaux de couverture employés dans le parc immobilier français. Sur la base d'études régionales et de constats empiriques, on distingue deux principaux matériaux sur la toiture principale des logements individuels :

- **La tuile**, en terre cuite ou en béton, est le matériau le plus utilisé sur les logements individuels de l'hexagone. On la retrouve dans toutes les régions de France, et domine largement sur les constructions des régions méridionales. La durée de vie d'une toiture en tuiles est d'une trentaine d'année, davantage si la couverture est correctement entretenue. La tuile présente normalement une bonne résistance aux chocs mécaniques (Etablissements Cantonnaux d'Assurance / Fondation Prévention, 2007).
- **L'ardoise** (naturelle ou fibre-ciment) coûte jusqu'à deux fois plus cher que la tuile. Elle est davantage répandue sur les régions Bretagne, Pays de la Loire, Normandie et sur les zones de montagne. Une couverture en ardoise peut durer plus de cent ans et est a priori très résistante aux chocs. Selon l'AQC, la mise en œuvre sur les constructions neuves en couvertures en ardoise a diminué de 10% entre 1998 et 2009 (Agence Qualité Construction, 2009) .

A ces deux principaux matériaux mis en œuvre s'ajoutent des éléments couvrant généralement les toitures secondaires (vérandas, abris divers...) :

- Les matériaux plastiques translucides, comme les plaques de polycarbonates. Ces dernières désignent souvent les éléments de couverture des vérandas. Leur résistance au choc varie fortement en fonction de la qualité et de l'âge du matériau.
- Les plaques et panneaux en fibrociment sont fréquemment utilisés pour la couverture des abris de jardins, garages et diverses extensions du bâti principal. Dans certains cas, elles peuvent également être utilisées sur la toiture principale, voire servir de bardage sur les murs extérieurs de certaines constructions récentes.

Un certain nombre de tests de résistance des matériaux de couverture aux chocs de grêlons ont été réalisés par des organismes privés pour orienter les constructeurs sur le choix de revêtements de toiture (IBHS, 2002; Allianz Risk Consulting, 2014). A ce jour, il n'existe pourtant aucun équivalent public pouvant servir de référence au niveau national. Au regard de ce constat et en l'absence de données d'intensité d'aléa suffisamment complètes, il est peu prudent de tirer des conclusions sur la vulnérabilité des éléments étudiés ci-après.

Toutefois, les données de l'échantillon permettent de constater que le matériau de couverture est une variable déterminante dans le coût total du sinistre. Sur les 25 000 dossiers présentant des sinistres sur la composante *Couverture*, 16 000 dossiers environ contiennent des informations sur les matériaux endommagés.

##### La couverture principale :

Les dommages sur les éléments de la couverture principale pèsent pour au moins 32% du coût de la sinistralité totale des couvertures.

Les toitures en tuiles représentent au moins 27% des toitures endommagées (cf. Figure 16). Une couverture en ardoise n'est évoquée que dans 3% des sinistres de couverture pour un coût moyen environ deux fois supérieur à celui d'un sinistre sur tuiles (cf. Figure 17). Ce rapport est cohérent avec la différence de coût au m<sup>2</sup> du matériau à l'achat. Les dommages sur des éléments des couvertures secondaires pèsent pour 23% du coût total des sinistres en couverture.

##### La couverture secondaire :

10% des dossiers de sinistres relatent un endommagement de plaques de polycarbonates. Ce matériau pèse près de 20% du coût des sinistres en *Charpente-Couverture*. Le sinistre moyen pour cet élément habituellement constitutif des couvertures de vérandas est de l'ordre de 2 000€.

Les sinistres de toiture en fibrociment concentrent seulement 4% de la charge de la composante *Charpente-Couverture*, pour un coût moyen supérieur à 2 100€. C'est le second matériau de

couverture le plus coûteux à l'indemnisation après l'ardoise. Lorsque ces sinistres concernent des fibrociments amiantés, réputés cancérigènes mais largement employés avant 1997 pour les qualités isolantes du matériau, un net surcoût peut être engagé pour le confinement ou l'évacuation du matériau (Dériot & Godefroy, 2005).

### Le réseau d'évacuation des eaux pluviales :

Dans plus de 6 000 dossiers, soit le quart des sinistres sur couvertures, les gouttières sont le seul élément endommagé. Avec un coût de dommages cumulé entre 17 et 21 millions d'euros (37% du coût global du corps d'état *Couverture*), le réseau d'évacuation des eaux pluviales (REEP) mérite une attention particulière. L'étude de la sinistralité des gouttières par l'exploitation des rapports d'expertise reste toutefois complexe : les informations concernant les matériaux ou le coût de sinistre sur les éléments d'évacuation des eaux pluviales sont généralement agrégées avec les données des autres éléments de la composante *Couverture*. Ni la classification en corps d'état de DARVA, ni les premiers niveaux de la typologie SYCODES ne permettent d'isoler directement ces REEP.

Selon les informations saisies lors de l'expertise, il n'est possible d'en déterminer le matériau que dans moins de 15% des sinistres :

- Les gouttières en PVC semblent être les plus utilisées dans la zone sinistrée. On les retrouve au moins dans 12% des sinistres de couverture, pour un coût moyen de 1 000€ environ.
- On retrouve des gouttières en zinc dans moins d'1% des sinistres de couverture. Le coût moyen du dommage pour cet élément avoisine les 1 400€.

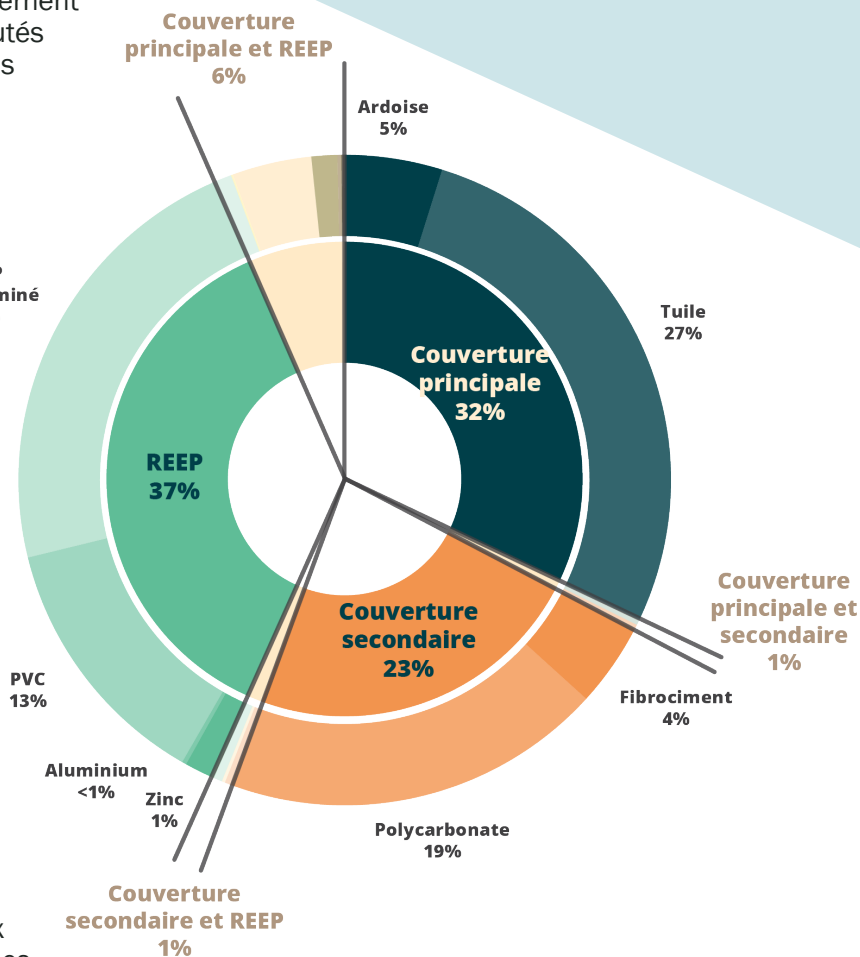


Figure 16 : Répartition du coût de la composante Charpente-Couverture en fonction du matériau de couverture du bien sinistré

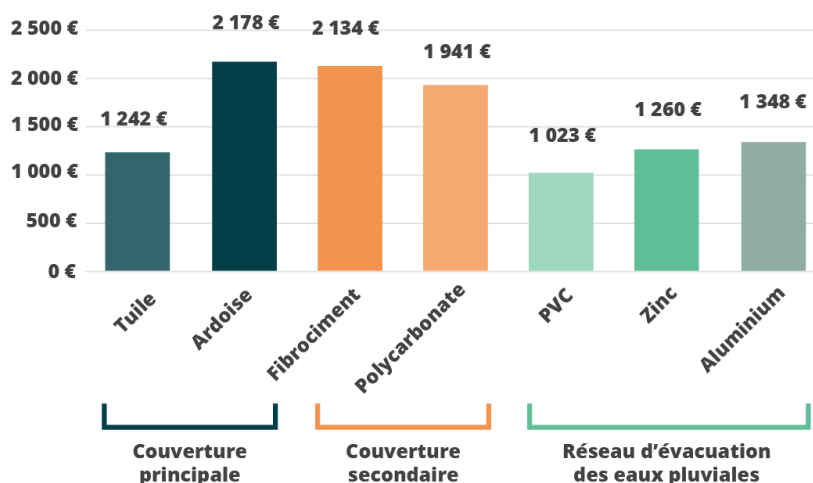


Figure 17 : Sinistre moyen sur couverture par matériau

## 4. Conclusions et perspectives

### a. Limites des données publiques disponibles

Cette analyse détaillée de la sinistralité du bâti apporte une vue d'ensemble des possibilités qu'offre la mobilisation des données d'assurance, mais aussi des axes d'amélioration qu'il serait nécessaire d'apporter :

- **La connaissance de l'aléa grêle** et de sa géographie sur le territoire français n'est encore que **parcellaire**. En l'absence d'informations solides sur l'intensité de l'événement, la réalisation de croisements entre la taille des grêlons et le coût du sinistre est à ce jour impossible.
- **Le déficit de connaissance des caractéristiques du parc bâti français**, et particulièrement des matériaux de construction utilisés, relativise les résultats de l'étude. Il n'est pour l'heure pas envisageable de rapporter le nombre d'éléments ou de matériaux endommagés au total des éléments présents sur le territoire endommagé. En l'absence de chiffres sur les bâtis touchés mais non endommagés, il n'est pas possible de tirer des conclusions sur la vulnérabilité relative de certains matériaux.

### b. Apports des données d'assurance pour la connaissance du phénomène

L'analyse des données d'assurance peut confirmer et améliorer la connaissance empirique des éléments du bâti les plus exposés aux effets des chutes de grêle. Un certain nombre d'enseignements chiffrés peuvent être tirés de cette étude de la tempête Ela :

- Les **dommages directs représentent 82% des dommages ; les 18% restants concernent des dommages de mouille** consécutifs à un dégât des eaux.
- **Trois composantes** du bâti concentrent 94% du coût du sinistre global bâti : la **Charpente – Couverture (63% de la charge)**, la **Menuiserie** (14% de la charge), le **Revêtement de mur et plafond** (13% de la charge).
- Les sinistres aux **Charpentes – Couvertures** sont composés à **99% de dommages aux Couvertures**.
- Dans la composante **Menuiserie**, les **trois premiers corps d'états** impliqués sont : les **Menuiseries extérieures** (portes de garage, portes, fenêtres ; 40% de la charge de la composante), la **Vitrerie** (28% de la charge de la composante) et les **Stores et fermetures** (22% de la charge de la composante).
- Les **éléments de toiture les plus impactés sont les réseaux d'évacuation des eaux pluviales** (gouttières, etc. ; **37%** de la charge des sinistres en **Couverture**).

- Le **coût moyen d'un sinistre sur une couverture en ardoises** est environ **deux fois supérieur** à celui d'un sinistre sur une **couverture en tuiles**.
- Environ **20% de la charge** des sinistres en **Couverture** concernent les **polycarbonates endommagés des vérandas**.

Toutefois, au vu du caractère exceptionnel de l'événement Ela, il est difficile de généraliser les résultats de cette étude de sinistralité du bâti à d'autres événements. Pour conforter les pistes avancées sur les éléments du bâti sinistrés, une étude similaire sur un ou des événements "de fréquence", d'intensité moins exceptionnelle, est à envisager.

### c. Perspectives de contribution de l'assurance pour une meilleure prévention

#### Perspectives pour le Connaitre mieux\* :

Compte tenu des volumes de données collectées chaque année dans le cadre des sinistres indemnisés en TGN, le secteur de l'assurance pourrait contribuer substantiellement à enrichir et fiabiliser cette connaissance.

La **géolocalisation des sinistres** d'une part significative du marché sur une période suffisante pourrait permettre **d'établir une géographie du phénomène**. Si relever l'intensité des événements n'est pas une prérogative de l'assurance, l'utilisation de ces données géolocalisées pourrait servir de base à une cartographie de la fréquence des chutes de grêle sur le territoire métropolitain.

#### Perspectives pour le Faire et reconstruire mieux\* :

L'analyse fine des dommages au travers des données d'assurance permet de faire la lumière sur certains éléments de bâti qui semblent particulièrement vulnérables. Il serait souhaitable que ces résultats permettent aux acteurs de la construction et de la reconstruction une meilleure appréhension des effets du phénomène. A l'instar des bonnes pratiques étrangères, des réflexions pourraient être menées sur les **performances des matériaux de couverture** et menuiseries face aux chocs de grêlons. A terme, une **révision des réglementations et des règles de l'art** de la construction en cohérence avec les mesures existantes pour la tempête ou la neige pourrait être envisagée.

Bon nombre des préconisations envisageables en grêle sont également **applicables pour la tempête et les effets du vent** puisque les composantes impactées sont les mêmes. La mise en place d'écran de sous-toiture pour éviter les dommages de mouille en cas de défaillance de l'étanchéité de la toiture, la remontée des volets roulants et la fermeture des volets battants pour éviter les perforations sont des exemples de ces mesures communes.

\* Traduction française du *Build Back Better* du cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophes.

## Références

Agence Qualité Construction. (2009). L'évolution de parts de marché des produits et matériaux de la construction.

Agence Qualité Construction. (2016, Juin). SYCODES Pathologies 2016.

Allianz Risk Consulting. (2014). Check-list Grêle.

Association Française de l'Assurance. (2015). Livre Blanc pour une meilleure prévention et protection contre les aléas naturels.

C. Berthet, Dessens, J., & Sanchez, J. (2011). Regional and yearly variations of hail frequency and intensity in France. *Atmospheric Research*, pp. 391-400.

C. Berthet, E. W. (2013). Extreme hail day climatology in Southwestern France. *Atmospheric Research*(123), pp. 139-150.

Dériot, G., & Godefroy, J.-P. (2005). Le drame de l'amiante en France : comprendre, mieux réparer, en tirer des leçons pour l'avenir. Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur le bilan et les conséquences de la contamination par l'amiante. Tome 1. Sénat.

Dessens, J., Berthet, C., & Sanchez, J. (2007). A point hailfall classification based on hailpad measurements : the ANELFA scale. *Atmospheric Research*(83), pp. 132-139.

Etablissements Cantonnaux d'Assurance / Fondation Prévention. (2007). Répertoire de protection contre la grêle, Recherches sur le danger de grêle et la résistance de l'enveloppe des bâtiments.

FFA. (2016). La garantie Tempête, Grêle, Neige en 2014, une année marquée par l'épisode de grêle de juin.

IBHS. (2002). Is Your Home Protected From Hail Damage ? A homeowner's guide to hail retrofit.

Infoclimat. (2014a). Bilan météo du dimanche 8 juin 2014. Récupéré sur Infoclimat: <http://www.infoclimat.fr/actualites/bqs/12075/bilan-m-atilde-copyt-atilde-copyo-du-dimanche-8-juin-2014.html>

Infoclimat. (2014b). Bilan météo du lundi 9 juin 2014. Récupéré sur Infoclimat: <http://www.infoclimat.fr/actualites/bqs/12076/bilan-m-atilde-copyt-atilde-copyo-du-lundi-9-juin-2014.html>

Keraunos. (2014a). Orages violents et chutes de grêle remarquables des 8 et 9 juin 2014. Récupéré sur Keraunos: <http://www.keraunos.org/actualites/faits-marquants/2014/grele-8-9-juin-2014-orage-supercellule-outbreak-paris-picardie-centre-champagne-charente.html>

Keraunos. (2014b). Violents orages du centre aux régions du nord, avec grêlons géants, le 9 juin 2014. Consulté le Août 2017, sur Keraunos: <http://www.keraunos.org/actualites/fil-infos/2014/juin/orages-violents-9-juin-ouest-de-la-france-rafales-de-vent-grele-aquitaine-centre-ile-de-france.html>

Météo Paris. (2014). Orage de grêle violent sur Yvelines, Val d'Oise, oise, Aisne - énormes grêlons. Récupéré sur Météo Paris: <http://www.meteo-paris.com/actualites/orage-de-grele-violent-sur-yvelines-val-d-oise-oise-aisne-enormes-grelons-08-juin-2014.html>

Punge, H., & Kunz, M. (2016). Hail observations and hailstorm characteristics in Europe : a review. *Atmospheric Research*(176-177), pp. 159-184.

TORRO. (2017). Hail Scale. Récupéré sur The TORnado and storm Research Organisation: <http://www.torro.org.uk/hscale.php>

Vinet, F. (2001). Climatology of hail in France. *Atmospheric Research*(56), pp. 309-323.

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Classement des événements les plus coûteux selon la FFA depuis 1988   | 4  |
| Figure 2 : Coût annuel de l'aléa grêle dans la garantie TGN (d'après FFA, 2016)  | 4  |
| Figure 3 : Part de l'échantillon DARVA dans le coût total de l'événement pour les biens des particuliers                           | 5  |
| Figure 4 : Carte des impacts de foudre entre les 9 et 10 juin 2014 (Source : Keraunos)   | 5  |
| Figure 5 : Répartition du coût des dommages par catégories d'assurés (d'après FFA, 2016)   | 6  |
| Figure 6 : Classement des 10 communes les plus sinistrées (coûts cumulés)  | 6  |
| Figures 7 et 8 : Cartographies des proportions de logements endommagés par commune, zoom sur l'Ile-de-France.                      | 7  |
| Figure 9 : Représentation schématique des composantes du bâti retenues pour l'étude statistique                                    | 8  |
| Figure 10 : Part des types de coûts indemnisés dans la charge totale de l'échantillon  | 8  |
| Figure 11 : Part des catégories de dommages dans le coût bâti  | 9  |
| Figure 12 : Profil de dommages en composante du bâti   | 9  |
| Figure 13 : Profil de sinistralité de la composante Charpente-Couverture   | 10 |
| Figure 14 : Profil de sinistralité de la composante Menuiserie   | 10 |
| Figure 15 : Profil de sinistralité de la composante Revêtement de mur et plafond   | 11 |
| Figure 17 : Sinistre moyen sur couverture par matériau   | 12 |
| Figure 16 : Répartition du coût de la composante Charpente-Couverture en fonction du matériau de couverture du bien sinistré       | 12 |
| Figure 18 : Cartographie des départements équipés de grêlimètres ANELFA et enveloppe approchée de l'événement de juin 2014         | 16 |
| Figure 19 : Représentation schématique du processus de réassociation des corps d'états de DARVA en composantes principales du bâti | 18 |
| Figure 20 : Nuage de mots généré sur l'occurrence des termes dans l'échantillon secondaire fourni par Elex                         | 18 |

## Annexe 1 : Méthodes de traitement pour l'analyse de la sinistralité en composantes principales du bâti

Deux méthodes de traitement de la donnée d'expertise ont été utilisées à travers ce rapport.

### Méthode 1 : La mise en correspondance des corps d'état de DARVA.

La méthode utilisée sur les plus importants volumes de données est celle de la réattribution des corps d'états de DARVA.

Les données issues de l'EDI sont en effet normées en une centaine de corps d'états sinistrés qu'il est possible de rattacher à une composante principale SYCODES par le biais d'une table de correspondance (cf. Figure 19).

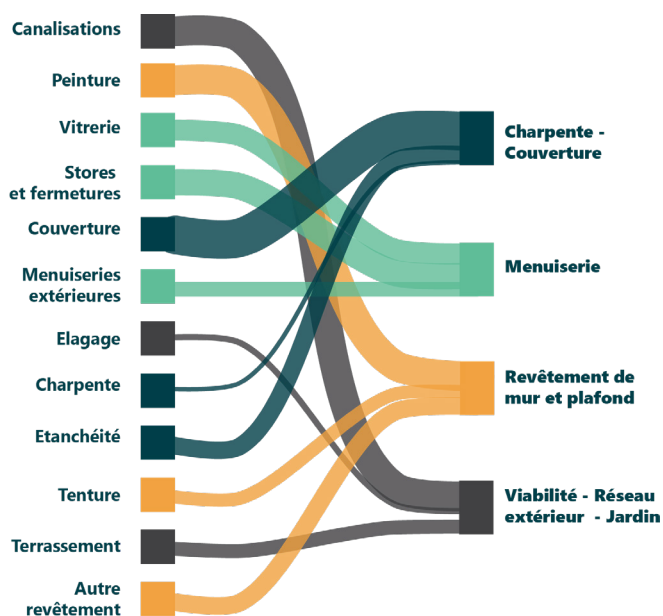


Figure 19 : Représentation schématique du processus de réassociation des corps d'états de DARVA en composantes principales du bâti

Parce qu'ils désignent des éléments trop indistincts, certains corps d'états présentent toutefois des difficultés d'attribution. Les corps d'états *Maçonnerie* ou *Agencement* sont par exemple impossibles à réaffecter automatiquement et nécessitent une vérification particulière.

Cette méthode de catégorisation des données semi-normées permet de traiter d'importants volumes de données en un temps limité. Elle permet également d'affiner l'étude en proposant une décomposition des coûts indemnisés dans chaque composante principale.

Il convient en revanche de noter que cette classification en corps d'états n'est pas systématique : plus du tiers des données de l'échantillon appartiennent à une catégorie neutre « Autre » qui nécessite un reclassement par le biais d'un traitement en *text-mining*.

### Méthode 2 : L'utilisation de la *text-mining*

Le traitement de données d'expertise non normée, c'est-à-dire des commentaires de l'expert, pose un réel défi technique dès lors que l'on s'attache à mener une étude statistique fine. Selon l'hypothèse de l'utilisation d'un lexique récurrent dans les rapports d'expertise, un module de *text-mining* a été développé pour éviter une réassociation manuelle des données (cf. Figure 20). Il s'agit d'un algorithme de langage R permettant la lecture et la catégorisation automatique de l'information.

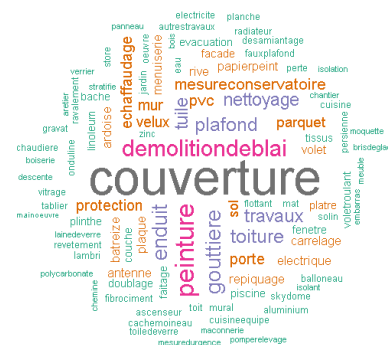


Figure 20 : Nuage de mots généré sur l'occurrence des termes dans l'échantillon secondaire fourni par Elex

Cet algorithme a été développé sur la base d'un échantillon très restreint de données fourni par le réseau d'experts Elex. Quatre phases d'élaboration peuvent être distinguées :

- Une phase de nettoyage des mots, pour supprimer les erreurs d'orthographe, des féminins, des pluriels. Certains mots qui ne sont pas déterminants pour la catégorisation en composante principale sont supprimés, pour éviter les effets de « bruit ».
- Une phase d'apprentissage sur une petite partie de l'échantillon, permettant de tester plusieurs techniques de classification disponibles par ailleurs sous R.
- Une phase de validation, permettant de comparer les résultats de l'algorithme de la phase précédente avec une catégorisation manuelle.
- Une phase d'application de l'algorithme sur l'ensemble de l'échantillon.

L'algorithme permet un taux de discrimination de l'information de 86% sur les 11 composantes principales. A terme, la méthode pourrait être améliorée pour permettre d'affiner la catégorisation.

Cette méthode transitoire de classification des données permet de traiter en grande partie le résidu de données issues de la catégorie neutre « Autre » de Darva.



## Annexe 2 : Etat des lieux de la disponibilité des données de caractérisation du phénomène

En France, la collecte des données d'aléa n'est pas systématique lors d'un événement de grêle. Météo France est en capacité de fournir les données radar sur la période du 6 au 10 juin et de déterminer les trajectoires et l'intensité des précipitations sous les cellules orageuses (C. Berthet, 2013). Le service français de météorologie ne dispose toutefois d'aucune information sur le diamètre des grêlons précipités.

L'essentiel des données produites sur les 25 dernières années provient du réseau de grêlimètres de l'ANELFA. Son maillage couvre environ 12% du territoire métropolitain et se concentre essentiellement sur les départements du Sud de la France (Berthet, Dessens, & Sanchez, 2011). Ces données ont notamment été utilisées par F. Vinet pour l'élaboration d'une carte du risque grêle (Vinet, 2001).

En cartographiant l'aléa sur la base des sinistres recensés dans l'échantillon, on constate que l'essentiel de la tempête de grêle Ela n'est pas situé sur la zone couverte par les grêlimètres de l'ANELFA (cf. Figure 18). Il n'existe donc pas de cartographie de l'évènement basée sur le diamètre des grêlons observés. Si les suivis météorologiques et observations remontées par des organismes tels que Keraunos, Infoclimat, ou le réseau Météo-villes donnent des indications sur les valeurs relevées localement, l'information sur l'intensité de l'aléa n'en reste pas moins parcellaire.

Il existe toutefois des échelles de référence permettant de qualifier l'intensité des événements de grêle (Dessens, Berthet, & Sanchez, 2007). De la même façon que l'échelle de Saffir-Simpson pour les cyclones, ou de Fujita pour les tornades, l'échelle Hailstorm Intensity Scale développée par le TORRO (Tornado and Storm Research Organisation) au Royaume-Uni relie l'intensité du phénomène à son dommage potentiel. Sur un gradient de 1 à 10, l'orage de grêle Ela de juin 2014 se classe au niveau maximal (H10) avec un "potentiel de destruction très important et un risque pour la vie humaine pour les personnes piégées sous l'orage" (TORRO, 2017). Sur l'échelle française développée par l'ANELFA, ce même événement se classe là encore au niveau maximal A5 sur une échelle à 5 niveaux d'intensité croissante et est décrit comme "extrêmement dangereux, potentiellement fatal pour les personnes exposées".

A l'exception de valeurs records en 1936 et 1952, la France a connu peu d'événements d'intensité comparable (Punge & Kunz, 2016). En regard de ces classifications et du peu d'équivalents historiques, cette tempête de grêle est donc bien un événement extrême et rare tant par son intensité que par son emprise géographique.

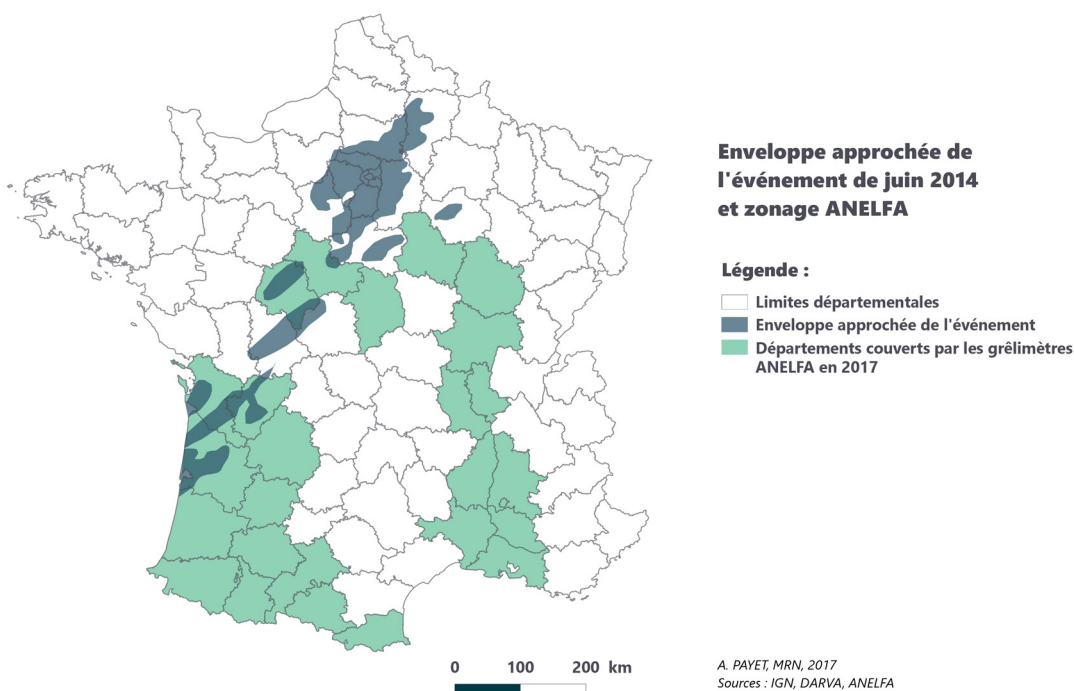


Figure 18 : Cartographie des départements équipés de grêlimètres ANELFA et enveloppe approchée de l'évènement de juin 2014

## Annexe 3 : Description détaillée des composantes principales retenues pour l'étude

La nomenclature SYCODES d'origine a été légèrement adaptée pour permettre l'étude de l'endommagement du bâti face à des événements naturels. Elle se décline en onze composantes détaillées comme suit :

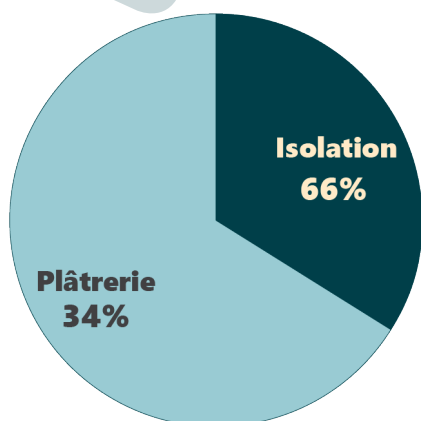
- La composante **Charpente - Couverture** considère les charpentes, les toitures-terrasses, les couvertures en petits éléments (tuiles, ardoises, etc.) les couvertures en grands éléments (plaques de fibrociment, etc.) mais aussi les REEP (Réseaux d'évacuation des eaux pluviales type gouttières, chéneaux et descentes diverses) et les ouvrages sous couverture (écran, isolation...).
- La composante **Menuiseries** concerne les fenêtres et portes fenêtres, les portes extérieures, les stores et fermetures, les vitrages et toutes autres menuiseries intérieures.
- La composante **Structure** désigne les poutres ou poteaux de l'ossature (hors charpente), les murs de refends, les dalles de planchers courants, les escaliers.
- La composante **Façade - Revêtement extérieur** englobe les façades maçonnées, les façades légères (en bois, plastiques...) et les revêtements de murs extérieurs (enduits, crépis, bardages, etc.).
- La composante **Réseaux intérieurs - Autres équipements** désigne les réseaux et équipements électriques, de plomberie, de gaz, les ascenseurs, les équipements divers (réseaux de téléphone, informatique, TV, système de protection incendie...) et les appareils énergie nouvelle (panneaux photovoltaïques, éoliennes...).
- La composante **Équipement de génie climatique** comprend les éléments de production et de distribution de chaleur et de froid, la production d'eau chaude sanitaire, les cheminées et conduits de fumée, le système de ventilation.
- La composante **Cloison - Isolation** prend en compte les cloisons de distribution et de doublage.
- La composante **Revêtement de mur et plafond** comprend les faïences, peintures, papiers peints, et autres types de revêtements.
- La composante **Revêtement de sol** concerne les carrelages, textiles, parquets, etc...

- La composante **Fondations - Ouvrages** enterrés englobe les fondations superficielles (semelles filantes et autres) ou profondes (pieux, micro pieux...), les murs de soubassement, les piscines, les cuves et réservoirs, les cuvelages.
- La composante **Viabilité - Réseaux extérieurs - Jardin** désigne les éléments de voirie, les réseaux extérieurs au bâtiment (adduction d'eau, eaux usées...), les équipements d'assainissement autonome, les clôtures et autres éléments de jardin, les murs de soutènement.

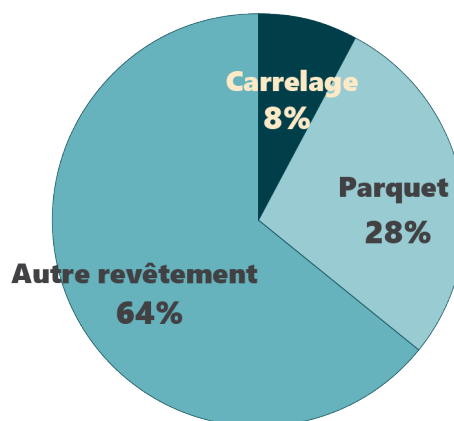
La catégorie **Mesures conservatoires et travaux** a été ajoutée pour tenir compte des frais indemnisés de nettoyage, de décontamination, de démolition et tous autres frais consécutifs à la remise en état du bien immobilier.

Les biens **Mobiliers**, plus complexes à catégoriser, et potentiellement peu impactés dans un événement de grêle, ont été délibérément écartés de l'étude.

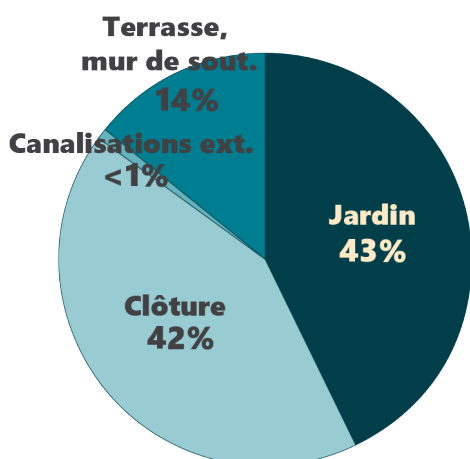
## Annexe 4 : Profils de sinistralité détaillée des composantes



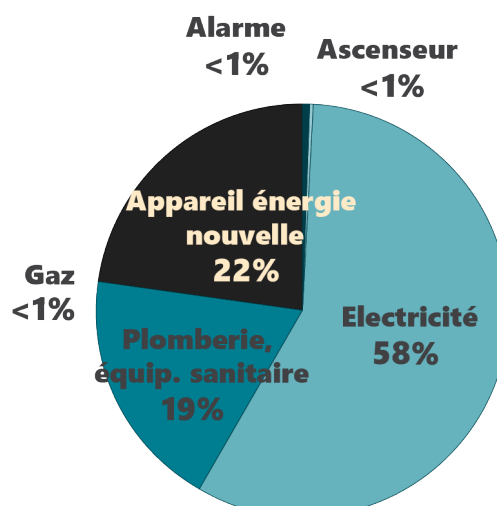
**Cloison - Isolation**



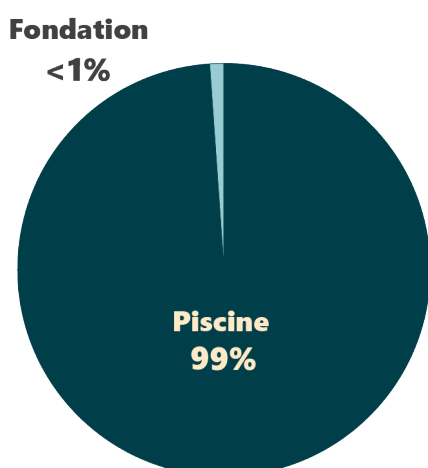
**Revêtement de sol**



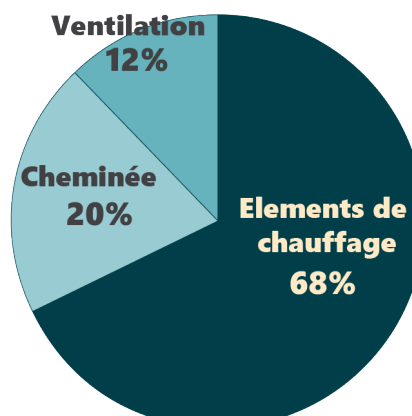
**Viabilité - Réseaux extérieurs - Jardin**



**Réseaux intérieurs - Autres équipements**



**Fondations - Ouvrages enterrés**



**Equipement de génie climatique**

