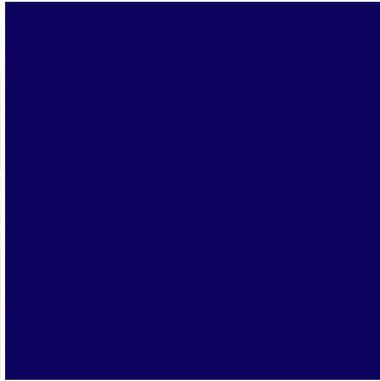


Analyse d'événements

Les intempéries de l'été 2021 en Suisse



Éditeur

Tous droits réservés © 2023
Association des établissements cantonaux d'assurance (AECA)
Bundesgasse 20
CH-3001 Berne
www.vkg.ch



Auteur

Markus Imhof

Coordination

Markus Imhof
Rolf Meier
Lukas Weibel

Traduction en français

Service Traduction de l'AECA, Berne

Modèle de mise en page

Rickli+Wyss SA, Berne

Tirage

La publication paraît uniquement sous forme numérique.

Sources de données / d'information

Statistique des dommages de l'Association des établissements cantonaux d'assurance AECA
Géoportail du système d'information du territoire neuchâtelois SITN
Meteoradar GmbH (aujourd'hui : Meteotest SA)
Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse
Office fédéral de topographie Swisstopo
Office fédéral de l'environnement OFEV

Bildquellen

Union intercantonale de réassurance UIR
Établissement cantonal d'assurance du canton de Lucerne
Établissement cantonal d'assurance du canton de Zurich

Table des matières

Introduction	4
1. Les dommages aux bâtiments enregistrés en Suisse après les intempéries de l'été 2021	4
2. Les conditions météorologiques de l'été 2021	5
3. Survenue des dommages au cours des mois sur les bâtiments	6
4. Inondation à Cressier (NE) le 22 juin 2021	9
5. Violentes chutes de grêle dans les cantons de Lucerne et de Zoug le 28 juin 2021	12
6. Rafales de vent descendant près de Zurich le 13 juillet 2021	14
7. Période du 8 au 20 juillet 2021 : crue des lacs du pied du Jura et régulation de l'Aar	15
8. L'assurance dommages éléments naturels en Suisse	20
9. Traitement des dommages : exemples pour la gestion des événements majeurs	23
10. L'efficacité de la prévention des dommages éléments naturels	24
11. Bibliographie	29
12. Annotations	30
Annexe A: Carte des cantons suisses	31
Annexe B: Cartes d'orientation indiquant l'emplacement des localités mentionnés dans le rapport	32

Introduction / 1. Les dommages aux bâtiments enregistrés en Suisse après les intempéries de l'été 2021

Introduction

L'été 2021 a connu des événements naturels exceptionnellement fréquents, d'une grande violence pour certains d'entre eux. La plupart des régions de Suisse ont été notamment touchées par des averses de grêle et des inondations, tel que l'ont clairement reflété les données sur les dommages des établissements cantonaux d'assurance (ECA). Au vu de l'ampleur exceptionnelle des dommages aux bâtiments, l'Union intercantonale de réassurance (UIR) a décidé de rédiger un compte-rendu analytique des événements et des dommages. L'analyse débute par un résumé des intempéries et des dommages de l'été 2021, avant de s'attarder sur quatre événements majeurs, traités de manière plus détaillée et sous différents aspects¹ (cf. p. 30 «12. Annotations»). La dernière partie aborde brièvement le système de l'assurance dommages éléments naturels en Suisse, la manière dont les ECA gèrent les événements qui engendrent de grands dommages ainsi que la prévention des dommages éléments naturels et ses effets.

1. Les dommages aux bâtiments enregistrés en Suisse après les intempéries de l'été 2021

En chiffres absolus, les 19 ECA ont enregistré, pour les deux mois de juin et juillet seulement, près de 100 000 dommages aux bâtiments équivalant à un montant total proche de 1,08 milliard de francs. Ce chiffre représente 90 % de l'ensemble des sinistres de l'année 2021 et 96 % du montant annuel des dommages. Le montant des dommages des deux mois en question dépasse même tous les montants annuels des dommages retranscrits depuis 1941 dans la statistique des dommages de l'Association des établissements cantonaux d'assurance (AECA).

Néanmoins, les chiffres absolus ne tiennent pas compte du fait que le portefeuille de bâtiments s'est considérablement développé au fil des années, tant en nombre de bâtiments qu'en valeur d'assurance (Imhof, 2022). Pour pouvoir comparer sur plusieurs décennies les différentes années marquées par des dommages, il convient de prendre en considération cet état de fait et d'indexer les chiffres en fonction de la valeur d'assurance. Cela est possible en utilisant le taux de sinistres, c'est-à-dire le rapport entre le montant des dommages et la valeur d'assurance, exprimé en centimes / 1000 francs de valeur d'assurance.

Un autre facteur rend difficile la comparaison entre les anciennes données relatives aux dommages et les données plus récentes. Il s'agit du passage de l'indemnisation à la valeur vénale à l'indemnisation à la valeur à neuf. Cette mutation n'a pas eu lieu au même moment dans les diffé-

rents ECA : si pour certains, elle était effective dès les années soixante, les derniers à choisir cette approche ne l'ont mise en place qu'à la fin des années nonante. Aujourd'hui, seuls les bâtiments en mauvais état (valeur vénale < 50 % de la valeur à neuf) sont indemnisés à leur valeur vénale. Cela signifie que les montants des dommages se sont avérés en moyenne plus élevés après la mutation, qu'ils ne l'auraient été avec l'ancien procédé. Il est aujourd'hui difficile de savoir de combien. Pour appréhender correctement la comparaison ci-dessous des taux de sinistres éléments naturels annuels, il ne faut pas oublier ce passage de la valeur vénale à la valeur à neuf. Ainsi, les chiffres et leur évolution ne doivent pas être considérés comme parfaitement exacts (tab. 1) :

Tableau 1 : Comparaison des années les plus sinistrées sur la base de leur taux annuel de sinistres depuis 1941 (source : Statistique des dommages de l'AECA).

Année	Événements dommageables déterminants	Taux de sinistre annuel
1999	Tempête « Lothar » en décembre, inondations en mai	69.5 ct. / 1000 francs
2005	Inondations en août, orages de grêle en juillet	51.4 ct. / 1000 francs
2021	Orages de grêle / inondations en juin et juillet	43.9 Rct. / 1000 francs
2007	Inondations en août	23.0 ct. / 1000 francs
2009	Averses de grêle en mai et juillet	20.6 ct. / 1000 francs
1967	Tempêtes en février et mars	17.2 ct. / 1000 francs
1994	Inondations en mai, orages de grêle en juin	16.9 ct. / 1000 francs
1990	Tempêtes en février (notamment « Vivian », « Wiebke »)	16.6 ct. / 1000 francs

L'illustration 1 donne un aperçu de l'évolution des taux de sinistres annuels depuis 1950. Deux périodes distinctes

2. Les conditions météorologiques de l'été 2021

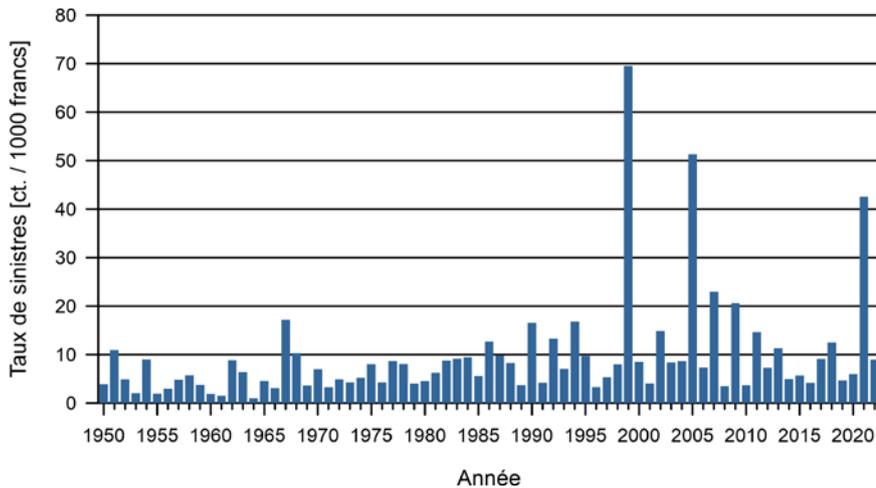


Illustration 1 : Taux de sinistres éléments naturels en ct. / 1000 francs des 19 ECA, sur la période de 1950 à 2022 (source : Statistique des dommages de l'AECA).

ressortent du graphique de manière assez nette : de 1950 à env. 1985, les taux de sinistre se situaient la plupart du temps nettement en dessous de 10 ct. / 1000 francs. Cette valeur n'a été dépassée que très exceptionnellement. Environ à partir de 1985, les taux de sinistres ont commencé à afficher des valeurs plus élevées. Le seuil des 10 ct. / 1000 francs a été dépassé plusieurs fois en quelques années. L'année 1999 a marqué un grand coup avec un taux de sinistres proche de 70 ct. / 1000 francs, tandis que les 20 ct. / 1000 francs n'avaient même jamais été atteints auparavant. Ce pic extrême n'a pu être atteint que par le cumul de plusieurs événements indépendants les uns des autres survenus la même année : les grandes quantités de neige tombées pendant l'hiver 1998 / 1999 ont été à l'origine de nombreux dommages dus à la pression de la neige et aux avalanches et représentent bien 5 ct. / 1000 francs du taux de sinistres ; les crues printanières (voir ill. 3 photo du milieu à gauche) contribuent pour bien 15 ct. / 1000 francs ; enfin, peu avant la fin de l'année, la tempête « Lothar » représente bien 42 ct. / 1000 francs. Si ce dernier événement s'était produit ne serait-ce qu'une semaine plus tard – donc en 2000 – le graphique afficherait une tout autre courbe.

On n'avait jamais connu auparavant d'année comme celle de 1999. Mais depuis, des années semblables se répètent en moyenne tous les cinq ans. Le taux de sinistres annuel a ainsi dépassé plusieurs fois 20 ct. / 1000 francs : en 2005, en raison des dommages inondations les plus importants depuis l'introduction de l'assurance dommages éléments naturels ; en 2007 à nouveau avec des inondations étendues ; en 2009 en raison des importants dommages dus à la grêle dans plusieurs cantons et, enfin, en 2021 avec à nouveau de gros dommages grêle et de vastes inondations. À cause du changement climatique, nous devons nous attendre à subir certaines années de nombreux dommages à l'avenir également. Lorsque les températures augmentent, l'atmosphère peut absorber davanta-

ge de vapeur d'eau. La chaleur latente offre alors de l'énergie pour le développement des intempéries.

2. Les conditions météorologiques de l'été 2021

Pour bien comprendre la survenue des événements dommageables particulièrement concentrés sur les mois de juin et de juillet, il ne suffit pas de regarder l'évolution des conditions météo pendant les deux mois en question. Il est essentiel de s'intéresser à ce qui s'est passé dans les mois qui ont précédé. Ainsi, l'hiver 2020 / 2021 a été riche en

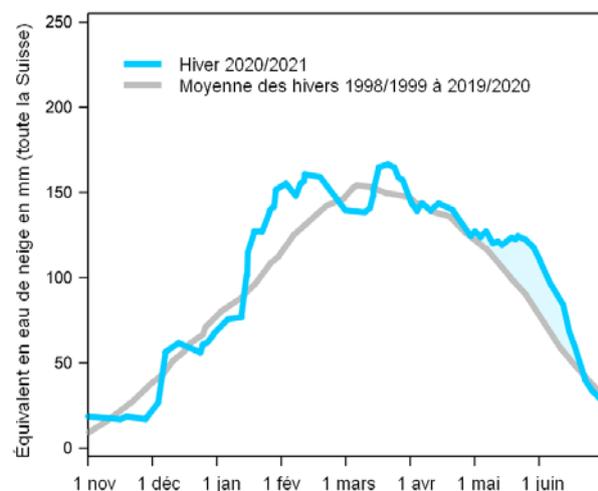


Illustration 2 : Comparaison entre l'évolution de l'équivalent en eau de neige pendant l'hiver 2020 / 2021 sur toute la Suisse (courbe bleue) et la valeur moyenne des 22 dernières années (courbe grise). On constate un équivalent en eau de neige nettement supérieur à la moyenne dès la seconde partie du mois de mai 2021 (zone bleu clair), ainsi que la fonte des neiges rapide en juin (source : d'après Zweifel et al., 2021).

3. Survenue des dommages au cours des mois sur les bâtiments

précipitations, le printemps a été frais et, surtout vers la fin de la saison, humide. En conséquence, sur une grande partie du pays, les hauteurs de neige début juin étaient supérieures aux moyennes habituelles pour cette période de l'année (ill. 2).

Le mois de **mai** a été dominé par des systèmes dépressionnaires. Portés par des courants forts en provenance du nord-ouest et de l'ouest, des masses d'air humide et froid de l'Atlantique ont atteint la Suisse. Cela a donné un temps constamment changeant, pluvieux et frais. Les données des différentes stations de mesure ont montré qu'il s'agissait du mois de mai le plus humide depuis leur mise en place il y a soixante ans. La température moyenne de l'air dans le pays a été de 2,3 °C inférieure à la norme pendant la période 1981 - 2010. La fonte des neiges a ainsi été retardée. De la neige fraîche s'est même ajoutée sur les hauteurs.

Des séries d'orages violents et récurrents – à partir du 18 presque chaque jour et avec une intensité particulière du 27 au 30 – ont également entraîné en **juin** d'abondantes précipitations, dont des averses de grêle parfois extrêmement intenses. Pas moins de 24 stations ont enregistré de nouveaux records de hauteurs de précipitations pour le mois de juin. Une hausse marquée des températures a cependant été constatée. Surtout au cours de la deuxième et de la troisième semaine de juin où la limite du zéro degré est passée de 3800 à 4700 m d'altitude suite au fort réchauffement, ce qui a déclenché une fonte soutenue de la neige en haute montagne. La moyenne mensuelle de la température de l'air était alors supérieure de 2,5 °C par rapport à la moyenne pendant la période de référence 1981 - 2010. Après les abondantes précipitations et la fonte des neiges, les sols étaient largement saturés et le système hydrologique avait atteint ses limites.

Le mois de **juillet**, caractérisé par des dépressions, a été dominé par des courants humides et instables en provenance de l'Atlantique. Ces courants ont entraîné avec eux des cellules orageuses : violentes averses, chutes de grê-

le et rafales de vent se sont succédé sans interruption. Les précipitations ont été particulièrement abondantes entre le 12 et le 16 juillet. Cette situation était due à une dépression d'altitude (« goutte froide ») qui traversait alors la Suisse. D'après les données de nombreuses stations et également en moyenne nationale, ce fut le mois de juillet le plus pluvieux jamais enregistré. La température moyenne de juillet était 0,3 °C inférieure à celle de la période de référence 1981 - 2010.

(Source : MétéoSuisse, 2021a-d, 2022)

3. Survenue des dommages au cours des mois sur les bâtiments

Les dommages survenus en été étaient nettement concentrés sur les mois de juin et juillet. Le mois de mai et le mois d'août ont également connu des dommages, mais ceux-ci étaient moins frappants. Pour cette raison, nous limitons notre analyse aux dommages aux bâtiments survenus dans les 19 cantons avec ECA, chaque jour des mois de juin et juillet.

Une telle analyse peut aussi bien se référer au nombre de sinistres qu'au montant des dommages. Néanmoins, du point de vue des sciences naturelles et dans le cadre d'une analyse des événements, il est plus intéressant d'observer le nombre des sinistres. En effet, la simple constatation qu'un bâtiment a subi des dommages ou non est moins fortement influencée par des facteurs aléatoires que le montant des dommages : celui-ci dépend de l'intensité et de la durée des désagréments suite aux dommages, du type et du mode de construction du bâtiment, du prix des éléments de construction endommagés, de la charge de travail pour leur remplacement ou leur remise en état, des coûts de séchage et de nettoyage, ainsi que du montant des éventuelles franchises. Même pour le réassureur, le montant des dommages par jour ne présente qu'un intérêt limité – il est à noter que l'auteur de la présente publication travaille pour l'UIR (voir chap. 9). L'UIR conclut avec ses

Tableau 2 : Nombre de dommages aux bâtiments (données arrondies) survenus au cours des quatre principaux épisodes, en totalité et par cause de dommages (sources : Statistique des dommages de l'AECA).

Période	Les 3 causes ensemble	Tempêtes	Grêle	Inondation
20 - 24 juin	28 000	2 800	20 500	4 700
28 - 29 juin	43 900	3 400	37 300	3 200
11 - 17 juillet	10 000	3 400	3 500	3 100
24 - 26 juillet	11 600	500	9 200	1 900



Tempêtes



Grêle



Crues / inondations, laves torrentielles, érosion des berges



Glissements de terrain, coulées de boue de versant, chutes de pierres, éboulements, chutes de glace, effondrements



Pression de la neige, glissement de neige (avalanches de toit)



Avalanches

Illustration 3 : Causes de dommages éléments naturels comprises dans la couverture d'assurance des établissements cantonaux d'assurance (photos UIR).

clients, les établissements cantonaux d'assurance, des contrats pour une couverture des dommages annuels dans le domaine des dommages éléments naturels. Ainsi, le montant annuel total des dommages est pris en compte systématiquement dans le calcul de la prestation de réassurance de l'UIR.

L'illustration 3 présente les grandes catégories de causes de dommages éléments naturels que les ECA distinguent. Pour l'instant, l'UIR ne peut se baser que sur ces grandes catégories pour réaliser ses analyses des données relatives aux dommages concernant les 19 ECA. (Le schéma de classement des causes de dommages éléments naturels, élaboré en 2016 par l'UIR, en collaboration avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), n'est malheureusement toujours pas utilisé par tous les ECA ; Imhof, 2016).

L'illustration 4 indique le nombre de dommages aux bâtiments dus aux trois éléments naturels principaux, pour les mois de juin et juillet. En effet, seules les causes « tempêtes », « grêle » et « inondations » sont significatives. Le

nombre de dommages liés aux catégories restantes (glissements de terrain, éboulements, pression de la neige, avalanches) est inférieur à 180 sur la période considérée. De manière analogue, l'illustration 5 indique les montants des dommages par jour, pour les trois catégories citées.

L'été 2021 a laissé le souvenir d'une série d'orages à n'en plus finir. Cela n'est toutefois qu'une impression : quatre épisodes d'intempéries ressortent assez clairement des deux graphiques (tableau 2).

Qu'est-ce qui est frappant ? Les trois causes ont provoqué des dommages au cours des quatre périodes. En effet, des dommages liés aux tempêtes, à la grêle et aux inondations sont à déplorer chaque fois. Les orages d'été, tels que ceux qui ont marqué l'année 2021, se caractérisent notamment par la concomitance de ces trois processus de dommages. Dans le tableau 2, on peut voir cependant que les dommages grêle, un phénomène de masse typique, ont dominé plus ou moins nettement chacune des quatre phases.

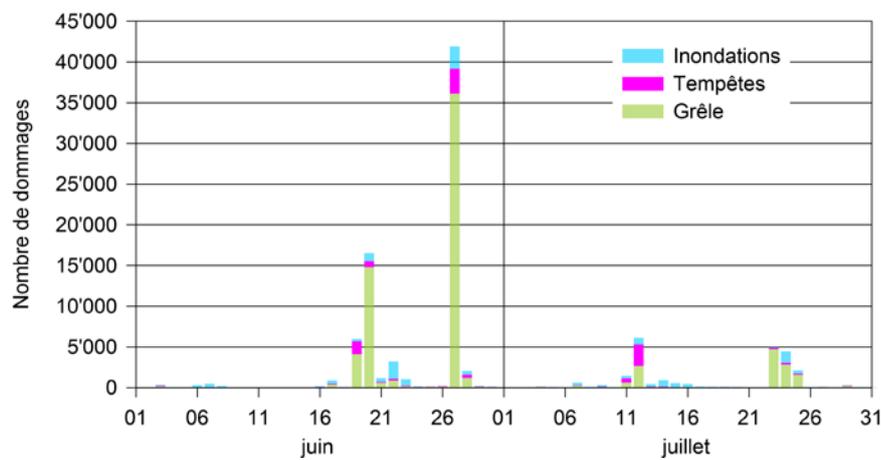


Illustration 4 : Nombre de dommages aux bâtiments liés aux trois causes de dommages éléments naturels, par jour dans les 19 cantons avec ECA.

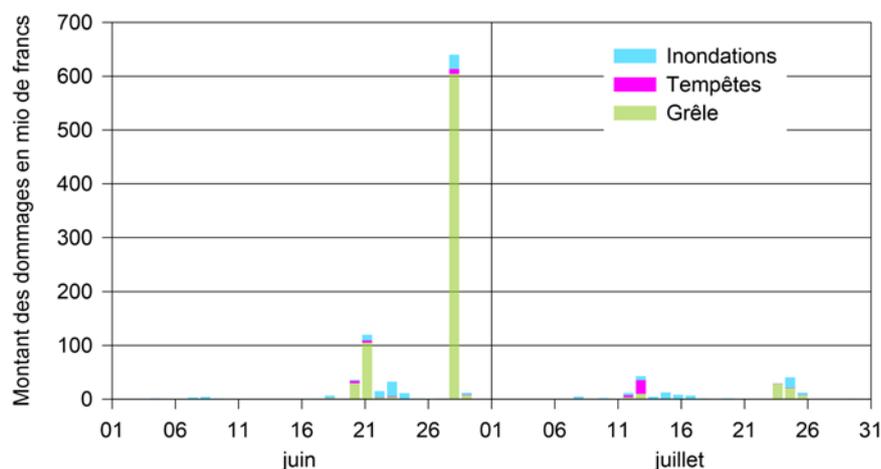


Illustration 5 : Montant des dommages aux bâtiments pour les trois causes de dommages éléments naturels, par jour dans les 19 cantons avec ECA.

4. Inondation à Cressier NE le 22 juin 2021

À ce sujet, le jour du 28 juillet a été tout particulièrement marquant : la grêle a été la cause majeure des dommages. Les averses de grêle dévastatrices dans les cantons de Lucerne² et de Zoug correspondent à cet épisode. Mais bon nombre d'autres cantons ont également été touchés par de fortes chutes de grêle. La grêle a d'ailleurs été la cause de 85 % des sinistres survenus à ce moment-là. En revanche, les chiffres de la grêle sont les plus bas pour la période du 11 au 17 juillet. Au cours de cette période, précisément le 13 juillet, la région de Zurich a été touchée par de fortes rafales de vent descendant. Les dommages liés aux tempêtes ressortent aussi bien sur l'illustration 4 que sur l'illustration 5. Proportionnellement, de nombreux dommages dus aux inondations ont été enregistrés aussi pendant ces quelques jours. La goutte froide qui en est à l'origine a déjà été évoquée au chapitre précédent. La tempête « Bernd » a sévi sur la même période, faisant plus de 220 décès et causant des inondations dévastatrices, notamment en Allemagne, en Belgique et aux Pays-Bas (Koks et al., 2022). Il serait néanmoins réducteur d'avancer comme explication pour les dommages en Suisse le seul fait que le pays était situé en bordure de la trajectoire de « Bernd ».

Lorsque l'on compare les différentes causes de dommages, on constate également que les dommages dus aux inondations (surtout si on les compare avec les dommages grêle) sont survenus de manière plus étalée dans le temps. Ainsi, les dommages dus aux inondations n'ont pas eu pour origine simplement un seul événement particulièrement intense, mais ils sont apparus sur une longue période. Pour quelle raison ? Les grandes quantités d'eau apportées par les précipitations ne disparaissent pas simplement une fois l'intempérie terminée – contrairement aux vents tempétueux ou à la grêle –, mais elles s'écoulent vers l'aval. L'eau qui, par exemple, a déjà été à l'origine d'inondations dans l'Oberland bernois, atteint ensuite les lacs du pied du Jura en suivant le cours de l'Aar, avant de se déverser dans la vallée de l'Aar densément construite en aval. Elle peut dès lors provoquer d'autres dommages sur son passage (chap. 7). Si l'on considère les dommages dus aux inondations, la période principale de mi-juillet ne correspond pas aux dates du 11 au 17 juillet mais plutôt à l'intervalle entre le 8 et le 20 juillet.

Les données sur le montant et le nombre de dommages permettent de calculer le montant moyen de chaque dommage isolé. Les montants moyens des dommages par sinistre, pour les deux mois de juin et juillet, sont présentés dans le tableau 3.

On remarque que les valeurs moyennes sur plusieurs années sont toutes inférieures à celles de juin et juillet 2021. Le dommage tempêtes moyen en juin et juillet 2021 correspond à plus du double de la valeur indexée de la période

Cause du dommage	Ø dommage isolé juin / juillet 2021	Ø dommage isolé 1991 - 2020
Tempête	4 900 francs	2 200 francs
Grêle	11 300 francs	4 900 francs
Inondation	10 700 francs	10 500 francs

Tableau 3: Comparaison des montants moyens des dommages isolés en juin et juillet 2021 avec les montants (indexés) enregistrés sur plusieurs années entre 1991 et 2020 (Imhof, 2022).

1991 - 2020. On peut en conclure que les intempéries ont été d'une particulière violence, ce qui est effectivement le cas pour les rafales de vent descendant qui ont soufflé près de Zurich le 13 juillet : d'après les chiffres indiqués au chapitre 6, le montant moyen des dommages pour cette journée s'élève à près de 10 000 francs.

Avec 11 300 francs, les dommages grêle moyens de 2021 correspondent à plus du double des valeurs relevées sur plusieurs années. L'extraordinaire violence des épisodes de grêle est ici aussi en cause. Et pourtant, cette valeur ne reflète même pas les dommages survenus dans le canton de Lucerne lors de l'événement exceptionnel du 28 juin : le montant moyen correspondant des dommages grêle dans ce canton atteint le niveau incroyable de 28 500 francs.

En revanche, les dommages moyens dus aux inondations de 2021 ne sont que très légèrement supérieurs à la moyenne sur plusieurs années. Cela s'explique par le fait que les inondations sont certes des événements étendus qui se prolongent parfois sur une longue durée, mais elles ne sont destructrices que localement. Parmi les inondations étendues et persistantes, on trouve celles qui se produisent le long de la rive des grandes rivières et des lacs (chap. 7). Quant aux inondations particulièrement destructrices, l'exemple du débordement du ruisseau Le Ruhaut à Cressier (NE) (chap. 4) est particulièrement éloquent. Par contre, 2021 a connu peu de processus violents tels que les laves torrentielles qui se forment dans le lit de cours d'eau et comme l'érosion intensive des berges et des cours d'eau, autant de phénomènes caractéristiques des intempéries d'août 2005.

4. Inondation à Cressier (NE) le 22 juin 2021

Le village de Cressier (NE) est situé au pied de la partie la plus au sud de la chaîne de montagnes du Jura et est traversé par le ruisseau Le Ruhaut (ill. 8). Son bassin versant

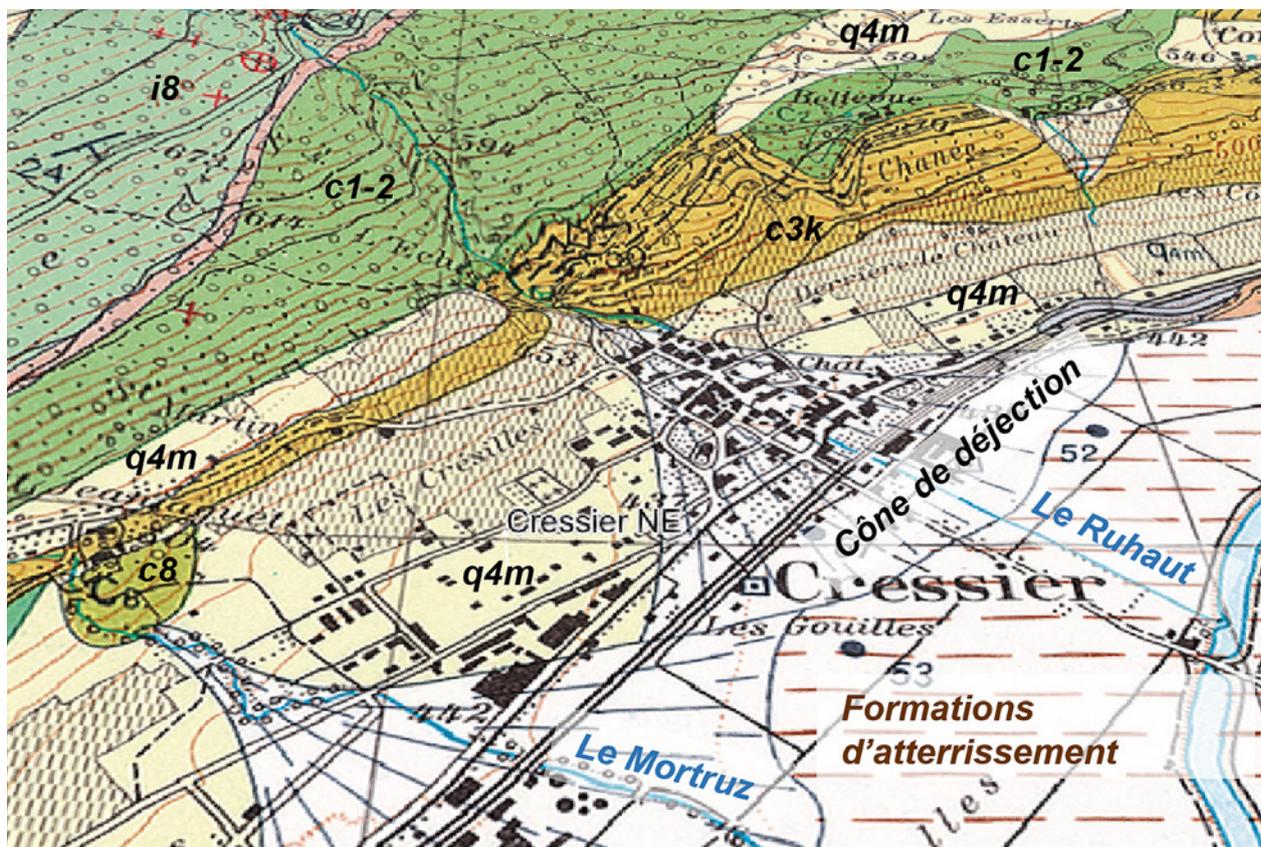


Illustration 8 : Vue transversale, depuis le sud, de la géologie de Cressier.

i8 : roche calcaire (Malm)

c3k : calcaire jaune de Neuchâtel (crétacé)

q4m : moraine de fond (quaternaire)

c1-2 : marne, calcaire (crétacé inférieur)

c8 : calcaire cénomanien (crétacé)

(source : swisstopo)



Illustration 9 : Traces des intempéries dans le centre du village de Cressier (rue Vallier), le 1er juillet 2021, soit une bonne semaine après l'événement. À gauche, ouverture vers le passage sous terre du Ruhaut (photo : UIR).

global de 5,4 km², boisé sur près de la moitié de sa surface, s'étend du Crêt du Puy (1283 m d'altitude) jusqu'au confluent avec La Vieille Thielle situé à 431 m d'altitude. Le ruisseau lui-même n'apparaît toutefois en surface qu'en dessous 880 m d'altitude. À partir de 850 m d'altitude, le lit du cours d'eau suit des gorges boisées profondément encaissées et en partie abruptes. Dans sa descente jusqu'à 670 m, le cours d'eau traverse les roches calcaires du Malm avant d'atteindre un cirque naturel de calcaire et de marne du crétacé inférieur, situé à 490 m (L'Écluse ; voir ill. 10). Le cirque provoque une déclivité et un coude prononcés dans le lit du Ruhaut, qui rejoint alors un lit artificiel. Tout de suite après, il atteint la lisière du quartier résidentiel en haut du village historique de Cressier, construit sur le cône de déjection du Ruhaut. À partir de 455 m d'altitude, le ruisseau s'écoule exclusivement sous terre et ne retrouve la lumière du jour que 400 m avant le confluent avec un ancien bras de La Vieille Thielle.

Le 22 juin, à partir d'environ 19h35 jusqu'à environ 20h05³, un orage accompagné de précipitations intenses s'est abattu sur le bassin versant du Ruhaut. Les sols de la zone étaient alors en partie seulement saturés d'eau. La quantité moyenne des précipitations dans la zone concernée était de 50 mm et une intensité de 150 mm/h a même été atteinte pendant cinq minutes. Cet événement a été classé parmi les événements survenant tous les 50 à 100 ans. Le ruisseau a gonflé rapidement et violemment, entraînant les matières solides présentes jusqu'au fond rocheux. Il est sorti de son lit à hauteur de L'Écluse avant de déposer sur de vastes étendues dans le village de Cressier, entre 20h15 et 21h30, des matériaux charriés, de la boue et du bois flottant. Large de 1,5 m² au maximum, la section d'écoulement du tronçon canalisé et du trajet souterrain à travers le village jusqu'au confluent s'est avérée totalement insuffisante pour laisser passer le mélange eau-matières solides (ill. 9). Les traces laissées sur le ter-

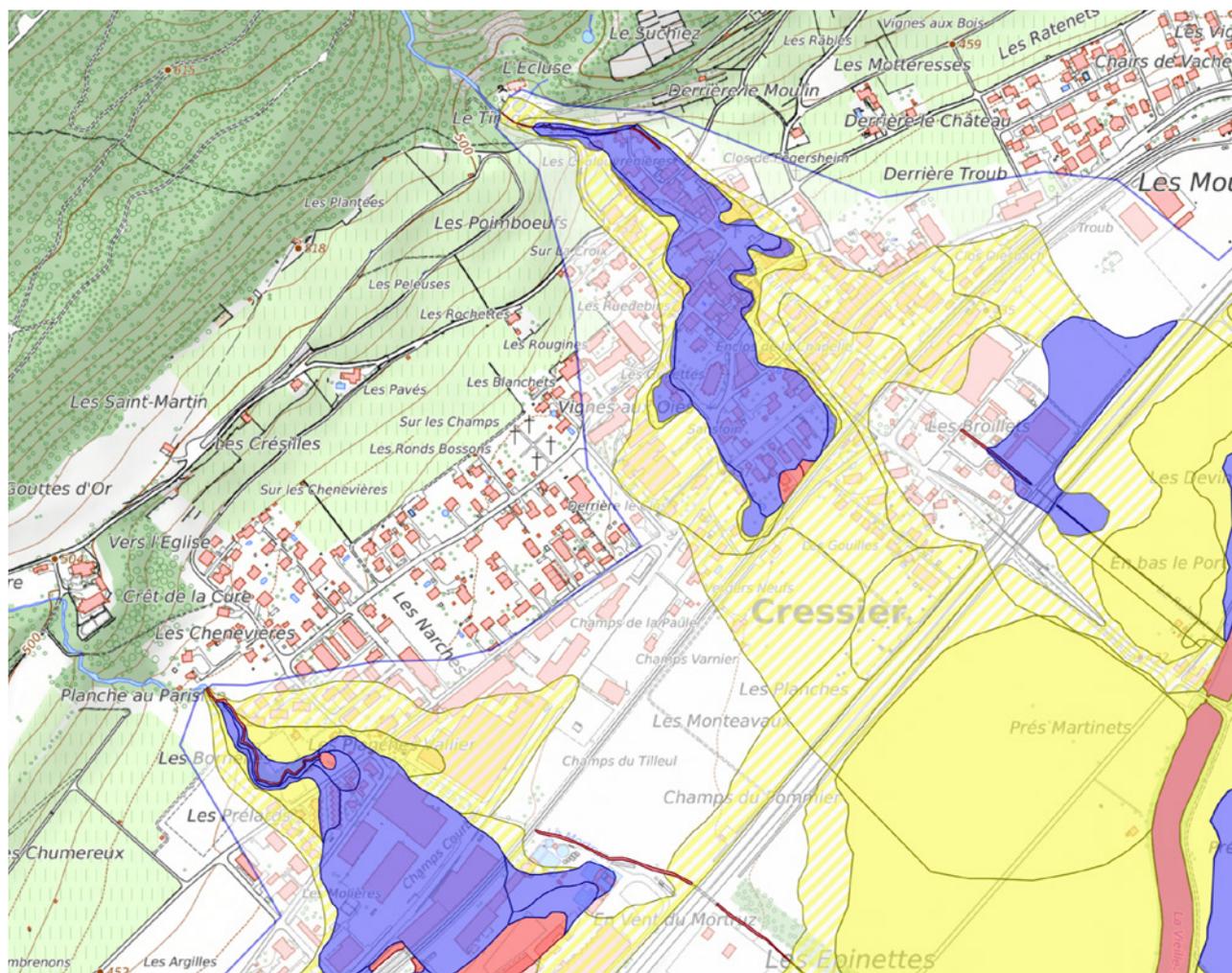


Illustration 10 : Extrait de la carte des dangers naturels. Danger inondations. (source : géoportail du SITN).

5. Violentes chutes de grêle dans les cantons de Lucerne et de Zoug

rain ont permis de déterminer que le débit du Ruhaut a atteint 9 à 11 m³/s. D'après la carte des dangers naturels en vigueur, un tel débit correspond à un événement survenant tous les 30 à 100 ans.

Dans un plus petit bassin versant limitrophe à l'ouest s'écoule le ruisseau Le Mortruz. Celui-ci a causé des dommages comparables dans le hameau de Frochaux, qui appartient à la commune de Cressier, ainsi qu'à la limite sud-ouest de Cressier, au niveau du quartier des Prélards. De plus, des dommages à plus petite échelle dus au ruissellement de surface ont été également enregistrés.

Ce sont 325 bâtiments au total qui ont subi des dommages liés aux inondations le 22 juin à Cressier et à Frochaux. Ces dommages ont été causés par les deux ruisseaux, Le Ruhaut et Le Mortruz, mais aussi par du ruissellement de surface localisé. Le montant total des dommages s'est élevé à 9,7 millions de francs.

La menace que représentait le Ruhaut était connue auparavant : la carte des dangers naturels de Cressier (ill. 10) indique une zone étendue en bleu, au centre de la partie ancienne du village. La zone bleue suit d'abord le cours du Ruhaut à partir de la sortie des gorges. À env. 445 m d'altitude, elle bifurque ensuite vers le sud en direction de l'église catholique et s'élargit progressivement. La zone rouge est localisée uniquement le long de l'écoulement à découvert du Ruhaut ainsi que dans une dépression de terrain fermée par le remblai de la voie ferrée. Les dommages aux bâtiments sont survenus pour la plupart dans un secteur restreint, correctement représenté sur la carte des dangers naturels. Plusieurs dommages aux bâtiments en dehors des zones de dangers ont toutefois été également déclarés. Le même constat concerne le cour inférieur du Mortruz : la plupart des dommages aux bâtiments étaient concentrés dans la zone bleue au niveau des Prélards. Les inondations du 22 juin 2021 ont été l'occasion de vérifier l'exactitude de la carte des dangers naturels liés à l'eau et de l'affiner le cas échéant.

(Sources : Scherrer SA, 2021; ECAP, 2021)

5. Violentes chutes de grêle dans les cantons de Lucerne et de Zoug le 28 juin 2021

Le 28 juin 2021, le nord-ouest de la France connaissait une situation dépressionnaire inerte et plane, qui déplaçait vers la Suisse de l'air doux et humide en provenance du sud-ouest. Son front froid situé au-dessus de centre de la France ne progressait que très lentement. La dépression était précédée par une ligne de convergence⁴ s'étirant

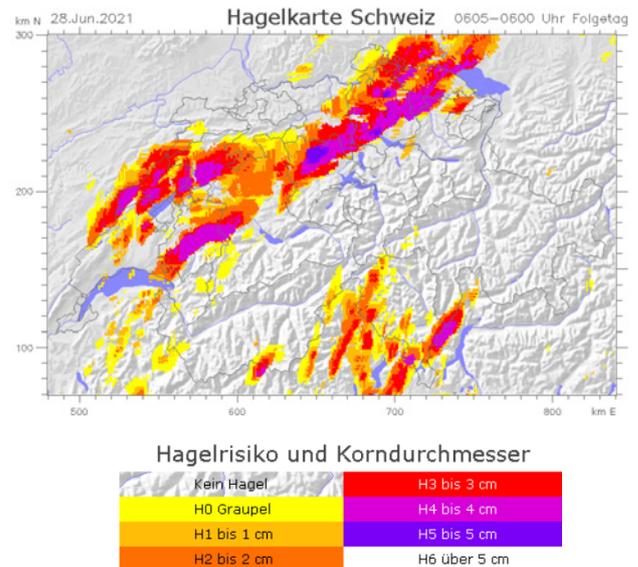


Illustration 11 : Tailles des grêlons du 28 juin 2021, données radar météo cumulées sur 24 heures (représentation : Meteora-dar GmbH ; source : MétéoSuisse).



Illustration 12 : Toit de tuiles fortement endommagé par la grêle à Wolhusen (LU) (photo : GVL).

au cours de la soirée à partir du lac de Genève en direction du lac de Constance.

Une cellule orageuse enfermée dans cette ligne de convergence a causé des chutes de grêle violentes, notamment dans les cantons de Lucerne et de Zoug (ill. 11). Accompagnée de puissantes bourrasques et de pluies intenses, cette cellule s'était formée au-dessus du mont Napf avant d'évoluer rapidement en « supercellule »⁵, suivant une trajectoire vers le nord-est au-dessus de la région de Willisau / Sursee (Rottal, LU), où elle a déversé sa charge de glace vers 18h00 sous forme de rafales de-

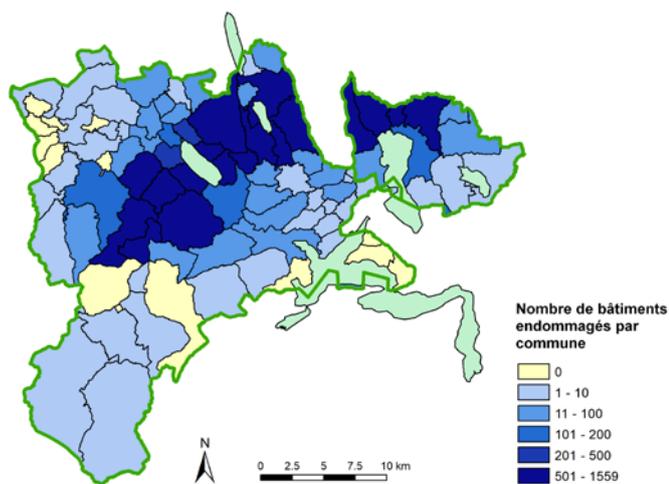


Illustration 13 : Répartition des dommages grêle par commune dans les cantons de Lucerne et de Zoug, après l'averse de grêle du 28 juin 2021. La commune de Cham (ZG) a rapporté le plus grand nombre de sinistres (1559 cas) (bases cartographiques : swisstopo).

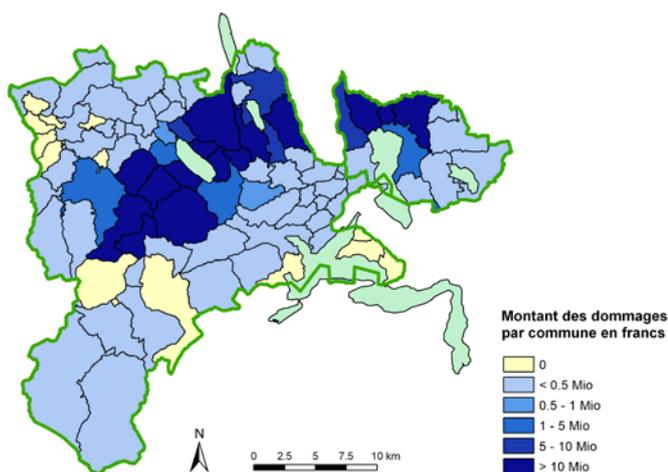


Illustration 14 : Répartition des montants des dommages grêle par commune dans les cantons de Lucerne et de Zoug, après l'averse de grêle du 28 juin 2021. Le montant des dommages le plus élevé (près de 45 millions de francs) a été recensé à Ruswil (LU) (bases cartographiques : swisstopo).

scendantes⁶. Autour de la commune de Wolhusen surtout, l'averse de grêle était très dense avec parfois de très gros grêlons, provoquant des dommages d'une ampleur exceptionnelle (ill. 12). Des grêlons de 6 cm de diamètre sont tombés sur de vastes étendues. Certains grêlons ont même atteint 9 cm par endroits, comme à Wolhusen LU. Dans le canton de Lucerne, les régions les plus gravement touchées étaient celles de Wolhusen, Ruswil, Menznau, Buttisholz, Nottwil, Eich, Schenkon, Sempach, Römerswil et Beromünster ; dans le canton de Zoug, ce sont les communes de Cham, Steinhausen et Baar qui ont le plus souffert (ill. 13, 14).

La carte grêle (ill. 11) donne l'impression que le canton de Zoug s'est trouvé en périphérie de l'événement et que l'intensité des averses y était plus faible. Les cartes des dommages (ill. 13 et 14) montrent toutefois une tout autre réalité. Cette contradiction pourrait avoir pour cause le fait que l'image radar reflète la situation à plusieurs kilomètres au-dessus du sol. Les cartes des dommages, quant à elles, représentent la situation au sol. Sous l'influence du vent, les grêlons peuvent être emportés horizontalement pendant leur chute et percuter le sol ou les bâtiments à

plusieurs kilomètres de l'endroit où ils se sont formés. On peut se demander pourquoi les cartes radar représentant les tailles des grêlons ne coïncident souvent que partiellement avec celles indiquant la répartition des dommages grêle. La question est abordée dans deux publications (Imhof, 2020 et Schröer et al. 2022).

Contrairement à d'autres événements de grêle comprenant des grêlons parfois de très grande taille, l'averse de gros grêlons qui a touché particulièrement les environs de Wolhusen était exceptionnellement dense. La taille des grêlons n'est donc pas la seule cause des multiples destructions à cet endroit : les toits de tuiles ont été véritablement dévastés, atteignant même souvent la sous-toiture, si bien que l'eau a pénétré dans le bâtiment. Ces dégâts ont contribué à augmenter grandement le montant moyen des dommages. Par ailleurs, un grand nombre de fenêtres de toit, de façades, d'installations photovoltaïques et de stores à lamelles ont été endommagés. Dans quatre communes, Ruswil, Wolhusen, Buttisholz et Menznau, les dommages grêle ont atteint le montant énorme de 40 à 45 millions de francs, pour chaque commune ! Compte tenu de la virulence de la situation, les vingt corps de sapeurs-

6. Rafales de vent descendant près de Zurich le 13 juin 2021

pompiers mobilisés ont dû principalement se limiter, avec l'aide d'artisans couvreurs, à recouvrir d'urgence les toits troués, afin de stopper l'entrée d'eau.

En parallèle de la supercellule déjà mentionnée, d'autres cellules de grêle ont traversé la Suisse (ill. 11). En dehors des cantons de Lucerne et de Zoug, de grosses averses de grêle ont touché certaines parties des cantons de Vaud, Fribourg, Neuchâtel, Jura, Berne, Soleure, Zurich et Thurgovie. Dans les cantons avec ECA, ce sont plus de 36 000 dommages grêle aux bâtiments qui ont été enregistrés, dont plus d'un tiers dans le canton de Lucerne. Les rafales de vent et les inondations ont causé environ 6 000 dommages supplémentaires aux bâtiments dans les cantons avec ECA. La part de ces dommages correspond toutefois à moins de 6 % du montant total des dommages accumulés de 640 millions de francs pour la journée du 28 juin 2021.

Par son étendue, l'averse de grêle du 28 juin 2021 représentait le deuxième plus grand événement grêle des vingt dernières années : la part du territoire national pour laquelle une probabilité de grêle de plus de 80 % avait été envisagée correspondait à 9 000 km². Cette valeur a été dépassée une seule fois, le 23 juillet 2009 (10 000 km²).

(Sources : MétéoSuisse, 2021b,e ; Baublatt, 2021)

6. Rafales de vent descendant près de Zurich le 13 juillet 2021

Dans la nuit du 12 au 13 juillet 2021, ne cessant de gonfler en intensité à mesure qu'il avançait, un complexe orageux s'est rapidement déplacé depuis le Chablais français au sud du lac Léman, en direction du nord-est, longeant le versant ouest des Préalpes bernoises jusqu'au mont Napf, avant de poursuivre son avancée au-dessus du lac de Sempach (LU) jusqu'à la région du Freiamt (AG).

À 1h40, la supercellule⁵, qui avait alors atteint son apogée, s'abattait sur la région de Zurich sous la forme de pluies intenses et violentes accompagnées de petits grêlons. Peu après, une rafale descendante⁶ massive (voir note de bas de page du chapitre précédent) s'est abattue près de Zurich-Altstetten. Vers 2h00 du matin, on a mesuré une quantité de précipitations de 31 mm en l'espace de 10 minutes à la périphérie de Waldegg, et 27 mm au nord de la ville de Zurich à Reckenholz, ainsi qu'une pointe de rafale de 107 km/h (MétéoSuisse, 2022). Des éclairs d'une extrême intensité ont également été observés. Des vidéos de l'événement montrent ainsi un enfer nocturne où une multitude d'éclairs transpercent les nuées de pluies battantes dans un bruit assourdissant. Des rues entières étaient in-

ondées et les grêlons, accumulés en tas, empêchaient l'eau de s'écouler dans les égouts. La cellule a ensuite traversé les cantons de Schaffhouse et de Thurgovie, pour rejoindre l'Allemagne.



Illustration 15 : Bâtiment d'habitation à Zurich-Altstetten dont les stores à lamelles ont été déchirés, les fenêtres brisées et les façades lourdement endommagées par des morceaux de bois arrachés du toit d'un bâtiment voisin (photo : GVZ).

Il a fallu attendre le lever du jour pour découvrir la véritable ampleur des dégâts dans l'agglomération de Zurich. Les communes d'Altstetten, Albisrieden, Höngg, Rümlang und Wallisellen ont été lourdement touchées. Partout des rues de l'agglomération zurichoise étaient jonchées de branches, des arbres étaient tombés en de nombreux endroits sur des bâtiments et sur des voitures, des toits de tuiles étaient en partie découverts, des cheminées en tôle étaient pliées, des stores déchirés et des revêtements de façades perforés ou arrachés (ill. 15). À 7h30, on pouvait encore voir jusqu'à 20 cm de couches de grêle le long des murs des maisons. D'importants dégâts ont également été constatés dans les forêts de la région, en particulier sur une bande entre Altstetten et le nord de Winterthur. Les dégâts observés permettent de supposer que les 107 km/h mesurés près de Reckenholz ont été largement dépassés dans certains endroits.

Les illustrations 16 et 17 représentent le nombre et le montant des dommages liés à la tempête, par commune dans le canton de Zurich. En tout, l'établissement cantonal d'assurance de Zurich a enregistré plus de 3000 dommages dus à la tempête pour un montant de 29 millions de francs (dont 23 millions de francs seulement dans la commune de Zurich), près de 2900 dommages grêle pour environ 12 millions de francs et 500 dommages inondations d'un montant de plus de 4 millions de francs.

7. Période du 8 au 20 juillet 2021: crue des lacs du pied du Jura

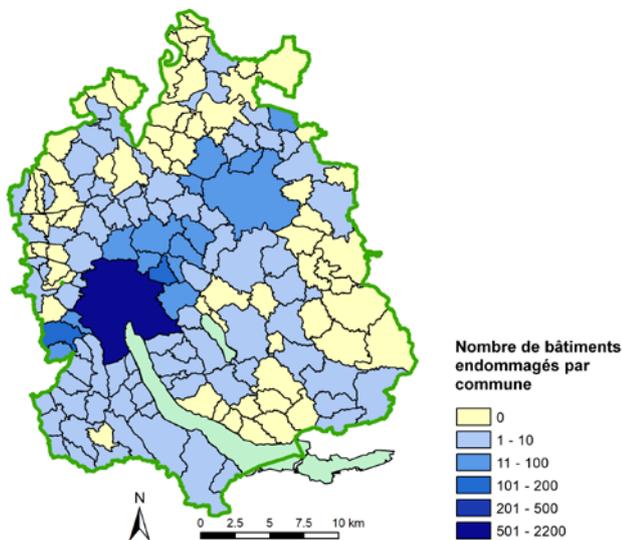


Illustration 16 : Répartition du nombre de dommages tempêtes, par commune dans le canton de Zurich, après le passage de la rafale descendante le 13 juillet 2021. La commune de Zurich a rapporté le plus grand nombre de sinistres (2200 cas) (bases cartographiques : swisstopo).

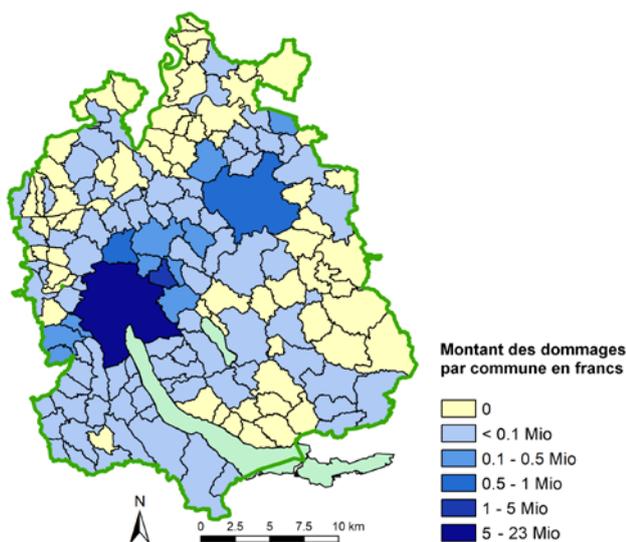


Illustration 17 : Répartition des montants des dommages tempêtes, par commune dans le canton de Zurich, après le passage de la rafale descendante le 13 juillet 2021. Avec 23 millions de francs, c'est la commune de Zurich qui enregistre, de loin, le plus haut montant de dommages (bases cartographiques : swisstopo).

Affichant les valeurs les plus élevées, la commune de Zurich ressort nettement sur les deux cartes. Cette constatation s'accorde avec le fait que c'est dans cette partie du canton qu'ont été mesurées les rafales les plus violentes. Il ne faut toutefois pas oublier que Zurich est la plus grosse commune du canton, au vu de sa superficie et de son portefeuille de bâtiments. À ce titre, elle présente un potentiel de dommages beaucoup plus élevé que toute autre commune. On constate le même phénomène pour Winterthur, la deuxième ville du canton, notamment sur l'illustration 17. Afin de pouvoir déterminer où l'intensité des dommages a été la plus forte (montant des dommages par rapport à la surface), il faudrait calculer les chiffres des dommages par km² de la commune. Nous renoncions toutefois à cette analyse, car nous connaissons le lieu principal des dommages et nous évitons ainsi d'alourdir la présente publication.

7. Période du 8 au 20 juillet 2021 : crue des lacs du pied du Jura et régulation de l'Aar

La dépression d'altitude mentionnée dans le chapitre 1 a joué un rôle déterminant dans l'évolution critique de la crue des trois lacs du pied du Jura – lacs de Neuchâtel, de Biemme et de Morat. Cette dépression a déversé d'énormes quantités d'eau sur de vastes étendues de Suisse (voir. ill. 18). Ainsi, pendant le principal événement qui s'est déroulé du 12 au 16 juillet 2021 sur de vastes territoires de Suisse, tout comme dans le bassin versant de l'Aar, la quantité des précipitations a dépassé les 100 mm. Le système hydrologique déjà fortement rempli avant l'événement et le rôle de la fonte des neiges ont été mentionnés au chapitre 2.

Les masses d'eau supplémentaires ont finalement provoqué une hausse inhabituelle du niveau de nombreux lacs. Dans le bassin versant de l'Aar, des niveaux records pour le mois de juillet ont été mesurés, tant pour le lac de Brienz que pour le lac de Thoune. Bien que le niveau d'eau du dernier ait été abaissé par mesure de précaution début juillet, le niveau est ensuite remonté fortement à cause des violentes précipitations. En conséquence de cette hausse du niveau du lac, le débit de l'Aar près de Thoune (BE) a augmenté jusqu'à atteindre un débit d'un événement centennal à tricentennal (ill. 19). Malgré cette situation à risque, aucun dommage majeur n'a été recensé dans la ville de Berne.

En raison de la grande quantité d'eau apportée notamment par l'Aar, le niveau du lac de Biemme a également fortement monté par la suite. Afin de respecter la condition de Murgenthal – débit maximal de l'Aar de 850 m³/s à

Murgenthal (AG) – le débit a dû être limité au barrage de régulation de Port. En conséquence, le 16 juillet, le lac de Biemme a atteint un nouveau niveau record depuis la deuxième correction des eaux du Jura (1962 - 1973).

À cause du raccordement hydraulique par le biais du canal de la Broye et du canal de la Thielle entre les lacs de Biemme, Neuchâtel et Morat, ces deux derniers lacs ont aussi atteint un niveau record, provoquant sur les berges des dommages dus aux crues des trois lacs. Dès lors, les cantons concernés (Berne, Vaud, Fribourg, Neuchâtel, Soleure et Argovie) se sont mis d'accord sur un dépassement du débit normalement limité à 650 m³/s par le règlement de régulation. Le débit à Port (BE) devait ainsi passer temporairement à 750 m³/s afin de pouvoir faire redescendre le plus rapidement possible le niveau des trois lacs.

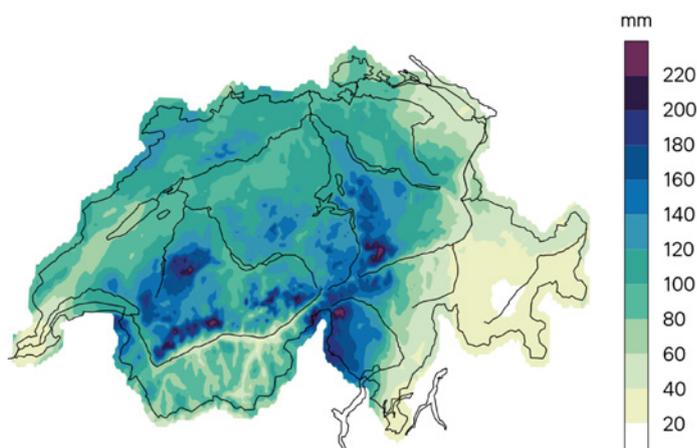


Illustration 18 : Répartition géographique des quantités de pluies en mm, à partir du 12 juillet 2021 à 7h00 jusqu'au 17 juillet 2021 à 7h00 (source : OFEV, 2022c).



- Débit inférieur à la crue survenant tous les 2 ans
- Crue survenant tous les 2 à 10 ans
- Crue survenant tous les 10 à 30 ans
- Crue survenant tous les 30 à 100 ans
- Débit supérieur à la crue survenant tous les 100 ans

Illustration 19 : Carte des crues des cours d'eau entre le 8 et le 22 juillet 2021 ; à comparer avec la carte de la quantité de pluies (ill. 18 ; source : OFEV, 2022c).



Illustration 20: Le barrage de régulation de Port (BE) sur le canal de Nidau-Büren, avec ses cinq vannes. Photo prise le 7 juillet 2023 en période d'étiage (196 m³/s) ; vue vers l'amont (photo : UIR).

Pourquoi n'était-il pas possible de respecter la condition de Murgenthal ?

Le barrage de régulation de Port, à l'extrémité inférieure du lac de Biemme, a été construit entre 1936 et 1939. Avec ses cinq vannes, il régule non seulement le niveau des trois lacs du pied du Jura mais également le débit de l'Aar (ill. 20). Il sert également d'écluse, de raccordement routier au-dessus de l'Aar et de barrage hydroélectrique.

Depuis la deuxième correction des eaux du Jura, les trois lacs constituent une unité hydraulique, car ils sont reliés par le canal de la Thielle et le canal de la Broye. En fonction du niveau de chaque lac, l'eau s'écoule dans un sens ou dans l'autre par les canaux. Grâce au barrage de régulation de Port, les trois lacs peuvent être utilisés comme bassins de rétention en cas de crue. Le débit de l'Aar est

ainsi limité en aval de Port. Inversement, l'eau des lacs peut servir à relever le niveau de l'Aar en période d'étiage.

L'expérience acquise au fil des ans a conduit à l'élaboration du règlement de régulation 1980/82. Ce règlement définit pour chaque jour de l'année la relation entre le niveau du lac et le débit. Il comprend des instructions sur le comportement à adopter en cas de crue.

La limite de capacité du débit de l'Aar est un élément essentiel à prendre en compte. Les cinq cantons engagés (Berne, Fribourg, Neuchâtel, Vaud et Soleure) ont convenu, en accord avec le canton d'Argovie situé en aval, que le débit ne doit pas dépasser 850 m³/s au poste de mesure de Murgenthal (condition dite de Murgenthal). Il convient notamment de surveiller attentivement l'Emme : cette rivière débouche dans l'Aar en aval du barrage de régulation.



Illustration 21 : En haut, la Singine (BE / FR) lors de la crue du 13 juillet 2021, env. 1 heure avant d'atteindre son débit record de l'année 2021 ; en bas avec un débit normal le 27 avril 2023. La Singine est l'un des affluents non régulables de l'Aar et, par conséquent, également des lacs du pied du Jura (photos : UIR).

on de Port mais en amont du poste de mesure de Murgenthal. Si l'Emme est en crue, il faut réduire le débit au niveau du barrage de régulation de Port afin de maintenir suffisamment de capacité pour les eaux de l'Emme et ain-

si garantir que la condition de Murgenthal pourra être respectée. En plus de l'Emme, les rivières Ösch, Önz et Murg se jettent aussi dans l'Aar sur le même tronçon, mais leur débit est largement négligeable par rapport à l'Emme.

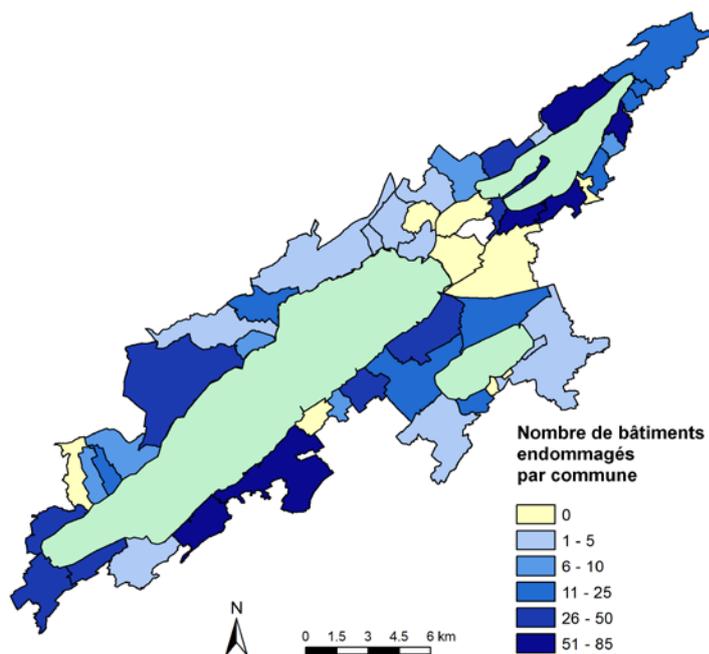


Illustration 22 : Répartition du nombre de dommages inondations survenus entre le 12 et le 20 juillet 2021, par commune riveraine d'un lac dans les cantons de Berne, Fribourg, Neuchâtel et Vaud. La plupart des sinistres ont été déclarés dans la commune d'Estavayer (FR) (85 cas) (bases cartographiques : swisstopo).

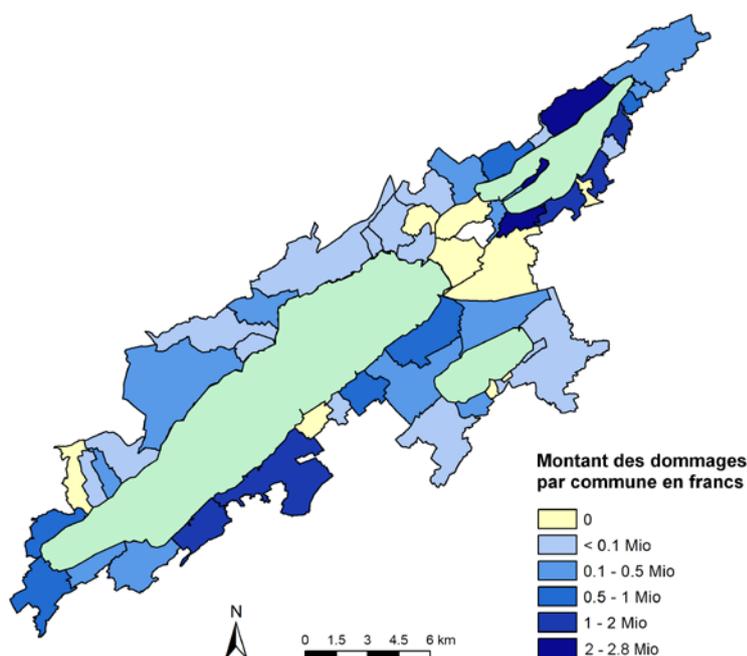


Illustration 23 : Répartition du montant des dommages inondations survenus entre le 12 et le 20 juillet 2021, par commune riveraine d'un lac dans les cantons de Berne, Fribourg, Neuchâtel et Vaud. Avec 2,8 millions de francs, c'est la commune de Fenis (BE) qui enregistre, de loin, le plus haut montant de dommages (bases cartographiques : swisstopo).

Le système de régulation ayant atteint ses limites lors des crues survenues en août 2005 et en août 2007, des travaux d'adaptations s'avéraient indispensables : le 9 août 2007, un débit record de 1262 m³/s a été mesuré à Murgenthal. Des reconstitutions ont révélé que les cours d'eau non régulables débouchant dans l'Aar entre le barrage de régulation et le poste de mesure de Murgenthal (notamment l'Emme) avaient contribué à eux seuls à atteindre la valeur limite de 850 m³/s. Le barrage de Port aurait donc dû en principe être complètement fermé. Depuis 2008, on procède à des régulations de prévention sur la base de **prévisions** (« régulations sur prévisions »), c'est-à-dire en s'appuyant sur des prévisions de débit pour l'Aar et l'Emme et non plus uniquement sur des valeurs mesurées.

La capacité de réaction relativement lente du système des lacs du pied du Jura est ainsi prise en considération : lorsque de l'eau passe du lac de Biemme au lac de Neuchâtel, il faut attendre assez longtemps avant que cette eau revienne dans le lac de Biemme et s'évacue à Nidau (BE) par l'Aar. Il est donc essentiel de bien planifier. À l'aide de la régulation sur prévisions, on peut gagner davantage de temps et ajuster efficacement les systèmes de régulation. Les écluses à Interlaken et Thoun sont également intégrées dans la régulation. Il s'agit ici de tenir compte des quantités d'eau qui se déverseront, probablement en aval des barrages de régulation, dans le lac de Thoun ou dans l'Aar depuis des affluents seulement partiellement régulables (surtout les rivières Kander / Simme, Zug, Gürbe, Sarine / Singine) (ill. 21).

En juillet 2021, le système a une fois encore atteint ses limites et, après concertation entre les cinq cantons, il s'est avéré nécessaire d'enfreindre exceptionnellement la condition de Murgenthal de manière ciblée (15 juillet 2021 : 1021 m³/s). Cette opération avait pour but de limiter le plus possible le montant des dommages dans tous les cantons concernés, soit également dans les cantons situés en aval des lacs du pied du Jura.

Ci-après sont présentés les résultats d'une analyse des dommages causés aux bâtiments par les inondations survenues entre le 12 et le 20 juillet dans l'ensemble des communes riveraines de l'un des trois lacs et/ou des deux canaux qui relient les lacs entre eux :

Neuchâtel (lac de Neuchâtel et lac de Biemme) : près de 100 sinistres / montant total des dommages plus de 0,9 million de francs

Fribourg (lac de Neuchâtel et lac de Biemme) : environ 240 sinistres / montant total des dommages env. 3,4 millions de francs

Vaud (lac de Neuchâtel et lac de Biemme) : près de 220 sinistres / montant total des dommages près de 3,7 millions de francs

Berne (lac de Biemme) : presque 440 sinistres / montant total des dommages 12,7 millions de francs

Il faut cependant souligner que, sur la base des données relatives aux dommages dont dispose l'UIR, il n'est pas possible de déterminer si les dommages que chaque commune a subis en raison des inondations ont été causés par l'eau du lac, par un cours d'eau ou par le ruissellement de surface. Par conséquent, les chiffres doivent être considérés avec une certaine réserve. Ils sont probablement trop élevés pour des dommages aux bâtiments attribués à la crue d'un lac. Les illustrations 22 et 23 présentent la répartition géographique des dommages⁷.

Nous avons vu sur les cartes des dommages tempêtes (ill. 16, 17) que la taille des communes avait une véritable incidence – à savoir les communes comptant un grand nombre de bâtiments présentent un potentiel de dommages plus élevé et ont ainsi tendance à enregistrer davantage de dommages, respectivement un montant de dommages plus élevé. Cette spécificité ne s'applique pas aux inonda-

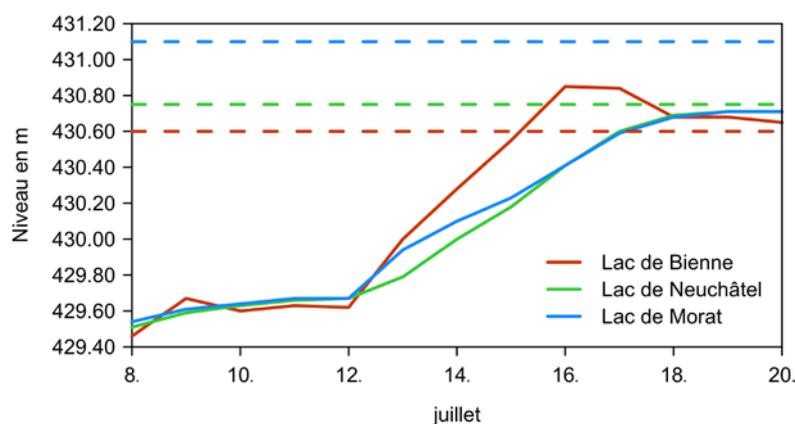


Illustration 24 : Moyennes journalières des niveaux des lacs de Biemme, de Neuchâtel et de Morat entre le 8 et le 20 juillet 2021. En pointillés, le seuil du degré de danger 5 pour chaque lac (source des données : OFEV).

8. L'assurance dommages éléments naturels en Suisse



Illustration 25 : Plage de Cudrefin (VD) inondée par le lac de Neuchâtel le 23 juillet 2021 (source : <https://ueberschwemmungs-gedaechtnis.hochwasserrisiko.ch> ; photo : anonyme).

tions dues à la crue d'un lac. En effet, dans ce cas, c'est moins la taille de la commune que la concentration des valeurs le long de la rive du lac qui est déterminante. Le phénomène est certes reconnaissable sur les illustrations 22 et 23, mais il ne s'agit pas d'une généralité. Ainsi, sur une longueur de rive comparable, Twann-Tüscherz (BE) saisit un montant des dommages élevé, tandis que Neuchâtel (NE) affiche un montant relativement faible.

On remarque en effet que les bâtiments autour du lac de Biemme ont subi des dommages plus nombreux et plus importants que les bâtiments situés en bordure du lac de Neuchâtel et surtout du lac de Morat. C'est ce que montrent également les montants des dommages indiqués plus haut. Cette différence est due au fait que l'Aar, qui était en juillet 2021 l'affluent de lac au plus fort débit, se jette directement dans le lac de Biemme. Par ailleurs, la régulation au barrage de Port influence elle aussi directement le niveau du lac de Biemme. Quant au lac de Neuchâtel relié au lac de Biemme via le canal de la Thielle, et quant au lac de Morat relié au lac de Biemme par le canal de la Broye, par le lac de Neuchâtel et par le canal de la Thielle, leur niveau n'est influencé par le niveau du lac de Biemme que de manière atténuée et retardée. C'est ce que montre distinctement l'illustration 24 : tandis que le niveau du lac de Biemme (moyenne journalière) est monté de manière relativement prononcée le 12 juillet, les deux autres lacs ont réagi beaucoup plus lentement.

Le net « dépassement » du niveau du lac de Biemme autour du 16 juillet a eu un impact déterminant en termes de dommages : le niveau maximum atteint par le lac de Biemme était 14 cm plus haut que celui des deux autres lacs, ce qui explique le fait que les dommages survenus le long du lac de Biemme étaient plus importants en comparaison avec ceux des deux autres lacs. De plus, le degré de danger 5

est défini en amont dès 430,60 m pour le lac de Biemme ; pour le lac de Neuchâtel ce degré est atteint à partir de 430,75 m et pour le lac de Morat seulement à partir de 431,10 m. En d'autres termes : tandis que le lac de Biemme avait atteint le degré (maximum) de danger 5, le lac de Neuchâtel était encore légèrement en dessous et le lac de Morat n'avait même pas atteint le degré 4. Comme les degrés de danger sont définis en fonction des répercussions d'un certain niveau des eaux, cela signifie qu'un niveau correspondant à un degré de danger 5 causera davantage de dommages et des dommages plus importants qu'un niveau correspondant à un degré de danger 3.

Toutefois, une grande part des dommages aux bâtiments autour des trois lacs n'a pas été causée par le niveau élevé des eaux, mais par l'eau qui était remontée dans les pièces en sous-sol des bâtiments en raison de la forte pression exercée par les eaux souterraines. Les dommages liés à une telle cause ne sont pas pris en charge par les ECA mais ils sont indemnisés par une assurance privée (il s'agit de « dégâts des eaux »). Les chiffres cités plus haut concernant les ECA ne reflètent ainsi qu'une partie de la situation réelle⁸.

(Sources : OED 2021, 2013a,b, Bieler Tagblatt, 2021, Bezzola & Ruf, 2009)

8. L'assurance dommages éléments naturels en Suisse

Assurance directe dans le domaine des dommages dus aux éléments naturels

Dans toute la Suisse, il est possible de souscrire une ass-

urance pour les dommages causés par les éléments naturels aux biens mobiliers et aux bâtiments. L'assurance éléments naturels est obligatoirement liée à l'assurance incendie.

La Suisse connaît un système d'assurance dual :

a) L'assurance est obligatoire dans 19 des 26 cantons, c'est-à-dire que les propriétaires sont tenus de souscrire une couverture d'assurance pour leur bâtiment auprès de l'établissement cantonal d'assurance incendie (ECA) (situation de monopole). 82 % des valeurs d'assurance immobilière de Suisse relèvent de ce système des ECA. Dans trois cantons, les biens mobiliers doivent également être assurés par l'établissement cantonal d'assurance.

b) Dans les sept autres cantons, qui représentent le solde d'environ 18 % des valeurs d'assurance immobilière, les bâtiments sont assurés par des compagnies privées, l'assurance étant le plus souvent obligatoire. Par ailleurs, des assureurs privés assurent les biens mobiliers dans 24 cantons.

La couverture offerte par les établissements cantonaux d'assurance et la couverture des assureurs privés sont très similaires dans l'ensemble, aussi bien en ce qui concerne les événements assurés que les conditions d'assurance. L'assurance de la valeur à neuf respectivement de la valeur de reconstruction s'applique, pour les assureurs privés comme pour les ECA.

a) Établissements cantonaux d'assurance (ECA)

Assurance

Les établissements cantonaux d'assurance sont des institutions indépendantes de droit public. Les ECA sont régis au niveau cantonal et la législation diffère d'un canton à l'autre. Les ECA sont des entreprises à but non lucratif, ce qui signifie qu'ils ne visent pas la réalisation de bénéfices. Étant donné qu'aucun dividende ne doit être versé et qu'il n'y a pas de frais de prospection ni de publicité, les primes sont notablement plus basses que celles des assureurs privés. Les frais administratifs des ECA sont également moindres. Si des bénéfices sont générés, ceux-ci sont redistribués à moyen terme aux propriétaires de bâtiments.

Tous les propriétaires de bâtiments sont tenus de s'assurer auprès de l'établissement cantonal d'assurance de leur canton. Les bâtiments appartenant à la Confédération constituent l'unique exception. Inversement, les ECA ont l'obligation d'accepter d'assurer tous les bâtiments construits sur le territoire de leur canton, et ceci indépendamment du risque auquel est exposé le bâtiment. Cette obligation représente un moyen efficace pour empêcher une

sélection des risques. Il n'y a pas de « bataille pour assurer les bons risques » et la solidarité entre propriétaires est maximale. Ce système a pour autre effet la création du plus grand regroupement de risques possible, ce qui permet de maintenir les primes à un niveau abordable pour tous les assurés. Les dommages éléments naturels assurés sont ceux causés par les tempêtes, la grêle, les crues et les inondations, les glissements de terrain et les éboulements, le poids de la neige et les avalanches, mais pas les dommages causés par les tremblements de terre.

Outre les bâtiments, les ECA des cantons de Nidwald, Vaud et Glaris assurent aussi les biens mobiliers. La couverture d'assurance, soit la promesse de prestation de la part des ECA, est illimitée dans le cadre de la prise en charge des dommages.

Les établissements cantonaux d'assurance ne se considèrent pas comme de simples compagnies d'assurances : sous la devise « triple protection », ils s'engagent aussi intensément dans la prévention des dommages et dans la lutte contre les dommages (intervention).

Prévention

Grâce à la situation de monopole, les ECA (et leurs assurés) tirent directement profit des projets de prévention engagés par les ECA. Les mesures préventives pour la protection de biens sont généralement meilleur marché que l'indemnisation des dommages, raison pour laquelle les ECA ont un intérêt fondamental à la réalisation de mesures de prévention efficaces. Cette approche leur permet de tirer le meilleur parti des moyens mobilisés pour la prévention et le paiement des dommages, tout en contrôlant les risques.

Les mesures de prévention dans le domaine des éléments naturels sont nombreuses. On peut citer les recommandations adressées aux propriétaires de bâtiments pour adopter les bons gestes, les directives relatives à la protection des ouvrages (recommandations concernant le choix des matériaux et le mode de construction), le système d'alarme météo gratuit par SMS et par Internet, les subventions accordées pour la mise en place de mesures de protection des ouvrages, la participation active à l'aménagement du territoire (établissement et mise en œuvre de cartes de dangers), parfois le droit de regard sur les demandes de permis de construire. Les efforts déployés par les ECA pour la mise en œuvre des mesures de prévention reposent sur des bases légales.

Intervention

Les ECA apportent leur soutien aux services de défense en participant de manière significative au financement de la formation, de la rémunération, de la coordination et des moyens d'intervention. Cette contribution permet de ga-

rantir que ces services peuvent accomplir efficacement leurs missions de sauvetage et de réduction des dommages.

Grâce à l'activité souveraine des ECA, notamment dans le domaine de la prévention, et à leur orientation solidaire, le monopole dont ils bénéficient ne s'oppose pas à la liberté de prestations de services et au droit de la concurrence (et à l'interdiction de fait des monopoles) que connaît l'Union Européenne. Aujourd'hui, les ECA se considèrent moins comme des compagnies d'assurances que comme des entreprises de service public ayant la mission de sauvegarder les bases existentielles en protégeant sur l'ensemble du territoire les valeurs que possèdent les propriétaires immobiliers.

b) Assureurs privés

Assurance

À l'exception des cantons de Glaris, Nidwald et Vaud, les biens mobiliers sont assurés dans tous les cantons par des compagnies d'assurances privées ; ces dernières assurent par ailleurs aussi les bâtiments dans sept cantons. L'assurance est obligatoire dans les cantons de Schwytz, d'Uri et d'Obwald ; elle est par contre facultative dans les cantons d'Appenzell Rhodes-Intérieures, de Genève, du Valais et du Tessin.

La loi sur la surveillance des assurances (LSA) exige des assureurs privés qu'ils couvrent les dommages dus aux éléments naturels en plus des dommages incendie. Les risques couverts sont les mêmes que pour les ECA, c'est-à-dire les tempêtes, la grêle, les crues et les inondations, les glissements de terrain et les éboulements, le poids de la neige et les avalanches. L'étendue de la couverture des prestataires d'assurances privés est également uniformisée par la loi afin d'accroître la solidarité entre les assurés.

Contrairement à ce que connaissent les ECA, la couverture d'assurance offerte par les assureurs privés est limitée aussi bien par assuré que par événement. Ces réglementations sont définies dans l'ordonnance sur la surveillance (OS) relative à la loi sur la surveillance des assurances.

Prévention

Les activités de prévention ne profitent pas forcément à l'assureur qui les développe. Dans un contexte de concurrence, cet état de fait limite la motivation des assureurs privés pour la prévention. Malgré tout, les sociétés d'assurance, notamment les plus grandes, sont actives dans le domaine de la prévention. Leurs activités vont des campagnes de sensibilisation aux alertes par SMS et sur Internet en cas d'intempéries, en passant par le versement de contributions pour la mise en place de mesures

de protection contre les crues et le subventionnement d'une chaire dans le domaine des dangers naturels et du changement climatique.

Chez les assureurs privés, les mesures de prévention ont notamment aussi pour but d'attirer l'attention sur la compagnie en question, afin de lui permettre de se démarquer positivement de la concurrence. Elles jouent donc un rôle publicitaire important. Contrairement aux ECA, il existe toujours le risque pour les assureurs privés de voir les assurés changer de prestataires s'ils ont besoin un jour de soutien pour la mise en place de mesures de prévention.

Structures de réassurance

a) Établissements cantonaux d'assurance (ECA)

Sur les 19 établissements cantonaux d'assurance de Suisse, 18 établissements sont regroupés au sein de l'Union intercantonale de réassurance (UIR). Cette organisation d'entraide leur permet de répondre à leurs besoins en termes de réassurance, dans les domaines des dommages incendie et des dommages éléments naturels. Les risques sont dès lors regroupés et l'UIR en assume elle-même une partie, à l'aide des primes de réassurance des ECA. Le montant des primes et l'étendue de la couverture de réassurance sont négociés individuellement entre chaque ECA et l'UIR. L'UIR place une partie des risques assumés sur le marché national et international de la réassurance. Ainsi réunis par le biais de l'UIR, les ECA ont plus de poids face aux réassureurs que s'ils agissaient individuellement.

Pour les dommages éléments naturels, des couvertures de dommages annuels sont conclues. Les contrats en question sont élaborés de manière détaillée, en fonction des besoins spécifiques de chaque ECA. Tous les dommages survenant pendant une année sont additionnés et réassurés ensemble. Cette manière de faire s'applique aussi pour le programme de réassurance de l'UIR.

La Communauté intercantonale de risques éléments naturels (CIREN) offre une couverture des événements naturels majeurs survenant sur le territoire de 18 établissements cantonaux d'assurance. Il s'agit d'un pool de dommages auquel participent 18 ECA ainsi que l'UIR. Les dommages auxquels est confronté un ECA sont répartis entre tous les membres de la CIREN au moyen d'une clé de répartition. Le risque est ainsi réparti de manière solidaire sur un grand nombre d'assureurs. Les différents ECA ont constitué des provisions liées pour faire face à de tels engagements. Chaque ECA assume lui-même les dommages dus aux éléments naturels jusqu'à une limite des grands dommages fixée individuellement. Si la limite des grands dommages d'un ECA est dépassée, l'UIR et

9. Traitement des dommages : exemples pour la gestion des événements majeurs

tous les autres ECA prennent en charge le montant excédentaire, conformément à leur engagement conditionnel prévu.

En résumé, le système d'assurance des ECA et de l'UIR peut être subdivisé en trois niveaux, simplifiés comme suit

- Les dommages moyens sont supportés directement par l'ECA.
- En cas de grands dommages, l'UIR intervient et prend en charge une partie importante des dommages, avec participation de l'ECA concerné. Pour ce faire, l'UIR peut recourir elle-même à un réassureur (cession sur le marché de la réassurance international).
- En cas de dommages extraordinairement élevés qui dépassent un certain seuil (limite des grands dommages), la CIREN intervient. La capacité de la CIREN s'élève à 1,2 milliard de francs en 2023.

b) Assureurs privés

12 assureurs privés, qui couvrent ensemble plus de 90 % du marché, se sont regroupés au sein du pool suisse pour les dommages éléments naturels. Ainsi, en cas d'événement, 80 % des coûts des dommages ne sont pas payés seulement par la compagnie d'assurances concernée, mais en commun avec le pool. Le solde de 20 % est la franchise payée par la compagnie concernée. Attendu que toutes les compagnies d'assurances membres du pool doivent participer à tous les dommages, les risques sont mieux répartis. De plus, chaque assureur considéré séparément doit alors faire face à un risque nettement moindre.

Les compagnies d'assurances privées membres du pool suisse pour les dommages éléments naturels organisent leur réassurance en commun. Ainsi, les assureurs privés participants sont unis sur le marché de la réassurance et peuvent exercer davantage de poids.

9. Traitement des dommages : exemples pour la gestion des événements majeurs

Les années où se produisent des événements éléments naturels de grande ampleur, les ECA doivent faire face à des défis particulièrement exigeants. En effet, le nombre de collaborateurs d'un ECA est défini pour pouvoir traiter un « nombre moyen de sinistres ». Lorsqu'un événement majeur cause des milliers de sinistres, l'ECA concerné est confronté à un véritable problème de ressources hu-

maines : il ne peut pas simplement « sortir de son cha-peau » le personnel supplémentaire nécessaire. Suite aux intempéries de l'été 2021, plusieurs ECA en même temps ont dû faire face à ce problème.

Dans les cantons de Fribourg, Lucerne et Neuchâtel, le nombre de dommages de l'année 2021 a été 4 à 7 fois plus élevé que la valeur moyenne des vingt dernières années. Dans le canton de Zoug, le nombre de dommages correspondait même à 14 fois la moyenne de la période 2001 à 2020.

Comment les ECA peuvent-ils alors, malgré tout, répondre aux besoins de leurs clients correctement et dans des délais raisonnables ?

- **Faire appel à des estimateurs de dommages d'autres ECA qui ont été moins touchés par l'événement.** Cette solution suppose des processus de travail structurés de manière largement similaire entre les ECA concernés, afin d'éviter autant que possible de prendre du retard en raison du « réapprentissage » nécessaire. Dans ce but, certains ECA organisent des conférences intercantionales destinées aux estimateurs. C'est le cas par exemple des ECA de Suisse orientale.
- **Faire appel à des estimateurs de dommages retraités, anciens collaborateurs de l'ECA concerné.** Cette solution offre l'avantage que les personnes en question connaissent parfaitement les processus de travail de leur ancien employeur. Toutefois, le nombre de personnes pouvant être ainsi rappelées risque d'être assez limité.
- **Augmentation des taux d'activité, augmentation des heures de travail quotidiennes, travail le week-end.** Les deux dernières possibilités surtout sont envisageables au plus pour une durée de quelques semaines à quelques mois.
- **Augmentation de l'effectif en faisant appel à du personnel temporaire.** Cette solution convient notamment pour les travaux ne nécessitant pas de connaissances spécifiques dans le domaine des assurances du bâtiment.
- **Tri / Classement des cas par ordre de priorité.** Les cas urgents, p. ex. présence de fuites dans la toiture, sont traités en priorité, car une telle situation peut donner lieu à des dommages subséquents. Les cas moins urgents, p. ex. dommages purement esthétiques dus aux impacts de grêle sur des stores, des revêtements en tôle ou des façades, sont placés en attente.

10. L'efficacité de la prévention des dommages éléments naturels

- Des informations complémentaires sont demandées par écrit aux sinistrés ayant subi des dommages mineurs et le montant de l'offre pour la remise en état est calculé par des experts sur la base d'une analyse de plausibilité, afin de pouvoir **régler le plus grand nombre possible de sinistres sans évaluation sur place**. Cette manière de procéder permet d'alléger la charge liée aux tâches administratives et de logistique.
- Faire appel à des **expertises externes** pour estimer le montant des offres de remise en état dans les cas particulièrement compliqués.
- **Verser des acomptes** pour les dommages de grande ampleur. Cela permet de réduire le temps d'attente pour le sinistré avant la remise en état et avant la reprise de la production le cas échéant.
- Au lieu d'exiger de la part des sinistrés qu'ils soumettent en un seul envoi les **offres** complètes de remise en état pour l'ensemble des dommages, les offres peuvent être **traitées au fur et à mesure**, afin d'accélérer le traitement des sinistres.
- **Entretenir des contacts étroits avec les autorités communales** afin que les sinistrés reçoivent par la voie la plus directe possible les informations importantes sur la couverture d'assurance, sur les mesures particulières à mettre en œuvre et sur les démarches à entreprendre.
- **Tirer profit des expériences** issues de **cas antérieurs similaires**, p. ex. en utilisant des outils géomatiques qui se sont avérés efficaces pour cartographier les dommages de manière rationnelle ou en partageant le travail entre les experts après avoir divisé la zone centrale des dommages en différents secteurs pour les estimations. Ainsi, les sinistrés s'adressent toujours au même interlocuteur ou à la même interlocutrice.
- **Simplifier** les règles de signature en cas de **besoin de mesures immédiates**. Cet allègement des formalités permet de déclencher le plus rapidement possible le début des travaux nécessaires.

Les personnes sinistrées font face à un autre problème sur lequel les ECA n'ont aucune influence directe : après un événement majeur, la main-d'œuvre (p. ex. : les couvreurs) ainsi que les matériaux (p. ex. : les tuiles) nécessaires aux travaux de remise en état sont rapidement sollicités et se font rares dans les régions touchées, ce qui peut entraîner une hausse des coûts (loi de l'offre et de la demande).

10. L'efficacité de la prévention des dommages éléments naturels

Les dernières grandes inondations qui ont eu lieu en Suisse remontent aux années 1999, 2005 et 2007. Depuis, de nombreuses mesures de protection ont été mises en œuvre dans le but d'empêcher des dommages comparables à ceux survenus lors des trois années mentionnées. Mais au vu des dommages conséquents qui ont à nouveau été enregistrés au cours de l'été 2021, une question évidente se pose : Quel bénéfice les mesures ont-elles apporté concrètement ? Pourquoi les inondations ont-elles quand même à nouveau provoqué des dommages très importants ?

Il ne sert à rien de comparer les chiffres, car il n'en ressort aucune explication pertinente. Les événements majeurs liés aux éléments naturels présentent chacun leurs propres caractéristiques. L'intensité, la répartition et l'évolution des précipitations lors des quatre événements évoqués présentent des différences distinctes: de longs épisodes de pluie combinés à une fonte des neiges intense sur le versant nord des Alpes en 1999, plusieurs jours de suite de précipitations d'une intensité exceptionnelle sur le Plateau et dans le Jura oriental en 2007, respectivement de manière prédominante dans le nord des (Pré-)Alpes en 2005 et enfin une série interminable de pluies orageuses dans de vastes parties de la Suisse en été 2021. Il est certain que les divers événements météorologiques se distinguent aussi par la part du ruissellement des eaux de surface dans les dommages liés aux inondations. Mais il est presque impossible d'émettre une quelconque hypothèse à ce sujet car les causes des dommages ne sont pas suffisamment différenciées dans les données des ECA (voir chap. 3). Dans leur ouvrage, les auteurs Liechti et al. (2022) estiment la part du ruissellement de surface dans le montant des dommages inondations à environ 50 % en 2021.

C'est la raison pour laquelle il est difficile de comparer les différents événements entre eux. Entre 2007 et 2021, de nombreux projets de protection contre les crues ont vu le jour dans tout le pays. En parallèle, les ECA ont redoublé d'efforts dans le domaine de la protection des ouvrages et offrent désormais à leurs clients un financement partiel des mesures dont la rentabilité est prouvée.

À ce stade, il ne nous est pas possible de procéder de manière autonome à des investigations approfondies pour déterminer l'efficacité des mesures de protection contre les crues et des mesures de protection des ouvrages. Dès lors, nous nous limiterons à une synthèse des connaissances détenues par les ECA et les cantons et à une compilation des résultats d'une étude de la Fondation de prévention (Moser et al., 2023).

Canton de Berne :

L'établissement cantonal d'assurance de Berne (AIB) a laissé entendre que le montant des dommages de 110 millions de francs pour le canton était finalement inférieur aux chiffres escomptés. Ce résultat réjouissant est le fruit des mesures de protection contre les crues mises en œuvre après les événements de 2005 et 2007 ainsi que « des efforts déployés conjointement par la police, la protection civile et les sapeurs-pompiers, auxquels est venue s'ajouter la solidarité au sein de la population ». (*Bieler Tagblatt, 2021*)

Selon une estimation, les nombreuses mesures constructives et organisationnelles ont permis d'éviter des dommages dont le montant se serait élevé à près de 35 millions de francs. (*AIB, 2021*)

Canton de Lucerne :

Le canton de Lucerne est d'avis que s'il n'a pas connu de grands dommages, c'est grâce à l'efficacité des mesures de protection contre les crues. La région du Wiggertal en particulier a été touchée par les orages violents à partir de début juin et jusqu'au mois de juillet 2021.

Le lac des Quatre-Cantons, la Reuss et la Petite Emme auraient atteint des niveaux parfois élevés, voire très élevés. S'il est vrai que la crue rappelle fortement celle de 2005, elle ne peut toutefois pas être comparée à cet événement centennal en raison des débits de la Petite Emme et de la Reuss. Un premier bilan provisoire des événements de l'année 2021 montre que les mesures de protection contre les crues qui ont été mises en œuvre depuis 2005 ont fait leurs preuves et qu'elles ont tenu le canton à l'abri de grands dommages.

Les cartes des dangers indiquent en revanche également que le risque de crues dans le canton reste élevé et que de nombreux projets de protection s'avèrent encore indispensables. Conformément au programme de mesures prévu de 2020 à 2024 dans le but d'améliorer la protection contre les dangers naturels au cours des prochaines années, le canton devrait investir en moyenne 50 millions de francs par année dans la protection contre les crues.

La protection contre les crues repose encore sur d'autres mesures : ces dernières années, les communes ont par exemple créé des cartes des dangers pour leurs zones d'habitation. En outre, il existe depuis 2005 un plan d'urgence cantonal des sapeurs-pompiers. Les forces d'intervention s'entraînent à gérer les intempéries en collaboration avec les spécialistes de la Division cantonale des dangers naturels rattachée au Service des transports

et des infrastructures ainsi qu'avec les autorités. (*Baublatt, 2021*)

Canton de Nidwald :

Après les épisodes météorologiques dévastateurs de l'année 2005, le canton de Nidwald a énormément investi pour ne plus subir à l'avenir les ravages des intempéries ou tout du moins pour en réduire les répercussions. Différentes mesures ont été mises en place sur la base de cartes des dangers : aménagements de torrents, dégagement de couloirs d'écoulement avec des limites de construction, définition de zones de rétention spéciales.

Avec la crue du lac de juillet 2021, il a été possible d'analyser pour la première fois sur de grandes étendues comment les mesures de protection agissent concrètement. Pour résumer, on peut dire qu'une mise en œuvre complète et soignée des mesures de protection permet d'atteindre les objectifs de protection et d'empêcher les dommages, ou tout du moins de les réduire considérablement. Les mesures semblent avoir été efficaces. Malgré les pluies abondantes et les niveaux élevés des cours d'eau, l'Aa d'Engelberg et les multiples torrents n'ont pas quitté leur lit et leurs couloirs d'écoulement. Les états-majors de conduite ont pu s'appuyer sur les plans d'intervention prévus et employer les ressources de manière optimale. Les mesures de prévention constructives des bâtiments se seraient aussi avérées efficaces. Si l'on compare avec 2005, de nombreux dommages ont pu être évités ou grandement limités.

Mais on a vu aussi que des bâtiments (nouvelles constructions et transformations) ont été endommagés, malgré l'existence d'une « preuve de prise en compte des dangers naturels ». Souvent, la structure de ces bâtiments ne respectait pas les prescriptions de construction, c'est-à-dire que les matériaux qui avaient été utilisés n'étaient pas résistants à l'eau. (*NSV, 2022*)

Canton d'Argovie :

L'établissement cantonal d'assurance d'Argovie (AGV) partage les constatations suivantes : avec près de 70,3 millions de francs, le montant des dommages en 2021 était nettement supérieur à la moyenne des 20 dernières années de 36,9 millions de francs. L'année 2021 s'inscrit ainsi dans l'histoire de l'AGV parmi les années ayant connu les événements les plus importants ; elle n'atteint toutefois pas les chiffres records des années 1999, 2011 et 2017.

Le canton d'Argovie s'en est tiré à bon compte en comparaison avec d'autres cantons. Les mesures de protection mises en œuvre par les pouvoirs publics ou par les propriétaires contre les inondations n'ont visiblement pas manqué d'être efficaces. De nombreux dommages ont pu être évités ou leur ampleur tout du moins réduite. Sans les mesures de prévention qui ont été mises en œuvre au cours des 15 années écoulées, les dommages auraient été bien plus importants. (AGV, 2022)

Étude Fondation de prévention (Moser et al., 2023) :

a) Observations

Le modèle réunissant la prévention, l'intervention et l'assurance en Suisse a fait ses preuves lors des intempéries de 2021. C'est ce qui est notamment ressorti d'une

étude portant sur la commune de Menznau (LU). Les efforts déployés dans les trois domaines par l'établissement cantonal d'assurance de Lucerne ont engendré des économies d'envergure. Grâce à une gestion de crise efficace et à la mise en place rapide de mesures de protection mobiles et de toits provisoires, les dommages ont pu être notablement limités. La performance des mesures de protection mobiles dépend cependant dans une large proportion du temps de réaction disponible. C'est la raison pour laquelle, elles sont surtout efficaces le long des grandes rivières dont le niveau monte lentement et sur les rives des lacs.

Les intempéries de 2005 et 2021 n'étaient comparables qu'en partie. En 2021, les précipitations étant moins persistantes qu'en 2005, le niveau des grandes rivières est donc monté moins haut. Des études ont révélé que la probabilité que des dommages surviennent suite à des inon-



*Illustration 28 a, b :
La mesure fonctionne !
La digue surélevée en 2019 devant les bâtiments est censée protéger les riverains de Mühlethurnen (BE) des crues de la Gürbe et dévier l'eau vers les terres agricoles situées de l'autre côté (photo 28a). Le 21 juin 2021, cela a fonctionné : la crue correspondant à un événement survenant tous les 30 à 50 ans n'a causé aucun dommage dans le quartier résidentiel. La photo 28b montre les traces de la crue le jour suivant ; photo en amont de la rivière (photo UIR).*

dations peut être jusqu'à deux fois moindre si des mesures de protection des ouvrages ont été mises en place, l'efficacité des mesures étant toutefois meilleure avec des pluies de faible intensité. Des simulations permettent de constater qu'en plaine de nombreux bâtiments sont exposés à des hauteurs d'inondation inférieures à 50 cm lorsqu'il pleut abondamment. De tels niveaux d'eau peuvent en général être maîtrisés par des mesures de protection des ouvrages appropriées.

Quant aux mesures de protection de surfaces, les résultats montrent qu'en 2021, dans le canton de Lucerne, les inondations dues à un long épisode de pluie (24 h) ont causé nettement moins de dommages aux bâtiments qu'en 2005. On peut supposer que cette évolution est attribuable en partie (voir ci-dessus) aux mesures de protection de surfaces mises en place depuis.

Dans le canton de Lucerne, le système d'information et d'alerte en chaîne destiné aux forces d'intervention a bien fonctionné. La coordination interrégionale incluant les cellules de crise régionales et la collaboration entre les offices cantonaux et les forces d'intervention sur place ont également joué un rôle essentiel.

Toutefois, de nos jours, la prévention des dommages éléments naturels se concentre encore fortement sur les inondations provoquées par les eaux permanentes, et moins sur le ruissellement des eaux de surface et la grêle. Il est nécessaire d'agir sur ce point.



Illustration 29 a, b :

La mesure fonctionne !

Lorsque le débit du ruisseau de la commune de Schwarzenbourg (BE) dépasse $9 \text{ m}^3/\text{s}$, comme ce fut le cas le 13 juillet 2021, l'ouvrage d'étranglement construit en 2009 (photo 29a) dirige temporairement l'eau de débordement vers un bassin de rétention (à l'arrière-plan) qui se vide dès que le débit descend à nouveau en dessous de $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Ainsi, le lit du cours d'eau dimensionné en conséquence n'est pas surchargé dans le centre du village situé en aval (photo 29b ; photos : UIR).

b) Recommendations

Le recensement des dommages, par exemple les formulaires de saisie, devrait être standardisé, c'est-à-dire s'inscrire dans un cadre méthodologique. Une telle approche présuppose l'emploi d'outils appropriés pour la saisie, le traitement et l'analyse des données, des outils qui n'existent pas encore chez les ECA aujourd'hui. C'est pourtant le seul moyen pour que les données générées puissent être utilisées moyennant un coût raisonnable.

Il faudrait profiter de la survenue des événements les plus dévastateurs pour prévoir et mettre en œuvre des mesures de protection le plus rapidement possible. Lorsque les conséquences d'un événement météorologique intense sont encore palpables, la population est davantage disposée à comprendre et à soutenir les mesures de protection. Celles-ci peuvent dès lors être plus faciles à réaliser. Lorsque l'émotion provoquée par un événement s'estompe, les

« résistances » reprennent le dessus (conscience des coûts, mise en doute de la nécessité des mesures, mise en avant d'autres priorités). Dès lors, le travail de persuasion est bien plus ardu pour atteindre les objectifs de protection.

Les ECA devraient agir pour que la protection contre les dangers naturels conserve une place importante dans les lois sur les constructions de portée cantonale et communale et pour qu'ils puissent exercer une influence à ce sujet dans la procédure d'octroi de permis de construire.

Il conviendrait de chercher à développer des mesures supplémentaires, à l'exemple du système « Protection grêle – tout simplement automatique » qui est destiné à protéger les stores des impacts de grêle. Les dommages particulièrement importants provoqués par l'eau de pluie qui s'infiltré dans les sous-toitures endommagées constituent justement un élément de réflexion (Starl, 2023).



*Illustration 30 a, b :
La mesure fonctionne !
En cas de crue du ruisseau du village de Schwarzenbourg, comme celle du 13 juillet 2021 (photo 30b), l'évacuation à double conduite supplémentaire, située sous le remblai de la voie ferrée et munie d'une grille de rétention des bois flottants (photo 30a à gauche), est activée et permet d'empêcher un embâcle ou un reflux. Avant l'agrandissement de l'ouvrage en 2013, les bâtiments difficilement visibles derrière à gauche sur la photo 30b avaient été inondés plusieurs fois (photos : UIR).*

11. Bibliographie

11. Bibliographie

AGV (2022) : Rapport de gestion 2021 de l'Établissement cantonal d'assurance d'Argovie.

AIB (2022) : Rapport de gestion 2021 de l'Assurance immobilière Berne.

AWA (2012) : Régulation des lacs du pied du Jura. Règles de base et mise en pratique. Dossier oed. Office des eaux et des déchets. Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne, Berne 19 p.

Baublatt (2021) : Unwetter mit Hagel verursachen in Luzern Schäden in Rekordhöhe. Article du 17 septembre 2021.

Berner Zeitung (2021a) : Um 1.45 schlug die Superzelle ein, der Downburst stürzte über die Albiskette. Article du 30 juillet 2021.

Bezzola, G. R. & Ruf, W. (éd., 2009) : Analyse d'événements naturels. Crues d'août 2007. Analyse des prévisions météorologiques et hydrologiques. Analyse approfondie de la régulation des crues du pied du Jura. Connaissance de l'environnement N° 0927. Office fédéral de l'environnement, Berne 209 p.

Bieler Tagblatt (2021) : Grenzen des Systems überschritten. Article du 30 juillet 2021.

ECAP (2021) : Crues et inondations du 22 juin 2021 à Cressier. Rapport à l'attention de l'Union intercantonale de réassurance, Neuchâtel 9 p.

Imhof, M. (2016) : Guide pratique des causes de dommages éléments naturels pour les experts dommages des établissements cantonaux d'assurance. Union intercantonale de réassurance, Berne 16 p.

Imhof, M. (2020) : Auswertung zum Hagelereignis 12. / 13. Juli 2011 im Kanton AG. Unveröffentlichter Bericht im Rahmen des Projekts «Hagelklimatologie Schweiz», Berne 7 p.

Imhof, M. (2022) : Analyse de données à long terme relatives à des dommages causés à des bâtiments. Analyse des données de la statistique des dommages AEAI sur plusieurs années. Analyse statistique 2e édition. Association des établissements cantonaux d'assurance AECA, Berne 67 p.

Koks, E. E., van Ginkel, K. C. H., van Marle, M. J. E. & Lemnitzer, A. (2022) : Brief communication: Critical infrastructure impacts from the 2021 mid-July western European

flood event. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 22, p. 3831 à 3838.

Liechti, K., Matter, D., Lustenberger, F. & Badoux, A. (2022) : Unwetterschäden in der Schweiz 2021. Hochwasser, Murgänge, Rutschungen und Sturzprozesse. *Wasser Energie Luft* 2/2022, Baden p. 85 à 93.

MétéoSuisse (2021a) : Bulletin climatologique, mai 2021, Zurich.

MétéoSuisse (2021b) : Bulletin climatologique, juin 2021, Zurich.

MétéoSuisse (2021c) : Bulletin climatologique, juillet 2021, Zurich.

MétéoSuisse (2021d) : Bulletin climatologique, été 2021, Zurich.

MétéoSuisse (2021e) : Letzter Tag der Gewitterserie. Wetterblog der MeteoSchweiz zum 28. / 29. Juni 2021. (<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/aktuell/meteoschweiz-blog.subpage.html/de/data/blogs/2021/6/letzter-tag-der-gewitterserie.html>; dernière consultation le 7 novembre 2021)

MétéoSuisse (2022) : Rapport climatologique 2021. Office fédéral de météorologie et climatologie MétéoSuisse, Zurich 100 p.

Moser, P., Schneeberger, K., Schwarze, R., Glover, J., Haxhimusa, A., Staudt, I., Krimm, H., Schattan, P. & Winter, B. (2023) : Étude comparative après les intempéries de 2021. Rapport final sur les travaux menés dans le cadre de la 11e mise au concours de la Fondation de prévention des établissements cantonaux d'assurance – Version abrégée Coire, Innsbruck, Leipzig 106 p.

NSV (2022) : Rapport de gestion 2021 de l'Établissement cantonal d'assurance de Nidwald.

OED (2013a) : Fachbericht Seeregulierung. Extrait du : awa report. Rapport annuel de l'oed 2013. Office des eaux et des déchets. Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne, Berne 5 p.

OED (2013b) : Barrage de régulation de Port. L'ouvrage majeur de la correction des eaux du Jura. Office des eaux et des déchets. Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne, Berne 16 p.

OFEV (2021a) : Juin 2021 : Fonte des neiges et orages à l'origine de crues (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/>)

12. Annotations

dossiers/cruets-juin-2021.html ; dernière consultation le 10 juillet 2023).

OFEV (2021b) : Crues de juillet 2021 : des précipitations abondantes ont provoqué des inondations en maint endroit.

(<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/dossiers/cruets-de-juillet-2021.html> ; dernière consultation le 10 juillet 2023)

OFEV (2022 ; éd.) : Annuaire hydrologique de la Suisse 2021. Débit, niveau et qualité des eaux suisses. Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement N° 2215 : 44 p.

Scherrer AG (2021) : Évaluation de la crue du 22 juin 2021 dans le bassin versant du Ruhaut à Cressier (Ct. NE). Analyse de la précipitation et des débits. Rapport 21/283, Reinach 18 p.

Schröer, K., Trefalt, S., Hering, A. Germann, U. & Schwierz, C. (2022) : Hagelklima Schweiz: Daten, Ergebnisse und Dokumentation, Fachbericht MeteoSchweiz, 283, 78 p.

Starl, H. (2023) : Gebäudeschäden in Österreich als Folge von Hagelschlag und pluvialen Überflutungen. Präventive Gebäudeschutzmassnahmen unter Berücksichtigung von Klimawandelbedingten Veränderungen. Thèse de doctorat déposée à l'Université technique de Graz.

Zweifel, B., Pielmeier, C., Techel, F., Marty, C. & Stucki, T. (2021) : Neige et avalanches dans les Alpes suisses. Année hydrologique 2020/21. WSL Ber. 116 : 108 p.

12. Annotations

¹ Dans leur ouvrage de 2022, Liechti et ses coauteurs proposent une vue d'ensemble plus détaillée des dommages de l'année 2021, en se concentrant toutefois sur les dommages dus aux dangers naturels gravitationnels.

² Les cartes en annexe permettent de voir où se situent les lieux géographiques mentionnés dans le présent rapport, tels que les cantons, les localités ou les cours d'eau.

³ Les données horaires correspondent à l'heure d'été de l'Europe centrale (CEST).

⁴ Convergence : Confluence de masses d'air due à un gradient de pression ; l'air circule de zones de pression plus élevée vers des zones de pression plus faible. Les lignes de convergence se forment en priorité dans le secteur d'air chaud, devant les fronts froids estivaux, suite à

l'arrivée d'air chaud subtropical en provenance du sud-ouest. Cet air chaud s'élève par la suite, ce qui provoque une aspiration d'air près du sol (convergence). L'air chaud et humide ascendant aboutit souvent à la formation d'orages violents, comme dans le cas présent.

⁵ Supercellule : Association organisée de cellules orageuses qui s'unissent pour former une supercellule. Il en résulte une cellule orageuse particulièrement volumineuse, de haute altitude et persistante, avec des zones de vent ascendant et des zones de vent descendant, ainsi que des précipitations intenses et de fortes rafales de vent. Elle se caractérise également par un mouvement de rotation dans les zones de vent ascendant (mésocyclone). Pour se former, les supercellules ont besoin d'une amplification et d'un mouvement de rotation du vent, à une hauteur de plus en plus élevée au-dessus du sol (cisaillement vertical du vent).

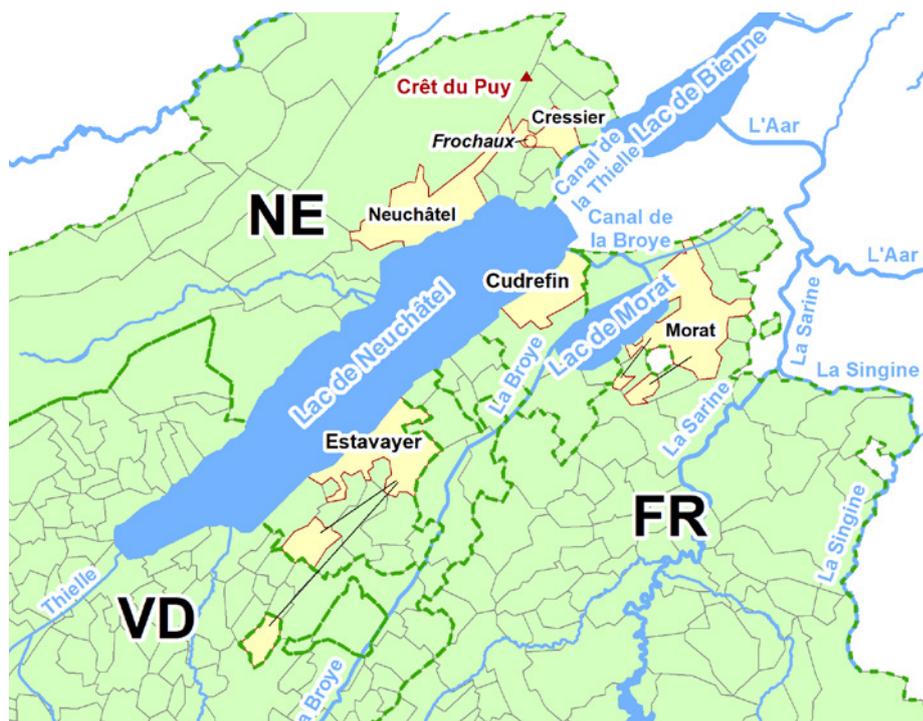
⁶ Rafale descendante : Violent courant descendant d'air frais relativement dense, caractéristique des cellules orageuses et des supercellules, et conséquence du refroidissement lié aux précipitations et aux averses de grêle fondue. Au contact du sol, la masse d'air est déviée horizontalement et un fort mouvement de rotation peut alors apparaître.

⁷ Les communes d'Estavayer et de Morat (les deux situées dans le canton FR) ainsi que d'Erlach (BE) comprennent une ou plusieurs enclaves qui n'ont pas d'accès direct au lac ou au canal. Ces enclaves ne peuvent pas avoir subi de dommages inondations et ne sont donc pas représentées sur les illustrations 22 et 23. Pour des raisons de lisibilité, les frontières cantonales, dont le tracé est extrêmement compliqué notamment au sud du lac de Neuchâtel, ne sont pas représentées (voir cartes dans l'annexe).

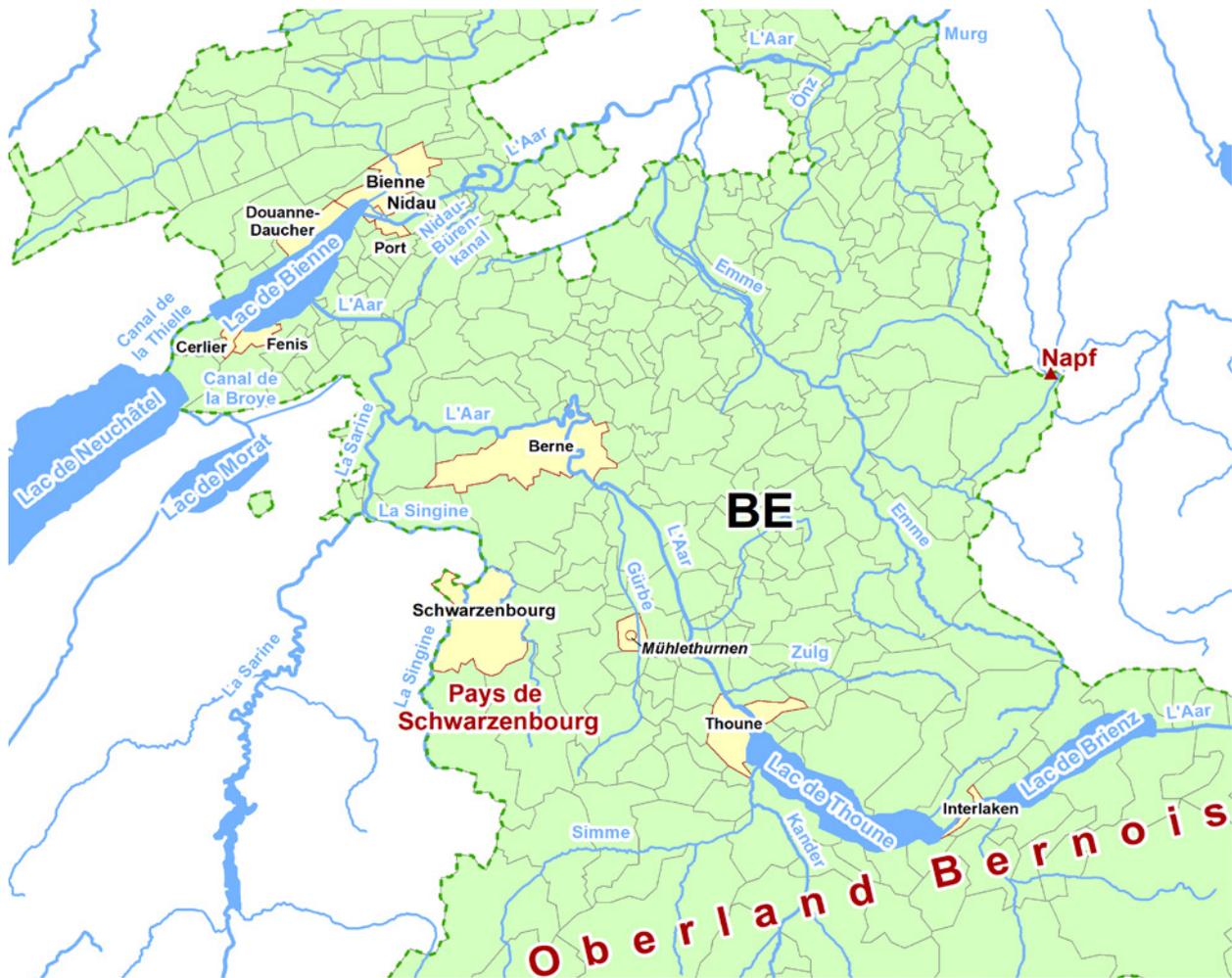
⁸ Autre raison également : les dommages aux biens mobiliers n'ont pas été pris en compte dans la présente étude, car ces dommages ne sont pas inclus dans la couverture de la plupart des ECA (voir chap. 8).

Annexe B :

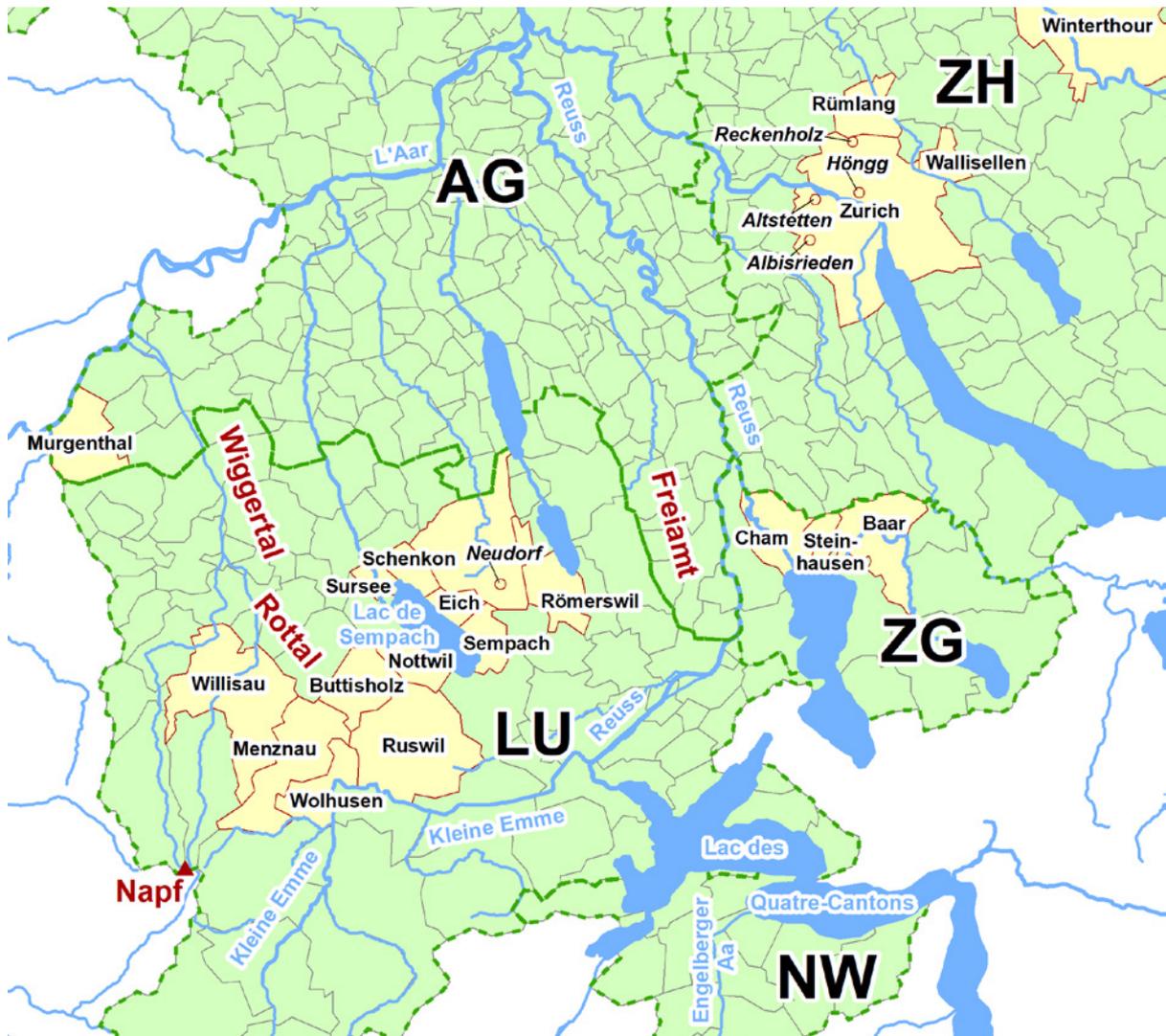
Cartes d'orientation indiquant l'emplacement des localités, régions et cours d'eau mentionnés dans le rapport, dans la limite de l'échelle choisie ; les noms en italique désignent un lieu situé dans une commune d'un autre nom (p. ex. : Frochaux dans la commune de Cressier).



Cantons de Neuchâtel, Vaud et Fribourg
(bases cartographiques : swisstopo)



Canton de Berne
 (bases cartographiques : swisstopo)



Cantons d'Argovie, Zurich, Lucerne, Zoug et Nidwald
 (bases cartographiques : swisstopo)



