

Fondation de prévention des ECA

Déterminer, en fonction des acteurs, les mesures efficaces pour la prévention des dommages éléments naturels aux bâtiments

Rapport final
24 août 2018

econcept

Forschung / Beratung / Evaluation

Gerechtigkeitsgasse 20
CH-8002 Zürich

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw

Life Sciences und
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Campus Grüental
8820 Wädenswil

 **Risk&Safety AG**
Ingenieure in Gemeinschaft

Risk&Safety AG
Bahnhofstrasse 92
5000 Aarau

Élaboré par

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen ZHAW, Campus Grüental, CH-8820 Wädenswil

Risk&Safety AG, Bahnhofstrasse 92, CH-5000 Aarau

Auteur-e-s

Stefan von Grünigen, MA UZH en Sciences économiques

Urs Müller, Dr. sc. nat.

Stephanie Bade, lic. oec. publ.

Ehrfried Kölz, ing. civil dipl. EPFZ

Kathrin Durizzo, BA Unibas en sciences économiques

Table des matières

	Résumé	i
1	Introduction	1
1.1	Contexte et mandat de projet	1
1.2	Mode de recherche	2
1.3	Procédure :	5
1.4	Structure du rapport	7
2	Dommmages tempêtes sur stores à lamelles	8
2.1	Différenciations des cas et situations incitant à la prise de décision	9
2.2	Acteurs centraux :	11
2.2.1	Situation bâtiment neuf	11
2.2.2	Situation bâtiments existants	12
2.3	Conditions cadres	12
2.4	Obstacles entravant l'action	13
2.4.1	Obstacles entravant l'action de l'architecte	15
2.4.2	Obstacles entravant l'action du maître d'ouvrage	16
2.4.3	Obstacles entravant l'action des fournisseurs	17
3	Dégâts des eaux dans des bâtiments d'habitation	19
3.1	Différenciations des cas et situations incitant à la prise de décision	19
3.2	Acteurs centraux	21
3.3	Conditions cadres	22
3.4	Obstacles entravant l'action	23
3.4.1	Obstacles entravant l'action de l'architecte	25
3.4.2	Obstacles entravant l'action des propriétaires et des maîtres d'ouvrage	26
4	Dommmages aux installations de toit et à l'enveloppe du bâtiment	29
4.1	Différenciations des cas et situations incitant à la prise de décision	30
4.2	Acteurs centraux	30
4.3	Conditions générales et activités courantes	31
4.4	Obstacles entravant l'action	32
4.4.1	Obstacles entravant l'action de l'acheteur	34
4.4.2	Obstacles entravant l'action des fournisseurs	35

5	Mesures pour améliorer la prévention des dommages éléments naturels	37
M1	Informations relatives au terrain (fiche signalétique de la parcelle)	42
M2	Nudges de renseignement par des extraits du Registre foncier	47
M3	Plan de protection contre les dangers naturels	50
M4	Meilleure déclaration de la capacité de résistance	60
M5	Recueil des bonnes pratiques	65
M6	Critères d'appel d'offre élargis	70
M7	Les conseillers en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information	72
M8	Prix d'architecture « <i>naturgefahrensicheres Bauen</i> » (Construction sûre contre les dangers naturels)	74
M9	Mesures spécifiques dans le domaine des installations solaires	78
M10	Autres pistes	80
6	Conclusions	84
	Annexe	87
A-1	Personnes interviewées	87
A-2	Bibliographie	89

Résumé

Comment motiver efficacement les acteurs pour qu'ils entreprennent volontairement des actions de protection visant à empêcher les dommages éléments naturels aux bâtiments ? Il s'agit là d'une question essentielle au travail de prévention des établissements d'assurance. La présente étude tente d'y répondre en s'intéressant aux acteurs de la prévention. Sur la base de trois thèmes particulièrement pertinents qui tiennent compte du critère facultatif, les auteurs analysent ce qui empêche les acteurs jusqu'à présent de réaliser des actions de protection. À partir de la connaissance de ces obstacles entravant l'action, les auteurs ont développé neuf mesures destinées à promouvoir la prévention des dommages éléments naturels.

Analyse des acteurs : la base des mesures pratiques

Le mode de recherche appliqué dans cette étude prend en compte le fait que les actions de protection sont toujours spécifiques aux intervenants et liées au contexte : un acteur est censé accomplir une action définie dans une situation concrète. Il est influencé dans sa démarche par divers facteurs tels que son environnement, son rôle, sa formation, des incitations financières ou sa motivation personnelle. Il est impératif de cerner dans leur globalité les bons acteurs, les situations qui les poussent à agir et à décider, ainsi que les facteurs d'influence qui empêchent ou favorisent la mise en place d'actions de protection. Cette compréhension permet ainsi de déduire quelles mesures sont nécessaires pour pouvoir surmonter les obstacles entravant l'action.

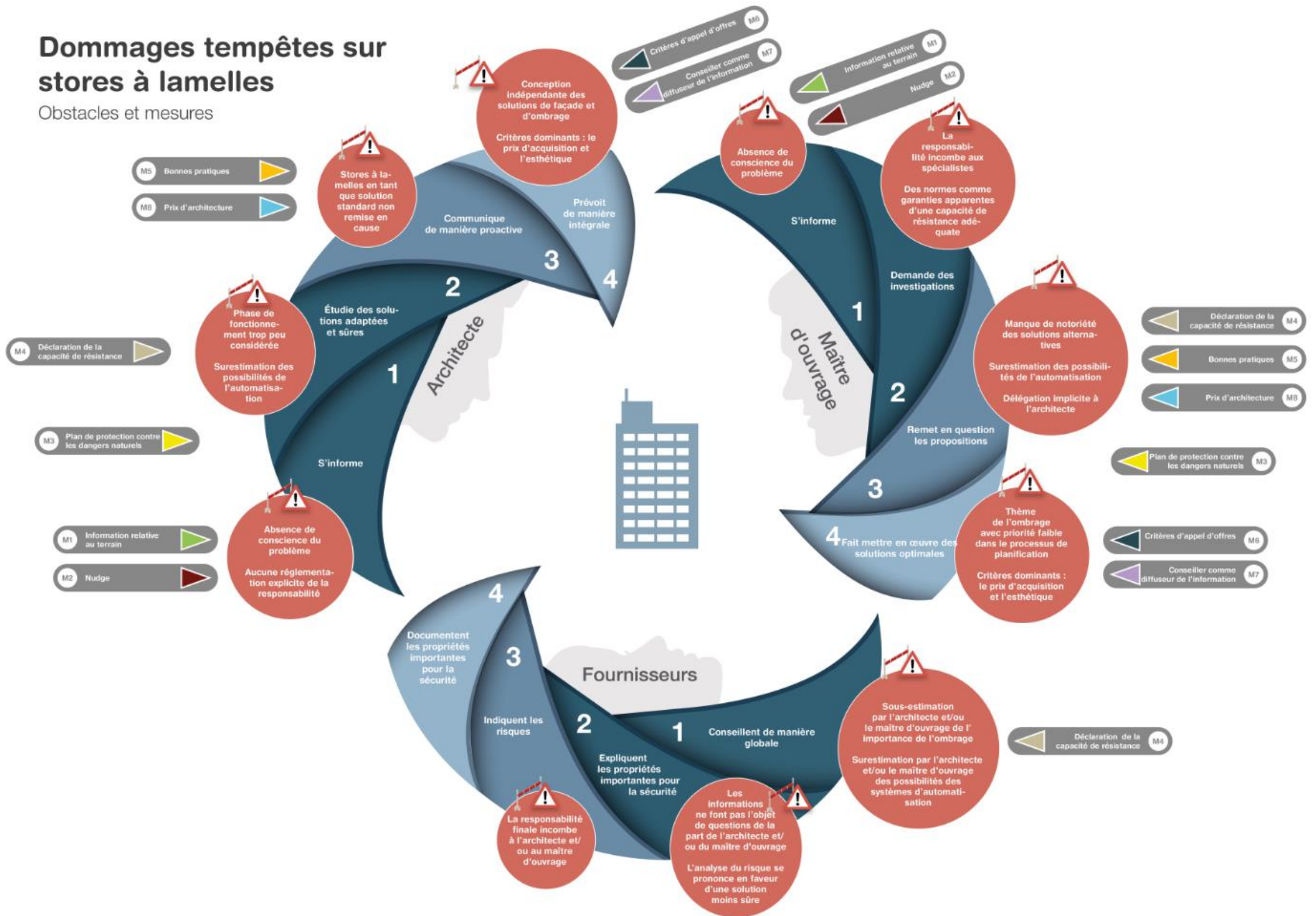
Les études de cas ci-après s'avèrent d'une grande pertinence pour les établissements d'assurance. Ils font l'objet de l'étude :

- Éviter les dommages sur les stores à lamelles dus aux tempêtes et à la grêle dans les bâtiments administratifs et de bureaux
- Éviter les dommages aux bâtiments d'habitation causés par les crues et le ruissellement de surface
- Éviter les dommages sur les installations de toit et l'enveloppe du bâtiment

Les travaux réalisés ont abouti à une vaste analyse des trois études de cas. Les graphiques ci-après reprennent les principaux résultats : les segments numérotés indiquent les meilleurs modes de comportement pour la prévention des dommages éléments naturels (**comportement à adopter**). L'ordre des numéros reflète la chronologie dans le processus de planification et de construction. Pour chaque comportement, il existe différents **obstacles entravant l'action**. Ceux-ci sont définis dans les petits cercles rouges. Les flèches représentent les **mesures** développées permettant de surmonter les obstacles entravant l'action. Chaque élément est déduit et décrit de manière détaillée dans l'étude.

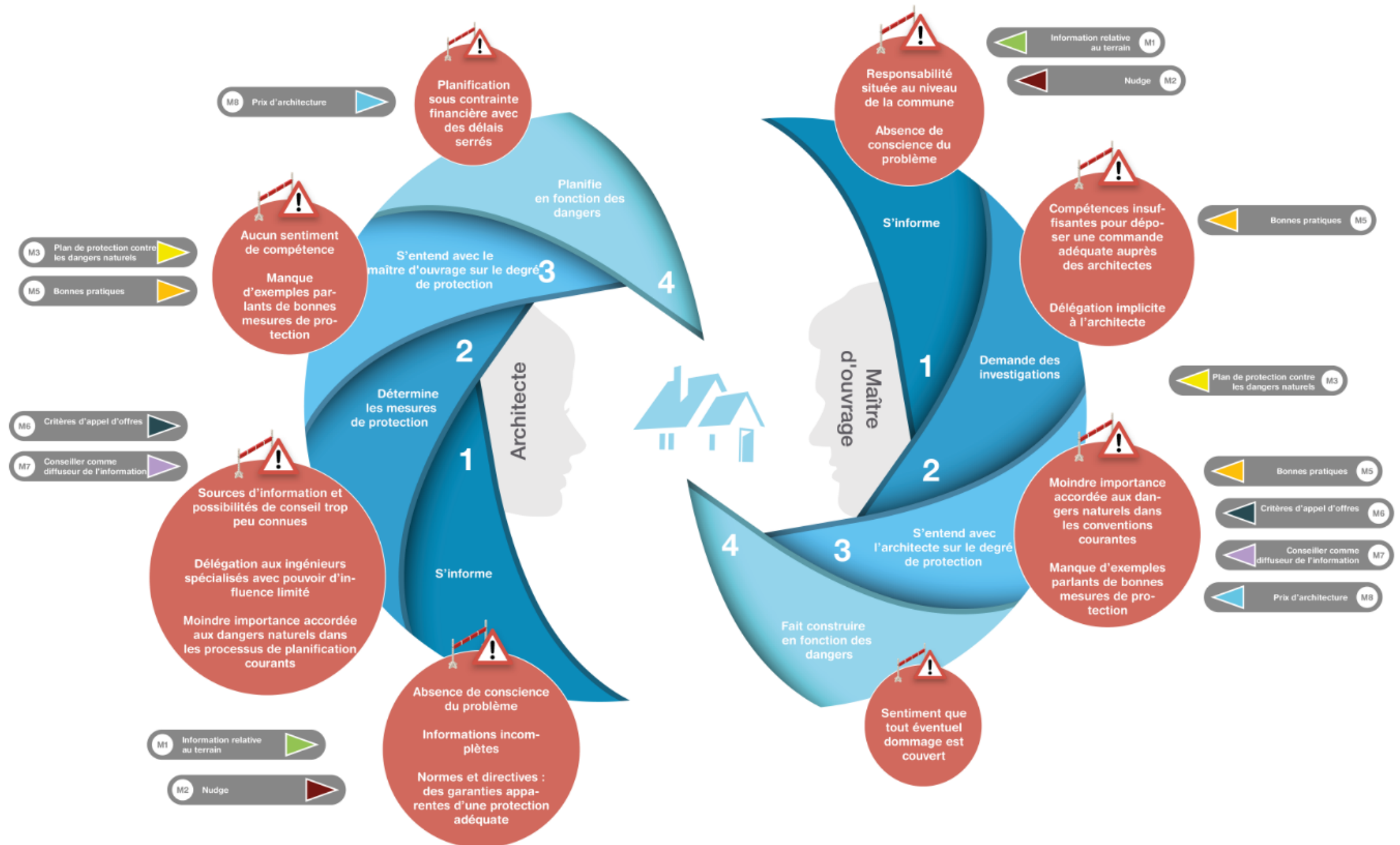
Dommmages tempêtes sur stores à lamelles

Obstacles et mesures



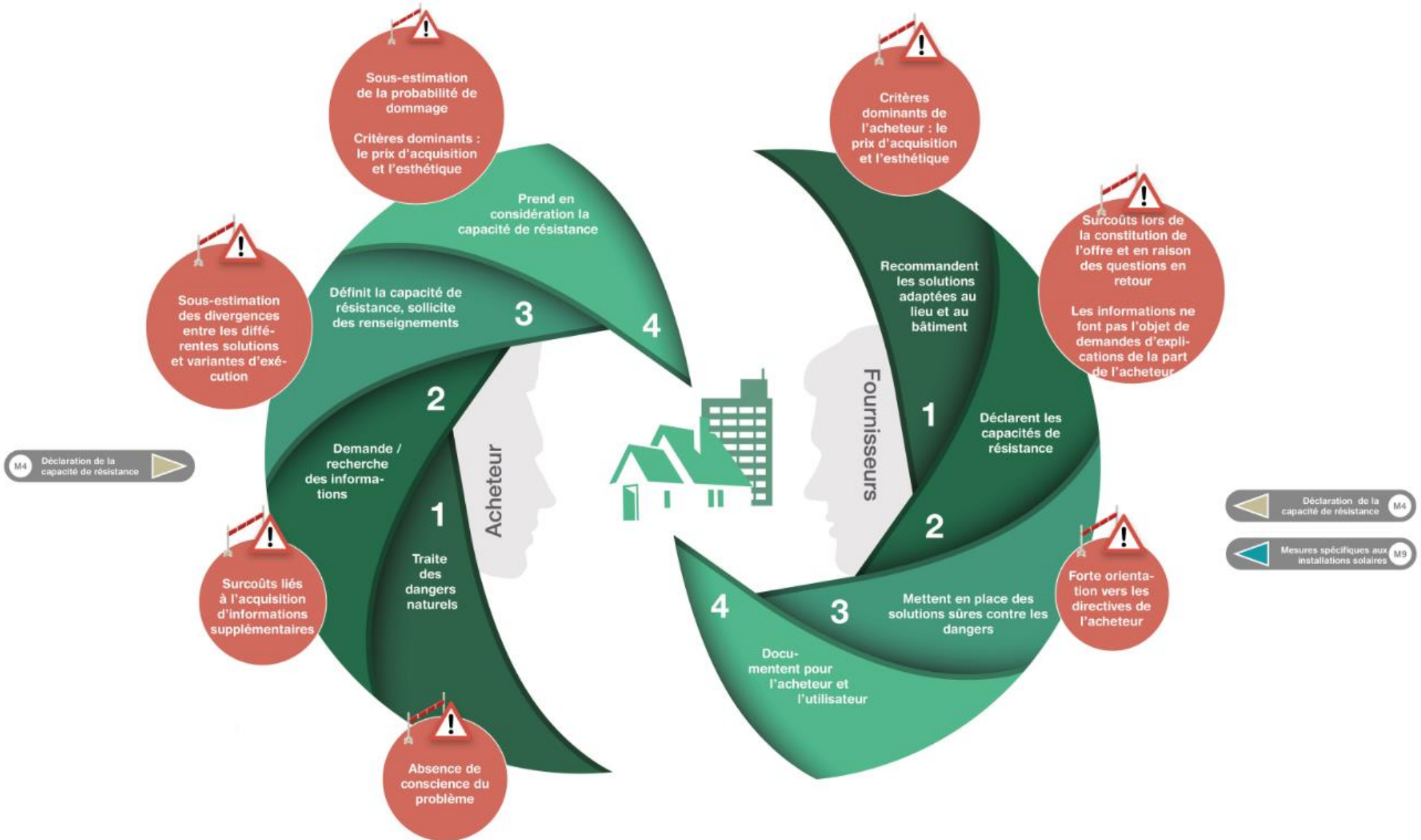
Dégâts des eaux dans des bâtiments d'habitation

Obstacles et mesures



Dommages aux installations de toit et à l'enveloppe du bâtiment

Obstacles et mesures



Concepts de mesure pour améliorer la prévention des dommages éléments naturels

Dans les trois graphiques, les concepts de mesure développés sont positionnés par rapport aux obstacles pour lesquels ils s'appliquent. Outre les mesures M4 et M9 qui se rapportent respectivement aux dangers naturels tempêtes, grêle et neige pour M4 et tempêtes pour M9, les mesures visent volontairement tous les dangers naturels.


En plus des neuf concepts de mesure élaborés et décrits ci-après, l'étude mentionne d'autres points d'approche intéressants qui n'ont toutefois pas pu être approfondis dans la présente étude pour diverses raisons. Dans le rapport principal, ces approches sont résumées dans la mesure M10.

M1 Information relative au terrain

De nombreux acteurs ne savent pas comment obtenir des informations sur la situation de danger spécifique d'un terrain. Ils ne s'investissent donc pas non plus beaucoup en ce sens, car ils n'ont conscience ni des dangers, ni de leur propre responsabilité, ni des possibilités d'agir en matière de protection. La mesure M1 se situe donc là où les acteurs vont de toute façon se rendre pour se renseigner sur leur terrain, indépendamment du thème dangers naturels : sur les portails SIG en ligne. L'objectif est que les acteurs « tombent » sur des informations relatives aux dangers naturels, sans les avoir recherchées de manière active. Dans ces portails, une information précise sur les dangers naturels potentiels qui menacent la parcelle en question doit s'afficher automatiquement lorsque les utilisateurs effectuent des requêtes sur un terrain. Idéalement, les informations sur les dangers naturels sont délivrées dans une fiche signalétique de la parcelle reprenant toutes les données pertinentes pour les propriétaires, les maîtres d'ouvrage et les projeteurs (sites contaminés, RDPPF, etc.). La fiche signalétique de la parcelle renvoie de plus vers d'autres sources d'information telles que le site Internet protection-dangers-naturels.ch. Par ce biais sont alors également transmises des informations sur les objectifs et les actions de protection.

M2 Nudge

Cette mesure se retrouve sur les mêmes supports que M1 et fait face aux mêmes obstacles, elle emprunte toutefois la voie des extraits officiels du registre foncier. Au moment de la demande d'un extrait du registre foncier, les acteurs sont incités à se renseigner sur la menace potentielle que représentent les dangers naturels sur le terrain en question. Le « nudge » peut prendre la forme d'informations imprimées ou numériques. Ce genre de nudge peut aussi être intégré dans les portails SIG en ligne si la mesure M1, qui délivre automatiquement des informations, ne devait pas être réalisable.


 M3 Plan de protection contre les dangers naturels

Un instrument peu contraignant doit être créé pour les architectes, afin que ces dangers naturels soient saisis à temps et dans leur globalité dans le processus de planification : il s'agit du plan de protection contre les dangers naturels. L'instrument apporte une aide pour l'estimation de l'aléa parcelle par parcelle, pour la définition des objectifs de protection selon les recommandations de Planat¹, pour les conclusions à tirer des événements en termes d'impact sur les bâtiments, pour l'estimation des dommages et des réparations ainsi que pour la définition de mesures de protection proportionnées. Avec cet instrument, les architectes peuvent avancer des considérations qui s'adressent aux maîtres d'ouvrage et qui servent de base aux décisions portant sur les mesures de protection. La mesure renforce ainsi la conscience du problème, tant auprès des architectes que des maîtres d'ouvrage. Elle entraîne une meilleure intégration des dangers naturels dans les processus de planification et améliore les bases décisionnelles relatives aux mesures de protection.


 M4 Déclaration de la capacité de résistance

L'enveloppe et les installations extérieures sont menacées plus ou moins fortement par la grêle, le vent et la neige selon l'emplacement, l'environnement et le type de bâtiment. Les produits, les systèmes et les variantes d'exécution doivent être de ce fait adaptés à l'emplacement et au bâtiment, soit par le recours à des matériaux et des montages suffisamment résistants, soit par des mesures de protection supplémentaires, telles que des grillages de protection contre la grêle pour les coupoles d'éclairage ou des systèmes de remontée automatiques pour les stores en cas de vent et de grêle². Cela n'est pas toujours le cas dans la réalité. Pour cette raison, M4 prévoit de (mieux) mentionner la résistance à la grêle, au vent et/ou à la neige dans les appels d'offres / les devis et les offres. Cela signifie concrètement que la classe de résistance à la grêle des façades ainsi que la classe de résistance à la grêle et au vent des stores à lamelles est indiquée dans les appels d'offres et dans les offres. Pour les installations solaires, en plus de la classe de résistance à la grêle et la charge de neige, il doit être spécifié si l'ouvrage a été conçu pour répondre aux charges de vent spécifiques à l'emplacement et au bâtiment. Il est particulièrement important de poser la capacité de résistance par rapport aux intensités probables des événements, afin que l'acheteur puisse mieux cerner l'offre. La mesure permet une meilleure prise de conscience du problème et donne plus de poids au critère de résistance lors du choix des solutions, des produits et des variantes d'exécution.

¹ Plate-forme nationale « Dangers naturels »


² Les établissements cantonaux d'assurance proposent via l'AEAI l'outil « Protection grêle – tout simplement automatique » comme moyen de protection automatisée des stores.


 M5 Bonnes pratiques

Les architectes, les ingénieurs spécialisés et les maîtres d'ouvrage laissent paraître un manque de savoir pratique, notamment en ce qui concerne les exemples de bonnes solutions proportionnées pour la protection des ouvrages. La mesure offre un ensemble parlant de mesures de prévention essentielles et bien pensées pour une construction adaptée aux dommages éléments naturels. Pour les architectes, ce genre de recueil des bonnes pratiques peut être une source d'inspiration sur les mises en œuvre possibles de la protection des ouvrages. Des outils de démonstration bien conçus et clairs permettent aux architectes de sensibiliser plus facilement les maîtres d'ouvrage et de leur montrer l'impact que les dangers naturels peuvent avoir. Les architectes peuvent aussi démontrer comment y faire face, grâce à des mesures de protection des ouvrages, tout en précisant les charges supplémentaires que cela impliquerait. Afin de mettre en avant la pertinence des mesures de protection des ouvrages, les bonnes solutions sont accompagnées de photos de sinistres caractéristiques (Que peut-il se passer ?) et d'illustrations de la probabilité d'être soi-même concerné (À quelle fréquence puis-je être touché ?).


 M6 Critères d'appel d'offres

Même cette mesure souligne le fait qu'un grand nombre d'architectes ne pensent pas suffisamment par eux-mêmes à prendre en compte les dangers naturels. Le dossier d'appel d'offres est un moyen prometteur de changer les choses. Les maîtres d'ouvrage étant toutefois eux aussi trop peu sensibilisés, il est aussi question de les interpeller. C'est la raison pour laquelle il est indispensable de multiplier les modèles auxquels les maîtres d'ouvrage se réfèrent lors de l'établissement des dossiers d'appel d'offres. Ceux-ci doivent demander que soit prise en compte la situation de danger et que des mesures de protection soient identifiées. Il s'agit tant des modèles au niveau interrégional (SIA, tout modèle utilisé/remis lors des formations de base et formations continues) que des modèles employés par les maîtres d'ouvrage publics et les grands maîtres d'ouvrage privés.


 M7 Conseiller comme diffuseur de l'information

Les conseillers en maîtrise d'ouvrage leur apportent une aide dans le développement et la gestion de projets. De par leur fonction, ils sont impliqués dans de nombreux projets, notamment ceux de grande ampleur. Ils peuvent influencer sur le projet très tôt dans la planification et parfois même avant l'architecte. Leur principale activité consiste à apporter un certain savoir-faire dans les projets. Si les conseillers en maîtrise d'ouvrage possèdent un savoir-faire dans le domaine des dangers naturels, le thème se retrouve tout naturellement dans un grand nombre de projets et se répercute sur les autres personnes impliquées. De cette réflexion est née l'idée qu'il fallait rallier à la cause les conseillers

en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information relative au savoir-faire sur les dangers naturels. La mesure comprend une sensibilisation et une formation continue des conseillers en maîtrise d'ouvrage par le biais d'exposés et de suggestions lors de conférences et de rencontres ciblées.

M8 Prix d'architecture

Le prix d'architecture « Construction sûre » a pour ambition d'inciter les architectes et les maîtres d'ouvrage à mieux prendre en considération les dangers naturels et à accorder une plus grande importance à la protection des ouvrages. La mise en œuvre de la mesure peut consister à lancer un nouveau prix d'architecture ou à élargir un prix déjà existant et bien établi avec des critères de la protection des ouvrages. Pour les architectes, la motivation reposerait sur la distinction obtenue, sur la publication ainsi que sur la récompense financière. Pour les maîtres d'ouvrage, la distinction pourrait signifier l'acquisition d'une certaine considération ainsi qu'un sentiment de confiance renforcé. À plus long terme, cette mesure favorise aussi la sensibilisation : grâce aux critères d'évaluation du prix d'architecture, les architectes perçoivent l'importance que revêt le thème de la prévention des dommages éléments naturels. C'est la même chose lorsque des ouvrages d'exception sont publiés dans des revues d'architecture. Finalement, le concours permet aussi d'obtenir des exemples de bonne pratique.

M9 Mesures spécifiques aux installations solaires

Outre la mesure M4 « Mieux mentionner la capacité de résistance », qui concerne non seulement les installations solaires mais aussi l'enveloppe du bâtiment et les installations de toit en général, d'autres pistes ont été identifiées afin de pouvoir mieux éviter à l'avenir des dommages liés au vent³. Avec une analyse des sinistres et/ou avec la pratique, il est possible d'identifier les sources d'erreur réelles et d'axer les mesures en conséquence. La responsabilité des fournisseurs peut davantage être engagée en cas de mauvaise conception des installations. D'autres mesures sont également envisageables pour d'autres installations.

Suite des opérations et mise en œuvre

Afin d'encourager les actions de protection basées sur le caractère volontaire, nous considérons que le meilleur rapport coûts-bénéfice se situe dans les mesures que les acteurs sont amenés à rencontrer systématiquement dans des situations concrètes, en d'autres termes les mesures sur lesquelles ils « tombent » automatiquement. Pour développer de nouveaux instruments, dont le plan de protection contre les dangers naturels

³ En comparaison, le plan pour la grêle et la neige engendre moins de problèmes, car il est possible de choisir des produits classifiés ou des produits certifiés en conséquence. L'AEAI propose des essais et une classification pour la grêle. L'institut pour la technologie solaire SPF (Institut für Solartechnik) offre en collaboration avec l'AEAI une méthode d'essai et un certificat pour les régions fortement enneigées.

que nous avons proposé ou l'information spécifique au terrain, il convient tout d'abord de familiariser les acteurs avec les procédures établies et les points de contact. Notre analyse des démarches et des décisions fournit pour cela une première base. Nous y mentionnons en effet des étapes pertinentes (par exemple : la consultation de portails SIG pour les premières informations) et des organisations influentes (comme les associations spécialisées des fournisseurs ou la SIA).

Lors de la planification et de la mise en œuvre de mesures d'encouragement des actions volontaires de protection, il conviendrait d'accorder une place prioritaire à la coordination avec d'autres activités (p.ex.: des ECA, de la SIA, de la Confédération, des cantons, etc.), car la forte dynamique dont jouit actuellement le domaine de la prévention des dommages éléments naturels entraîne une modification constante des besoins et des conditions cadres. Sans perdre de vue la mise en œuvre des concepts de mesures proposés ici, la prise en compte continue et l'approbation des évolutions permanentes conduit dans l'idéal à une mise en commun des forces.

1 Introduction

1.1 Contexte et mandat de projet

Les actions de protection réalisées sur une base volontaire représentent un élément essentiel de la prévention des dommages éléments naturels (PDEN) pour les bâtiments. Aujourd'hui, il ressort de la recherche et des expériences faites par les ECA que la proportion des actions de protection volontaires n'est pas encore suffisante pour protéger les bâtiments contre les dangers naturels.

Grâce à la 7^e mise au concours « Communication pour une protection efficace des bâtiments », la Fondation de prévention des ECA a pu déterminer comment favoriser la disposition à prendre volontairement des mesures de protection contre les dangers naturels. Ces connaissances ont été acquises tandis que le montant potentiel des dommages aura tendance à s'amplifier à l'avenir en raison de l'augmentation des intempéries extrêmes, de la hausse des valeurs concernées (on construit davantage et à des coûts plus élevés) ainsi que d'un nombre croissant de constructions exposées dans les zones de danger (densité accrue). La multiplication des risques de dommage est aussi en partie liée aux tendances architectoniques, telles que les surfaces de fenêtres plus larges et un recours limité aux enveloppes extérieures plus résistantes. L'attrait toujours plus fort pour les installations solaires, les ventilations et les pompes à chaleur multiplie les équipements sur l'extérieur des bâtiments d'aujourd'hui, qui se retrouvent ainsi davantage à la merci du vent, de la grêle et de la neige.

Les conclusions de la 7^e mise au concours ont été mises en pratique dans le cadre d'un plan d'action global, dont une partie a déjà été mise en œuvre. Les travaux de la 9^e mise au concours de la Fondation de prévention sur le bilan coûts/bénéfice des mesures de prévention fournissent de précieux enseignements permettant de sélectionner les actions de protection intéressantes pour les ECA et d'étudier les possibilités de mise en place.

Afin d'identifier les obstacles concrets auxquels sont confrontés les différents acteurs et de les surmonter efficacement à l'aide de mesures adaptées, il convient de compléter les activités et les connaissances du point de vue des ECA. Pour contribuer concrètement à la réalisation des actions de protection pertinentes, il faut connaître les principaux acteurs, leurs possibilités d'action et les conditions de mise en œuvre, car les actions concrètes de protection dépendent toujours des acteurs et du contexte. Des mesures de prévention efficaces exigent donc de s'adresser de manière ciblée, et selon les possibilités, aux acteurs dont une modification du comportement promet un impact très positif. La Fondation de prévention des ECA a jugé que le fait de déterminer en fonction des acteurs quelles sont les mesures de prévention efficaces constituait un approfondissement de recherche de la 7^e mise au concours. Elle a alors mandaté le consortium constitué de econcept, la ZHAW et Risk and Safety pour élaborer une étude en conséquence. Le projet poursuit dès lors les deux principaux objectifs suivants :

1. Pourquoi les acteurs n'entreprennent-ils pas les actions de protection pertinentes dans des cas concrets ? Qu'est-ce qui les empêche d'agir ?
2. Quelles mesures sont capables de motiver les acteurs à agir pour la protection?

1.2 Mode de recherche

Cette étude applique un mode de recherche lié aux acteurs. On prend en considération le fait qu'une action de protection est toujours entreprise par un acteur précis, dans une situation précise. Pour saisir pourquoi des acteurs n'agissent pas en faveur de la prévention des dommages éléments naturels, il est indispensable de bien comprendre les acteurs, ainsi que le contexte d'action et de décision tout comme les facteurs d'influence qui entravent la réalisation d'actions de protection. Si l'on connaît les obstacles, on peut ensuite déduire les mesures permettant de favoriser la réalisation d'actions de protection. Cette piste de recherche basée sur les acteurs n'a pas encore été exploitée dans le contexte de la prévention des dommages éléments naturels. Elle promet donc de nouvelles conclusions intéressantes sur la façon de rendre la prévention des dommages éléments naturels plus efficace.

L'analyse des acteurs se fonde sur un modèle d'action schématique (Figure 1) mettant en parallèle les principaux facteurs d'influence qui marquent l'action d'un acteur (voir Müller & Bättig-Frey 2017). Le modèle appliqué repose sur le modèle socio-psychologique « Vouloir - Pouvoir - Agir » de Artho et al. (2012). Le modèle est toutefois élargi aux connaissances relevant notamment de la théorie de la structuration (voir Müller 2007) et du *Behaviorial Economics* (voir Kahneman 2012). Les compléments apportés permettent de saisir plus précisément la corrélation entre l'individu et la structure sociale ainsi que l'influence des effets en situation (voir Barden 2015, Thaler & Sunstein 2008). Le processus d'action peut ainsi être représenté de manière plus distincte et réaliste que si l'on part du principe que le comportement se manifeste exclusivement sur la base de quelque chose qui a été prévu ou envisagé, comme c'est le cas avec le modèle « Vouloir - Pouvoir - Agir ». Il est possible de déduire des mesures encore plus efficaces pour pousser les acteurs à agir (voir Müller & Wilhelm 2017). Le modèle est expliqué brièvement ci-après :

Chaque action d'un acteur est influencée par ce qu'il **sait** (notamment la connaissance du problème, le savoir pratique et la connaissance de l'efficacité de ses actions), par ce qu'il **veut** (sa motivation fondée sur ses valeurs et ses normes de référence) et par ce que l'acteur **peut** (ses capacités et ses aptitudes). Quand un acteur ne réalise pas une action de protection, cela peut être dû au fait qu'il ne sait pas que cette action est possible, qu'il ne veut pas l'accomplir ou qu'il ne peut pas. Selon l'obstacle dominant qui empêche l'accomplissement d'une action, d'autres mesures doivent être prises pour pouvoir soutenir efficacement l'acteur. Les campagnes de motivation demeurent vaines si l'acteur ne connaît pas les possibilités d'action. Et il ne sert à rien de savoir quelles actions peuvent être entreprises si l'on doit acquérir les compétences requises, etc.

Pour chaque action, les facteurs intrinsèques Savoir, Vouloir et Pouvoir sont liés aux facteurs extrinsèques Situation et Structure. Seule une prise en compte de ceux-ci permet de comprendre correctement les actions ou les non-actions. L'action de protection « Relever les stores en cas de grêle » illustre par exemple cet état de fait. Un acteur, par exemple le concierge, peut avoir manifesté l'intention de relever les stores lors du prochain orage de grêle. Le concierge **sait** ce qu'il faut faire, il **veut** le faire et il **pourrait** aussi le faire. Mais il peut arriver qu'il ne relève pas les stores avant l'averse de grêle car il oublie de faire cette action. Savoir, Pouvoir et Vouloir sont bien acquis dans ce cas. Il manque toutefois par exemple des outils de rappel qui pourraient influencer l'action en elle-même.

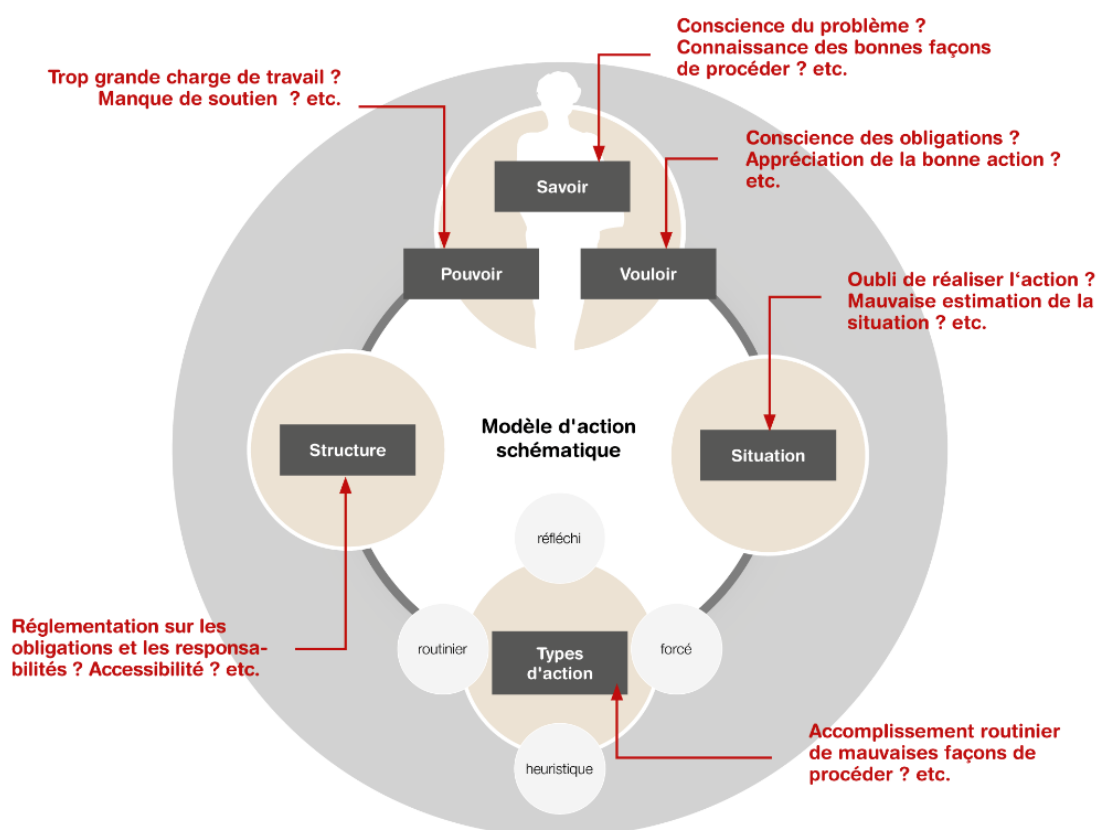


Figure 1: Modèle d'action pour l'analyse des obstacles, en fonction des acteurs

En outre, l'action est réalisée dans des conditions structurelles qui exercent une influence décisive sur le comportement des acteurs. L'action de protection « Remonter les stores » offre à nouveau un bon exemple. Si le fait de remonter les stores fait partie intégrante du cahier des charges du concierge et si une négligence est sanctionnée, il y a plus de chances que l'action soit réalisée. Mais si des stores résistants à la grêle sont installés sur un bâtiment, il devient alors totalement inutile de remonter les stores. Dans ce cas, les structures influencent l'action uniquement à partir du moment où elles sont assimilées par les acteurs. Le répertoire grêle publié par l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) en est une bonne illustration : le répertoire grêle (en tant qu'élément structurel) permet aux acteurs planificateurs de sélectionner des

stores résistants à la grêle. Sans le répertoire, ces informations seraient absentes. Mais si le répertoire grêle n'est pas connu des acteurs (Savoir), il ne peut pas influencer l'action, même s'il existe bel et bien.

Au niveau du modèle d'action, on distingue également si l'action est entreprise de manière consciente, heuristique (c'est-à-dire à la suite d'une intuition consciente non rationnelle), routinière ou imposée. Chacun de ces types d'action réclame d'autres mesures pour pouvoir influencer l'action. Les décisions émotionnelles prises par intuition ou les décisions de routine sont difficiles à influencer au moyen d'arguments rationnels.

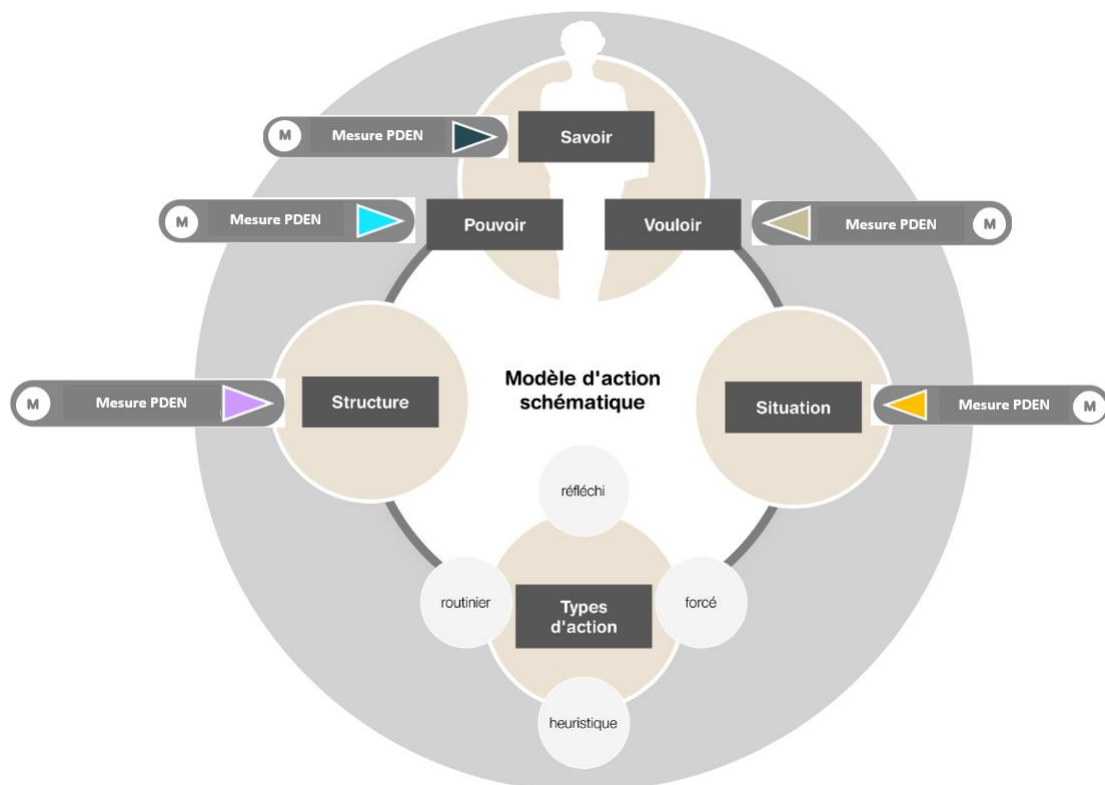


Figure 2: Représentation schématique de pistes possibles pour motiver l'action

Le modèle d'action utilisé permet ainsi de structurer une multitude de facteurs d'influence selon une méthode de recherche heuristique et d'illustrer les interactions entre ces facteurs. Le modèle ne permet toutefois pas d'émettre une assertion indiquant quel facteur est révélateur ou décisif et à quel degré pour une action définie. Avant de pouvoir procéder à ce genre d'explications, le modèle d'action doit tout d'abord être rendu opérationnel en se posant des questions concrètes qui aboutissent au final à la réalisation d'analyses des acteurs. Ainsi, le facteur **Savoir** peut être par exemple rendu opérationnel pour être appliqué aux actions de protection contre les dangers naturels tel qu'examiné ici en faisant ressortir des sous-facteurs comme la connaissance systémique des événements dus aux dangers naturels, la conscience de la problématique des risques possibles, la

connaissance sociale des normes et des règles, la connaissance des actions pouvant être entreprises et la connaissance de l'efficacité du potentiel des actions de protection. Pour chacun de ces sous-facteurs, il convient de développer les questionnements adaptés qui finalement donnent des renseignements lors des échanges avec les acteurs sur la raison pour laquelle l'action de protection étudiée n'est pas accomplie. L'analyse des acteurs employée relève certains défis qui consistent d'une part à rendre correctement le modèle opérationnel. D'autre part, un nombre suffisant d'acteurs doit être analysé pour parvenir à des assertions généralisables (voir chapitre 1.3 Procédure).

L'approche de l'analyse des acteurs permet au final de déduire des mesures grâce auxquelles les obstacles pourront être surmontés (figure 2). Le type de mesure découle des facteurs influençant l'action, qui ont été identifiés comme des obstacles. Si l'analyse des acteurs montre par exemple que des actions de protection ne sont pas entreprises par manque de connaissance, il convient de mettre en place en principe des mesures d'information. L'analyse des acteurs peut faire par ailleurs ressortir ce que contient la mesure (par exemple quel genre d'informations) et dans quelle situation l'acteur doit être informé (à quel endroit des acteurs doivent-ils par exemple « tomber » sur une information), afin que la mesure soit efficace. On dispose ainsi des données essentielles pour concevoir concrètement une mesure.

1.3 Procédure :

En utilisant le modèle d'action, les analyses suivantes ont été effectuées dans la présente étude :

- *Analyse des acteurs, possibilités d'action et situations* : Les mesures ne sont efficaces que si elles sont orientées sur l'acteur qui agit, sur l'action concrète de protection à mettre en œuvre par l'acteur et sur les situations concrètes. Il convient donc de différencier les acteurs en fonction de leurs prérequis, leurs motivations et leurs intérêts. Pour cet état des lieux et la solution opérationnelle du modèle d'action dans les questions liées aux acteurs, une analyse bibliographique et des entretiens exploratoires ont été conduits avec cinq experts et expertes de la prévention des dommages éléments naturels. Les résultats ont été complétés et validés avec le groupe d'accompagnement.
- *Analyse des obstacles entravant l'action* : Les obstacles qui font que les acteurs n'entreprennent pas les actions de protection dans des situations concrètes doivent être identifiés et évalués en fonction de leur niveau d'influence. Des questions clés ont découlé du modèle d'action schématique et des interviews avec des experts et des expertes. Ces questions ont permis de demander quels étaient les facteurs qui influençaient l'action ou la négligence d'une action de protection chez les acteurs. En tout, 17 représentants des groupes de travail ont été interrogés à cette étape.
- *Déduction de mesures sur la motivation à agir* : Sur la base des obstacles identifiés, on a déduit les mesures grâce auxquelles les acteurs pouvaient être soutenus pour

réaliser des actions de protection selon la situation. Afin d'aboutir, parmi les nombreuses mesures possibles, à celles qui promettent d'être efficaces, des projets de mesures ont été reproduits dans les entretiens avec 14 représentants des groupes d'acteurs selon leurs possibilités et leurs besoins.

Cette piste de recherche est appliquée aux exemples de cas concrets et particulièrement pertinents pour les assurances du bâtiment. La sélection des exemples de cas était basée sur l'élaboration des informations disponibles et l'état de la recherche qui a déjà été effectuée dans un avant-projet (voir bibliographie en annexe), ainsi que sur des discussions de fond exploratoires avec le groupe d'accompagnement et des expert-e-s dans une phase initiale du projet. À partir de ces travaux préparatoires, les exemples de cas suivants ont été sélectionnés :

- 1 Éviter les dommages sur les stores à lamelles dus aux tempêtes et à la grêle dans les bâtiments administratifs et de bureaux
- 2 Éviter les dommages aux bâtiments d'habitation causés par les crues et le ruissellement de surface
- 3 Éviter les dommages sur les installations de toit et l'enveloppe du bâtiment

Afin de sélectionner au mieux les exemples de cas, il était déterminant de connaître l'importance pour les assurances du bâtiment (montant du dommage, fréquence du dommage) ainsi que la pertinence des actions volontaires de protection pour chaque thème. Par ailleurs, on a cherché à couvrir une palette aussi large que possible d'acteurs avec le choix des exemples de cas.

Nous abordons ci-après brièvement quelques notions utilisées dans les exemples de cas :

- *Action de protection* : Par l'action de protection, nous définissons une action concrète entreprise par un acteur et pouvant empêcher ou réduire le dommage. Dans ce projet, nous analysons uniquement les actions de protection volontaires. Cela signifie que l'acteur est libre de réaliser ou pas l'action de protection (p.ex. : le propriétaire fait surélever le soupirail sur un bâtiment existant, même s'il n'y est pas obligé).
- *Situation incitant à l'action et à la décision* : Situation dans laquelle l'acteur se trouve au moment de sa décision pour ou contre une action de protection. Les situations qui nous intéressent sont celles dans lesquelles les actions de protection pertinentes devraient être entreprises ou dans lesquelles il y a le plus de probabilité que ces actions soient réalisées (p.ex. : après un sinistre).
- *Acteurs centraux* : Les acteurs qui réalisent les actions de protection pertinentes ou qui doivent en donner mandat (p.ex. : le propriétaire devant donner mandat pour l'élévation des soupiraux). Centraux signifie ici que nous ne pouvons pas étudier tous les acteurs possibles, mais seulement ceux dont les actions sont significatives.

- *Différenciation des cas* : Les actions de protection, les situations incitant à la prise de décision et les acteurs peuvent être différents en fonction des conditions existantes et des caractéristiques des bâtiments. Les principales différences sont utilisées pour structurer les exemples.

1.4 Structure du rapport

Ce rapport se compose de deux parties.

- *Partie 1 : Exemples de cas et obstacles entravant l'action* : Les chapitres 2 à 4 abordent les trois exemples de cas sélectionnés. L'analyse englobe des différenciations entre les cas, les acteurs centraux ainsi que les conditions cadres actuelles et les activités en cours. À partir de l'analyse, nous pouvons identifier des obstacles par cas et par acteur.
- *Partie 2 : Concepts de mesures et conclusions* : Le chapitre 5 est consacré aux mesures concrètes d'amélioration de la prévention des dommages éléments naturels. Il y est fait référence aux obstacles entravant l'action présentés dans la partie 1, ces obstacles devant être surmontés par la mesure. Le chapitre 6 clôt le rapport avec des conclusions et des recommandations à l'attention des ECA.

2 Dommages tempêtes sur stores à lamelles

Le premier exemple de cas porte sur les dommages aux stores à lamelles dus à des tempêtes ou la grêle. Nous nous limiterons ici toutefois aux bâtiments administratifs et de bureaux. Les maisons individuelles ne seront pas évoquées. Les actions de protection ont d'une part moins d'effet sur les maisons individuelles du point de vue des experts et d'autre part parce que le deuxième exemple de cas (voir chapitre 3) traite explicitement de bâtiments d'habitation de petite à moyenne hauteur. Les marquises, stores bannes, voiles solaires ou équipements d'ombrage similaires ne sont pas non plus pris en considération, car ils ne sont en général pas assurés par l'établissement d'assurance.

Selon la longueur des lamelles et le produit choisi, les stores à lamelles peuvent présenter une résistance contre des vents atteignant une vitesse entre 45 et 90 km/h, les nouveaux produits peuvent même faire face à des vitesses allant jusqu'à 120 km/h. De telles vitesses sont atteintes plus ou moins souvent, selon la région, l'emplacement et la hauteur du bâtiment. Ainsi, les bâtiments situés dans la ville densément construite de Zurich sont beaucoup moins souvent exposés à des vitesses de vent élevées que les bâtiments isolés dans les vallées à foehn. La survenance de dommages dus aux vents dépend par conséquent des points suivants :

- *Surface des fenêtres* : Plus les surfaces de fenêtres sont larges, plus les lamelles et les coulisses sont longues, ce qui réduit la capacité de résistance au vent. De plus, avec de grandes surfaces de fenêtres, cela prend plus de temps pour remonter tous les stores en cas d'événement. En effet, s'il y a beaucoup de moteurs, la remontée des stores doit être échelonnée afin de ne pas surcharger le système.
- *Hauteur du bâtiment* : Plus le bâtiment est élevé, plus les charges de vent ont tendance à être importantes, ce qui augmente la sensibilité aux dommages des stores à lamelles.
- *Caractéristiques du produit* : Plus les stores présentent une classe de résistance au vent faible, plus ils sont sensibles aux dommages dus au vent. D'une part, en raison de la faible résistance au vent elle-même. D'autre part, avec les dispositifs automatisés, les stores présentant des classes de résistance faibles doivent être remontés même pour des vitesses de vent relativement peu élevées, car il peut y avoir des pointes de rafales. C'est pour cette raison que les stores sont remontés par le dispositif automatique même quand le soleil brille. Les utilisateurs seront alors tentés de vouloir contrôler le dispositif automatique, le dérégler ou le bloquer (voir ci-après). Tous les stores à lamelles courants sont vulnérables à la grêle.

Afin d'éviter tout dommage, les stores à lamelles doivent être remontés en cas de vent fort et de grêle. Pendant les heures de travail, il est tout à fait envisageable de laisser aux utilisateurs des bâtiments de bureaux et/ou aux concierges le soin de relever les stores au moyen des commandes manuelles. Dans la pratique, il est peu probable qu'une grande importance soit accordée à ce genre de tâche.

Mis en relation avec des systèmes d'alerte (anémomètres, systèmes d'alerte), les dispositifs automatiques sont capables dans la plupart des bâtiments de garantir bien mieux que des personnes que les stores soient relevés à l'approche du danger. Les systèmes d'alerte grêle fonctionnent d'ailleurs de manière satisfaisante : les stores sont bien remontés en cas de grêle. Il y a parfois de fausses alertes, mais elles sont uniquement émises en cas de mauvais temps. De ce fait, les utilisateurs ne perçoivent pas comme gênant que les stores soient remontés inutilement suite à une alerte grêle. Il en est autrement avec le vent :

- Selon le produit et la largeur des lamelles, la remontée doit être déclenchée même si le vent affiche encore des vitesses relativement faibles, afin d'être sûr que les stores soient bien complètement en haut lorsque la violence du vent peut entraîner des dommages.
- Dans la pratique, les anémomètres installés sont soit trop peu nombreux, soit pas positionnés de manière optimale.

La remontée des stores même quand les conditions météorologiques ne présentent aucun danger dérange les utilisateurs du bâtiment, notamment quand le temps est ensoleillé. Les utilisateurs peuvent alors être tentés de dérégler ou de bloquer les anémomètres. De plus, les stores sont censés protéger le bâtiment de la chaleur du soleil. S'ils remontent quand le soleil brille, la chaleur pénètre dans les bâtiments, ce qui peut avoir des effets négatifs sur l'utilisation du bâtiment ainsi que sur la qualité de l'air ambiant et de la place de travail. En ce qui concerne le vent, il n'est donc pas clair aujourd'hui s'il est faisable techniquement d'installer sur tous les bâtiments des solutions d'automatisation capables de garantir dans la pratique aussi bien une protection adéquate contre les dommages qu'une grande qualité d'utilisation. L'automatisation ne proposerait en ce sens qu'une sécurité fictive par rapport au vent.

Les types de construction et les systèmes d'ombrage doivent être adaptés l'un à l'autre. Dans les bâtiments élevés fortement exposés, avec de grandes surfaces vitrées, des solutions de stores à lamelles peuvent vite atteindre les limites techniques, si bien qu'il s'avérerait judicieux d'examiner d'autres solutions d'ombrage et/ou concepts de façade pour empêcher les dommages.

2.1 Différenciations des cas et situations incitant à la prise de décision

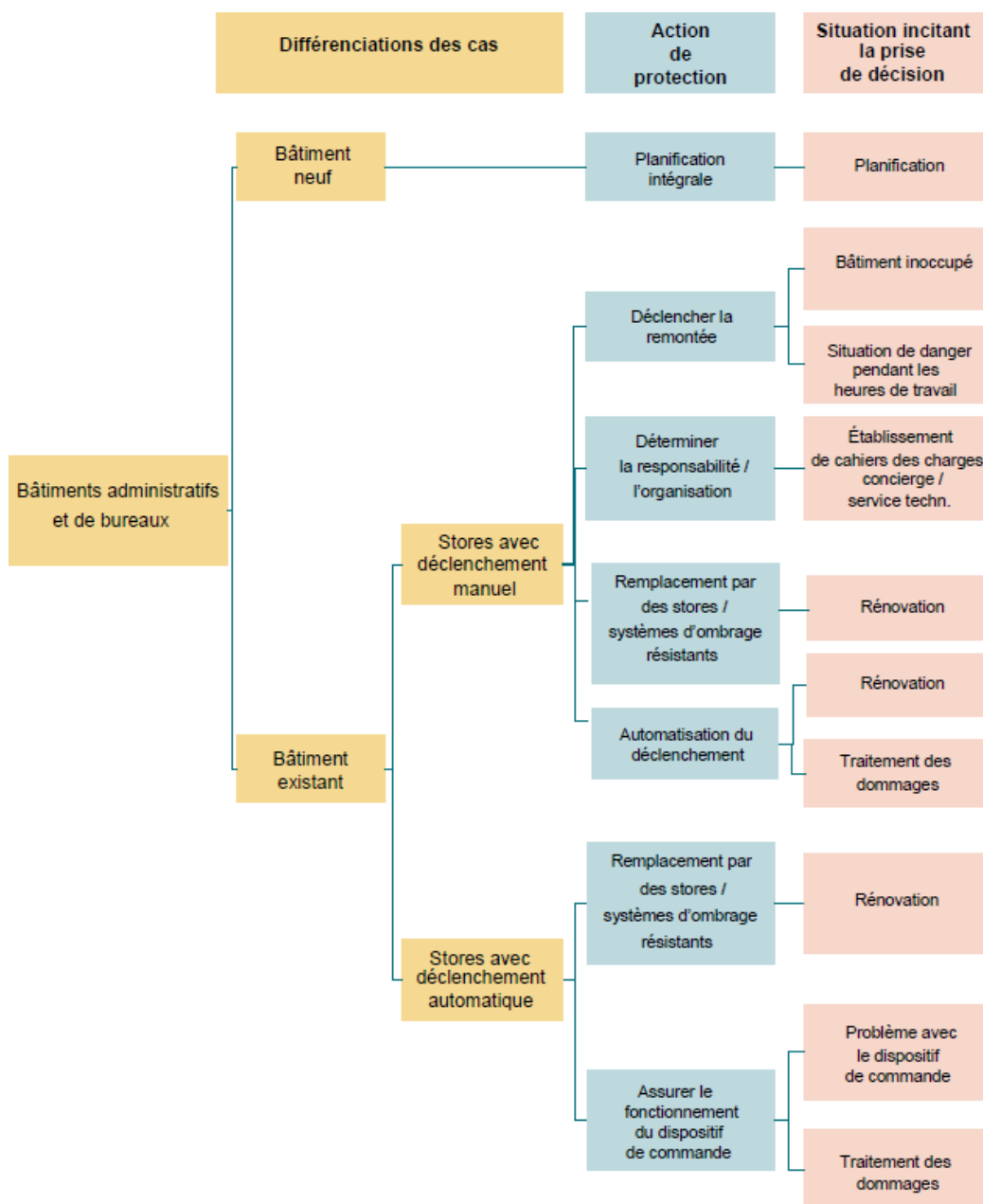
Selon qu'il s'agisse d'un bâtiment administratif et de bureaux existant ou nouveau et que les stores soient commandés manuellement ou qu'ils soient automatisés⁴, les acteurs et les possibles actions de protection varient. Chaque contexte favorise des actions de pro-

⁴ Si l'on part du principe que les dispositifs d'automatisation n'apportent pas jusqu'à présent le bénéfice escompté du point de vue des dommages dus au vent, il n'est plus si significatif de distinguer les stores pilotés de manière décentralisée et les stores manuels. Pour éviter les dommages dus à la grêle, il convient de poursuivre toutefois la solution de l'automatisation, c'est pourquoi la différenciation des cas est maintenue.

tection spécifiques : de la remontée manuelle / fonctionnement des stores par le concierge jusqu'à l'automatisation par des projeteurs ou les propriétaires.

La décision en faveur ou contre une action de protection se situe toujours dans un certain contexte d'action. Ce contexte, désigné ici par les situations incitant à la prise de décision, joue un rôle important dans le développement de mesures (voir chapitre 5). Par nature, les situations intéressantes pour la PDEN sont celles où il est le plus probable qu'une action de protection soit réalisée.

Le graphique suivant donne un aperçu des différenciations des cas (jaune), des actions de protection (bleu) et des situations qui incitent à la prise de décision (rouge).



econcept

Figure 3: Aperçu des différenciations des cas (jaune), des actions de protection (bleu) et des situations qui incitent à la prise de décision (rouge) dans l'exemple des « dommages tempêtes sur les bâtiments administratifs et de bureaux ».

2.2 Acteurs centraux :

À partir du schéma présenté ci-dessus, nous avons identifié et étudié les acteurs centraux. Lors de l'analyse, il convient de distinguer les situations « bâtiment neuf » et « bâtiment existant ».

2.2.1 Situation bâtiment neuf

Le choix de la solution d'ombrage la plus sûre possible pour un bâtiment neuf peut faire baisser durablement le risque de dommages pour de nombreuses années. Il s'agit donc de rechercher le concept de façade et d'ombrage approprié (ainsi que le système de stores dans le cas de stores à lamelles), ainsi que les éléments de commande et les solutions d'automatisation adéquats. Trois acteurs centraux jouent un rôle déterminant dans ce processus :

- *Architecte ou projeteur* : Les architectes et/ou les projeteurs sont en général impliqués dans la construction de nouveaux bâtiments et la rénovation de bâtiments de bureaux. Ils préparent la voie à la décision des maîtres d'ouvrage en faisant des propositions, en sollicitant des offres, en les transmettant aux maîtres d'ouvrage et en émettant des recommandations. Parallèlement, ils suivent aussi fortement les souhaits et les exigences des maîtres d'ouvrage.
- *Maître d'ouvrage* : Le maître d'ouvrage décide ensuite de la solution d'ombrage et du système de stores. Dans l'idéal, il formule des exigences à l'attention de l'architecte en ce qui concerne l'usage, la lumière et le climat ambiant : trois critères déterminants pour les solutions d'ombrage et de stores. Dans la pratique, seule une partie des maîtres d'ouvrage peut procéder ainsi et le fait (surtout les maîtres d'ouvrage professionnels). Dans tous les autres cas, des solutions sont développées sur la base des propositions des architectes.
- *Fournisseurs* : Ce sont eux réellement qui détiennent le savoir-faire pour leurs produits. Ils ont tendance à connaître mieux que les architectes la capacité de résistance de leurs produits, tout comme les dommages pouvant survenir ainsi que les déficits possibles des solutions d'automatisation. Ils sont intégrés très tôt, surtout dans les grands projets, notamment parce que le choix de la solution d'ombrage a un impact sur les coûts. Il n'existe par contre quasi jamais de collaboration ou d'échange avec les projeteurs de façades. Les fournisseurs peuvent présenter les avantages et les inconvénients des différentes solutions. Le choix incombe en revanche à l'architecte et au maître d'ouvrage. Généralement, les électriciens ne sont pas impliqués dans le processus de sélection même si ce sont eux qui installent les solutions d'automatisation. Les ingénieurs civils ne jouent non plus aucun rôle dans le choix des systèmes de stores.

2.2.2 Situation bâtiments existants

Sauf après un dommage ou en cas de remplacement de vieux stores, dans la pratique, il n'est pas vraiment possible de modifier la résistance à la grêle et au vent des lamelles et des systèmes de guidage (rails, cordelettes, fixations) sur les bâtiments existants. Cela veut dire qu'il n'est possible d'influencer la sécurité que par des mesures organisationnelles et des adaptations via une électrification, une centralisation ou une automatisation ultérieures. Sur les bâtiments existants, le rôle central est tenu par les acteurs qui se servent des stores, qui établissent les règles d'utilisation et/ou qui voient que les stores ne sont éventuellement pas remontés dans une situation de danger. Il s'agit en particulier des :

- *Services de gestion / administratifs / centraux* : Ces services s'occupent de tout ce qui est en lien avec la location et l'affectation. Mais ils sont aussi responsables de l'entretien du bâtiment (nettoyage, maintenance, petites réparations) et de la garantie de sa valeur. Ces tâches sont parfois assumées également par les *propriétaires*.
- *Concierges* : Ils réalisent les travaux de nettoyage, d'entretien et les petites réparations la plupart du temps de manière autonome. Après les utilisateurs, ce sont eux qui se trouvent le plus souvent dans le bâtiment ou sur la parcelle. Ils connaissent souvent les points faibles du bâtiment et le comportement des utilisateurs.
- *Utilisateurs du bâtiment* : Avec des stores manuels, ils peuvent empêcher les dommages grâce à un comportement approprié. Ce sont eux qui subissent les désagréments d'une automatisation défailante.

Les *propriétaires* tiennent souvent plutôt un rôle secondaire dans les mesures organisationnelles. Ils peuvent néanmoins confier aux services de gestion et administratifs des actions de protection et ils disposent, selon les cas, d'un droit regard et de décision.

2.3 Conditions cadres

Selon leur conception, tous les stores à lamelles courants peuvent être endommagés par le vent ou la grêle. Les normes SIA⁵ traitent donc des moyens de protection des stores : une part de la protection est assurée par des mesures organisationnelles en imposant de remonter les stores lorsque les vitesses de vent tolérables sont dépassées et en cas de grêle. La norme SIA 342 comprend des recommandations sur le choix de la classe de résistance au vent, en fonction de l'emplacement. Les directives sur la capacité souhaitée de résistance à la grêle des éléments de construction ne seront probablement considérées qu'avec la révision en cours de la norme SIA 261/1.⁶ Les établissements cantonaux d'assurance ont en outre développé en partenariat avec SRF Meteo un système d'alerte grêle qui permet de relever automatiquement les stores en cas de danger. Il

⁵ SIA 261, 261/1, 342.

⁶ Le répertoire grêle de l'AEAI donne des recommandations non contraignantes pour la protection grêle. Toutefois, aucun store à lamelles n'est inscrit dans le répertoire des produits.

existe déjà des systèmes d'alerte au vent mais leur fonctionnement n'est pas toujours satisfaisant dans la pratique.

2.4 Obstacles entravant l'action

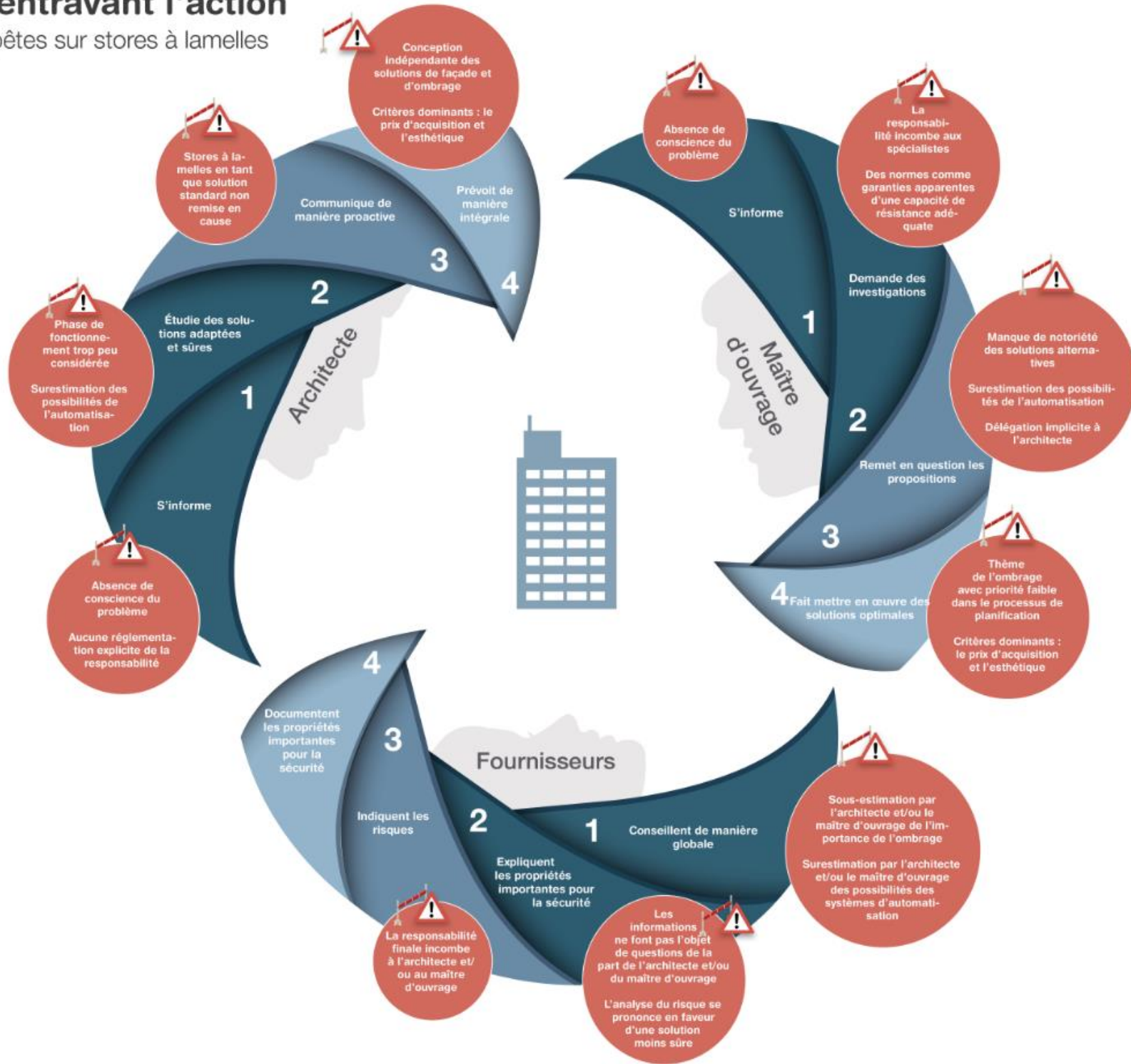
Pour réaliser des actions de protection et réduire les dommages, les acteurs doivent adopter un certain comportement. Du point de vue de la PDEN, ce comportement souhaité peut être désigné comme le comportement à adopter. Le comportement réel des acteurs est toutefois encore autre chose. Les mesures ont pour objectif d'inciter le plus grand nombre d'acteurs possibles à adopter le comportement requis. Pour développer des mesures efficaces, nous devons cependant savoir ce qui empêche les acteurs de se comporter de manière optimale du point de vue de la PDEN. Ces entraves sont appelées ici **obstacles entravant l'action** et nous les accompagnons d'un point d'exclamation (tant dans le graphique que dans les explications des chapitres suivants).

Le graphique ci-après reprend l'analyse du comportement des acteurs centraux (architecte, maître d'ouvrage, fournisseur). Les segments numérotés du cercle indiquent pour chaque acteur les meilleurs modes de comportement pour la prévention des dommages éléments naturels (comportement à adopter). Les numéros indiquent la corrélation et l'ordre chronologique des comportements. À chaque étape, il existe différents obstacles entravant l'action, décrits brièvement dans les ronds rouges. Les chapitres 2.4.1 à 2.4.3 contiennent une description plus détaillée du comportement à adopter et des obstacles entravant l'action.

Les obstacles entravant l'action cités ci-après se réfèrent exclusivement aux comportements qui, de notre point de vue, sont susceptibles d'être **influencés par des mesures volontaires**. Ne sont pas mentionnés les obstacles entravant l'action qui ne peuvent pas être influencés par des mesures volontaires.

Obstacles entravant l'action

Dommages tempêtes sur stores à lamelles



2.4.1 Obstacles entravant l'action de l'architecte

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **S'informer.** L'architecte s'informe sur l'aléa grêle. Il fait estimer au moins en gros les charges de vent possibles, notamment pour les bâtiments élevés et les emplacements exposés.*

- ⚠ **Absence de conscience du problème :** L'importance des dommages aux stores, les difficultés de mise en œuvre de solutions organisationnelles et d'automatisation ainsi que les solutions de substitution sont trop peu connues. Comme l'automatisation des stores au moyen d'anémomètres est presque standard au moins sur les nouveaux bâtiments et comme la grêle n'est souvent pas considérée par les architectes comme problématique, le danger pour les stores apparaît fréquemment comme un problème résolu.
- ⚠ **Aucune réglementation explicite de la responsabilité :** Les architectes ne ressentent pas l'obligation d'éviter les dommages dus à la grêle et au vent. Les incitations financières à ce niveau sont quasi inexistantes. Ils suivent de près les besoins des clients, c'est-à-dire les indications des maîtres d'ouvrage. Cette situation peut avoir pour conséquence que certaines choses soient laissées de côté par le maître d'ouvrage, en raison d'un manque de connaissance par exemple. Le sujet de la sécurité des stores est reporté en majorité à la phase d'utilisation.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Étudie des solutions adaptées et sûres.** L'architecte vérifie si des solutions d'ombrage et des systèmes d'automatisation sont adaptés et sûrs. Les informations nécessaires sont recueillies auprès des fournisseurs de stores.*

- ⚠ **Phase de fonctionnement trop peu considérée :** Un point essentiel semble reposer sur le fait que l'on réfléchit trop peu ou que l'on peut trop peu réfléchir à l'utilisation au quotidien lors de la planification et de la sélection de solutions de stores ou d'ombrage. On ne cherche pas assez à savoir s'il sera garanti que les stores seront relevés dans toutes les situations de danger et si le mode de fonctionnement des dispositifs de commande permet un ombrage adapté et une marche sans défaut.
- ⚠ **Surestimation des possibilités de l'automatisation :** Les problèmes de mise en œuvre de solutions organisationnelles et d'automatisations sont trop peu connus, notamment en ce qui concerne le vent.

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **Communique de manière proactive.** L'architecte communique de manière proactive avec les maîtres d'ouvrage. Il choisit avec eux les solutions de façade et d'ombrage.*

- ⚠ **Stores à lamelles en tant que solution standard non remise en cause :** Les stores à lamelles en tant que solution standard ne sont remis en question par aucune des parties.

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Prévoit de manière intégrale.** L'architecte prévoit une solution de manière intégrale, en tenant compte du climat ambiant, de la marche sans défaillance et de la sécurité face aux dangers. Les exigences sont communiquées aux fournisseurs.*

- ⚠ **Conception indépendante des solutions de façade et d'ombrage** : Les solutions d'ombrage sont conçues indépendamment des façades et des fenêtres. Aucune conception intégrale n'a lieu. Il en résulte une conception qui n'est pas optimale.
- ⚠ **Critères dominants : le prix d'acquisition et l'esthétique.** Tendance à se concentrer sur l'esthétique, sur les conditions de lumière dans les pièces intérieures et sur la protection contre les effractions. La résistance au vent et la résistance à la grêle sont quant à elles des sujets assez délaissés. Par ailleurs, le choix d'un système de stores à lamelles meilleur marché et moins résistant peut *apparemment* permettre de réaliser d'autres économies, indépendamment des autres propriétés du bâtiment, même dans une phase ultérieure du projet. Par exemple : pour compenser des surcoûts survenus autre part.

2.4.2 Obstacles entravant l'action du maître d'ouvrage

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **S'informe.** Le maître d'ouvrage traite des dangers naturels et reconnaît le potentiel de dommages avec les solutions d'ombrage.*

- ⚠ **Absence de conscience du problème** : Absence de conscience du potentiel de dommages dus au vent et à la grêle d'une part. D'autre part, méconnaissance des désagréments et des restrictions d'utilisation temporaires (en lien avec la montée de la température dans le bâtiment) que peut entraîner un dommage aux stores à lamelles et qui ne sont pas couverts par l'assurance du bâtiment.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Demande des investigations.** Le maître d'ouvrage souhaite clairement une solution d'ombrage la plus sûre possible et fonctionnant le mieux possible même quand il vente. Il charge l'architecte de procéder aux investigations nécessaires.*

- ⚠ **La responsabilité incombe aux spécialistes** : Le maître d'ouvrage considère que la responsabilité incombe aux spécialistes. Il suppose que l'on construit « automatiquement » en se préoccupant de la sécurité contre les dangers.
- ⚠ **Des normes comme garanties apparentes d'une capacité de résistance adéquate** : Le respect de normes est considéré comme la garantie de solutions appropriées en termes de résistance.

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **Remet en question les propositions.** Le maître d'ouvrage remet en question les propositions relatives à la sécurité et à la fonctionnalité des stores à lamelles. Il demande le cas échéant des solutions alternatives.*

- ⚠ **Manque de notoriété des solutions alternatives** : Les solutions alternatives sont encore peu répandues. Elles sont de ce fait aussi peu connues des maîtres d'ouvrage.
- ⚠ **Surestimation des possibilités de l'automatisation** : On connaît peu les problèmes liés aux dispositifs de commande automatiques et leur possible influence négative sur les utilisateurs. On s'imagine que le problème est forcément réglé si une automatisation est installée.
- ⚠ **Délégation implicite à l'architecte** : L'ombrage est seulement l'un des nombreux sujets que le maître d'ouvrage est censé aborder. Il ne s'agit sans doute pas d'un point essentiel pour lui. C'est la raison pour laquelle il aura tendance à déléguer implicitement à l'architecte le règlement de la question. Comme la délégation n'est pas explicite, l'architecte ne se sent pas compétent (voir ci-dessus).

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Fait mettre en œuvre des solutions optimales.** La façade et le système d'ombrage garantissent un climat ambiant agréable, un cadre de travail sans dérangement et une sécurité adaptée contre les dangers.*

- ⚠ **Thème de l'ombrage avec priorité faible dans le processus de planification** : Le système d'ombrage tient en général une place faiblement prioritaire dans le processus de planification.
- ⚠ **Critères dominants : le prix d'acquisition et l'esthétique.** Cela est valable aussi pour les maîtres d'ouvrage (voir obstacle entravant l'action de l'architecte).

2.4.3 Obstacles entravant l'action des fournisseurs

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **Conseillent de manière globale.** Les fournisseurs parlent de la capacité de résistance au vent et à la grêle lors des consultations de conseil ou dans le cadre de leur argumentaire de vente.*

- ⚠ **Sous-estimation par l'architecte et/ou le maître d'ouvrage de l'importance de l'ombrage** : Les fournisseurs n'ont que peu de possibilités d'apporter leur savoir-faire complet. Leurs propositions rencontrent une attention limitée.
- ⚠ **Surestimation par l'architecte et/ou le maître d'ouvrage des possibilités de l'automatisation** : Les architectes et les maîtres d'ouvrage supposent que tout est possible grâce à l'automatisation. Il est difficile de communiquer sur les limites techniques quand on souhaite en même temps vendre ses propres produits.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Expliquent les propriétés importantes pour la sécurité.** Mise en avant dans les offres de la capacité de résistance à la grêle et au vent.*

Indication de la vitesse de vent à partir de laquelle le dispositif automatique fait remonter les stores.

- ⚠ **Les informations ne font pas l'objet de questions de la part de l'architecte et/ou du maître d'ouvrage** : Les déclarations conduisent à une charge de travail supplémentaire en raison des questions qu'elles suscitent en retour. Si ces informations ne font pas l'objet de demandes d'explication explicites, cet investissement ne présente qu'un faible attrait.
- ⚠ **L'analyse du risque se prononce en faveur d'une solution moins sûre** : Les calculs de la rentabilité qui tiennent compte de la couverture des dommages peuvent conduire au choix d'une solution moins résistante.

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **Indiquent les risques.** Les fournisseurs indiquent à l'architecte et/ou au maître d'ouvrage les risques élevés que présentent les solutions proposées/commandées.*

- ⚠ **La responsabilité incombe à l'architecte et/ou au maître d'ouvrage** : Le fait d'aborder le sujet de la sécurité contre les dangers après l'attribution du mandat ou dans la phase de l'appel d'offre entraîne des surcoûts pour le fournisseur (p.ex. : réalisation de variantes). L'offre risque aussi de ne pas correspondre aux souhaits des acheteurs potentiels. Les variantes et les suggestions des fournisseurs ne sont pas toujours souhaitées.

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Documentent les propriétés importantes pour la sécurité.** Les fournisseurs documentent les capacités de résistance et les modes de fonctionnement des dispositifs de commande automatiques à l'attention des propriétaires et des utilisateurs ultérieurs.*

Aucun obstacle entravant l'action n'a été identifié pour ce comportement à adopter.

3 Dégâts des eaux dans des bâtiments d'habitation

Dans l'exemple « Éviter les dommages aux bâtiments d'habitation causés par les crues et le ruissellement de surface » sont abordés des dommages qui peuvent être causés par un niveau d'eau relativement faible (10 cm au-dessus de la surface du terrain par exemple) dans des **bâtiments d'habitation de petite à moyenne hauteur**. Les inondations plus importantes ne sont pas au centre des préoccupations de l'analyse.

Les catégories suivantes de mesures de protection peuvent en principe permettre d'empêcher des dommages :

- Mesures sur la limite du terrain pour empêcher la pénétration d'eau sur la parcelle (concept de protection intégral).
- Mesures sur le bâtiment pour empêcher la pénétration d'eau dans le bâtiment. Il est possible de distinguer les mesures d'étanchéification des mesures écran.
- Inondation contrôlée dans le bâtiment pour laquelle la pénétration d'eau est tolérée. Mais l'utilisation dans le bâtiment est réorganisée et/ou des matériaux insensibles à l'eau sont utilisés afin qu'aucun dommage ne survienne.

S'il n'est pas possible ou s'il n'est pas pertinent de mettre en place des solutions relevant de la construction, des **actions de protection organisationnelles** peuvent être prises en considération. Ces actions doivent toutefois être planifiées. L'organisation de l'alarme peut comporter des plans d'évacuation dans les zones où il n'est pas possible d'installer un écran. La mise en service de mesures de protection mobiles doit aussi être réglée par le biais de l'organisation de l'alarme.

Les actions au niveau de l'aménagement du territoire, des normes ou des lois ne sont pas prises en considération ici, car l'attention porte sur les actions de protection volontaires. Nous ne nous intéressons pas non plus aux mesures d'entretien, car la planification d'actions de protection est mise en avant.

3.1 Différenciations des cas et situations incitant à la prise de décision

Dans l'exemple, il convient de distinguer les bâtiments existants des nouveaux bâtiments ou des rénovations (voir graphique ci-après).

Les architectes sont en règle générale impliqués quand il s'agit de **nouveaux bâtiments ou de rénovations**. Un permis de construire doit être obtenu. À certains moments, il est possible d'influencer plusieurs acteurs afin qu'ils tendent vers un mode de construction sûr. La distinction entre les projets de constructions neuves et les rénovations peut alors avoir une influence sur la proportionnalité des mesures. Pour les nouveaux bâtiments, des mesures de protection des ouvrages peuvent être planifiées plus simplement dès le début, tandis que la substance existante dans des rénovations peut rendre difficile la

mise en œuvre de mesures. Les acteurs impliqués, leurs actions ainsi que les obstacles fondamentaux qui entravent l'action sont toutefois identiques dans les deux cas.

Dans le cas de **bâtiments existants**, les possibilités offertes en vue d'améliorer la prévention des dommages éléments naturels sont plus limitées. Les propriétaires ne savent généralement pas que leur bâtiment est potentiellement menacé. Ils n'ont dès lors pas l'occasion de viser une amélioration de la protection de l'ouvrage. C'est après un sinistre que les conditions sont les meilleures pour influencer les propriétaires. Ceux-ci sont directement sensibilisés et doivent de toute façon entreprendre des travaux de rénovation. Les estimations périodiques des bâtiments par l'établissement d'assurance sont aussi l'occasion pour les propriétaires d'entrer en contact avec des spécialistes. Une formation continue devrait toutefois être offerte aux estimateurs afin qu'ils puissent acquérir les compétences leur permettant d'évaluer la protection mise en place pour l'ouvrage. Enfin, les autorités ou les établissements d'assurance peuvent aussi désigner activement une menace potentielle (par exemple : lors de la publication de nouvelles cartes des dangers). Ces approches ne font pas l'objet d'une étude approfondie dans l'analyse des acteurs ci-après. Mais elles sont mentionnées dans le chapitre sur les possibilités de mesures.

Il existe en principe différentes situations pour les projets de construction, selon s'ils se situent à l'intérieur ou en dehors de **zones menacées par les crues**. Le système de protection contre les crues distingue les zones de dangers de couleur rouge, bleue et jaune / jaune-blanc. Les contraintes et les restrictions sont régies différemment selon les cantons. Il est en général interdit d'ériger de nouveaux bâtiments dans les zones rouges (sauf exception). La plupart du temps dans les zones bleues, un permis de construire peut être obtenu à condition de présenter une preuve de protection de l'ouvrage pour les nouveaux bâtiments et les rénovations. Les MPO représentées sur la preuve de protection de l'ouvrage et approuvées par les autorités et/ou par l'ECA doivent être mises en œuvre. Dans les zones jaunes, certains cantons et certaines communes demandent une preuve de protection de l'ouvrage sous forme d'auto-déclaration. Le maître d'ouvrage y confirme avoir déterminé et pris en compte tout risque de crue. La mise en œuvre des mesures est volontaire dans la majorité des cas. Les zones menacées par les crues ne se réfèrent pas aux **aléas ruissellement de surface**. Tel que le montre la figure 2, il se peut que la réglementation relative à la protection contre les crues soit certes relativement sévère pour un ouvrage situé dans une zone bleue menacée par des crues, mais que la protection contre le ruissellement de surface repose quant à elle sur une démarche volontaire. La distinction selon laquelle un ouvrage se situe dans une zone menacée par les crues ne se rapporte qu'à une partie de la protection globale des ouvrages.

La décision en faveur ou contre une action de protection s'inscrit toujours dans certaines conditions qui incitent à la prise de décision. Le graphique suivant donne un aperçu des différenciations des cas (jaune), des actions de protection (bleu) et des situations qui incitent à la prise de décision (rouge).

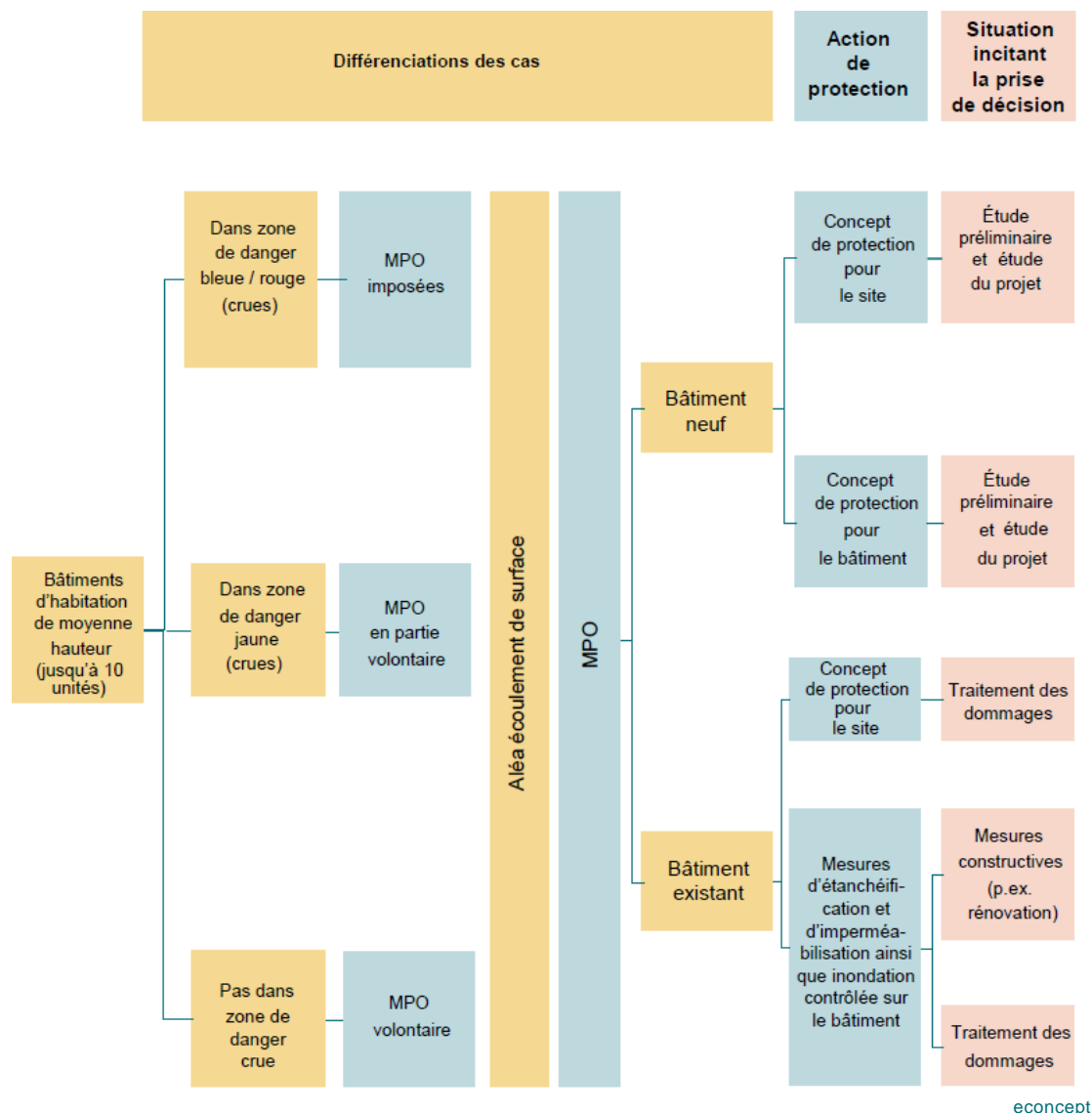


Figure 4: Différenciations des cas, exemple « Dégâts des eaux sur des bâtiments d'habitation »

3.2 Acteurs centraux

Deux acteurs centraux ressortent de l'analyse des exemples, chacun jouant un rôle décisif en soi, mais s'influencent aussi fortement mutuellement :

- *Maître d'ouvrage ou propriétaire* : Le maître d'ouvrage ou le propriétaire décide au final quel degré de sécurité contre les dangers doit être appliqué au bâtiment. Il mandate l'architecte pour la planification en conséquence. S'il a été sensibilisé aux dangers naturels, il peut pousser l'architecte (même si celui-ci n'a pas été sensibilisé au sujet) à travailler en ce sens.
- *Architecte* : L'architecte planifie le bâtiment en fonction des besoins du maître d'ouvrage et des spécifications en vigueur qui doivent être respectées pour la construction. Les architectes qui ont été sensibilisés aux dangers naturels peuvent influencer un maître d'ouvrage non ouvert sur le sujet en lui montrant quels dangers existent,

quels effets ils peuvent avoir et comment ceux-ci peuvent être limités par des mesures constructives.

Les autres acteurs prenant part à la planification et à la mise en œuvre tels que les ingénieurs spécialisés, les paysagistes, les artisans et les horticulteurs suivent en règle générale les instructions des architectes, raison pour laquelle ils ne font pas l'objet d'une étude poussée ici.

Les autorités délivrant les permis de construire et les ECA peuvent exercer une influence significative sur la protection des ouvrages d'un bâtiment. Dans la plupart des cantons, ils interviennent toutefois relativement tard dans le déroulement normal d'un projet de construction. Ils ne font donc pas l'objet de l'analyse des acteurs. Dans les concepts de mesure, ils sont par contre considérés comme des outils d'influence sur les acteurs décisifs pour les mesures.

3.3 Conditions cadres

Les conditions cadres suivantes et les activités courantes sont déterminantes pour les autres réalisations :

- *Cartes de l'aléa ruissellement* : Depuis le 4 juillet 2018, des cartes de l'aléa ruissellement sont disponibles pour toute la Suisse. La carte est déjà utilisée dans le canton de Lucerne depuis 2016. Tout comme une carte indicative, elles indiquent les endroits où peut se former un fort ruissellement de surface pour un épisode centennal. Une distinction est établie entre les profondeurs d'écoulement > 25 cm, de 10 à 25 cm et < 10 cm. Les cartes de l'aléa ruissellement n'ont pour l'instant aucune portée juridique. Elles facilitent toutefois l'information et la sensibilisation des acteurs sur le sujet.
- *Évacuation des eaux* : La norme suisse SN 592000 régit l'évacuation des eaux des biens-fonds. Il convient de concevoir des canalisations pour des événements survenant tous les 5 à 10 ans. Les événements de plus forte intensité peuvent entraîner des reflux ou des écoulements depuis la rue ou depuis les parcelles voisines. Le plan d'évacuation des eaux prend seulement en considération l'eau provenant des toitures et des places en dur. Les espaces verts n'entrent pas en ligne de compte. Les événements liés aux crues et au ruissellement de surface ne sont donc pas concernés. La norme porte ainsi sur une « fausse sécurité ».
- *Consultation norme SIA 261/1* : La consultation est ouverte jusqu'à fin juillet 2018 sur la norme révisée « Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires ». Dans le projet de la consultation, les chapitres sur les dangers naturels gravitationnels et sur la grêle ont été complètement révisés et significativement complétés. Selon les termes du projet en cours, les dangers liés au ruissellement de surface ainsi que les catégories fondamentales de mesures de protection sont désormais également mentionnés.

- *Documentation SIA D 0260* : La SIA rédige actuellement la documentation « Entwerfen und Planen mit Naturgefahren » (*Tenir compte des dangers naturels dans la planification*) qui devra aider les architectes à reconnaître le plus efficacement possible les dangers naturels et à les intégrer en conséquence dans les phases de prestations.

3.4 Obstacles entravant l'action

Dans les projets de construction, les mesures de protection contre les dangers naturels (crues ou ruissellement de surface dans le présent cas) devraient en principe être intégrées le plus tôt possible dans la planification. Si l'on constate que la protection de l'ouvrage est insuffisante seulement au moment de souscrire l'assurance des bâtiments en construction ou seulement au cours du processus de demande de permis de construire, c'est relativement tard car toute modification ultérieure des plans peut s'avérer soit laborieuse, soit pénible.

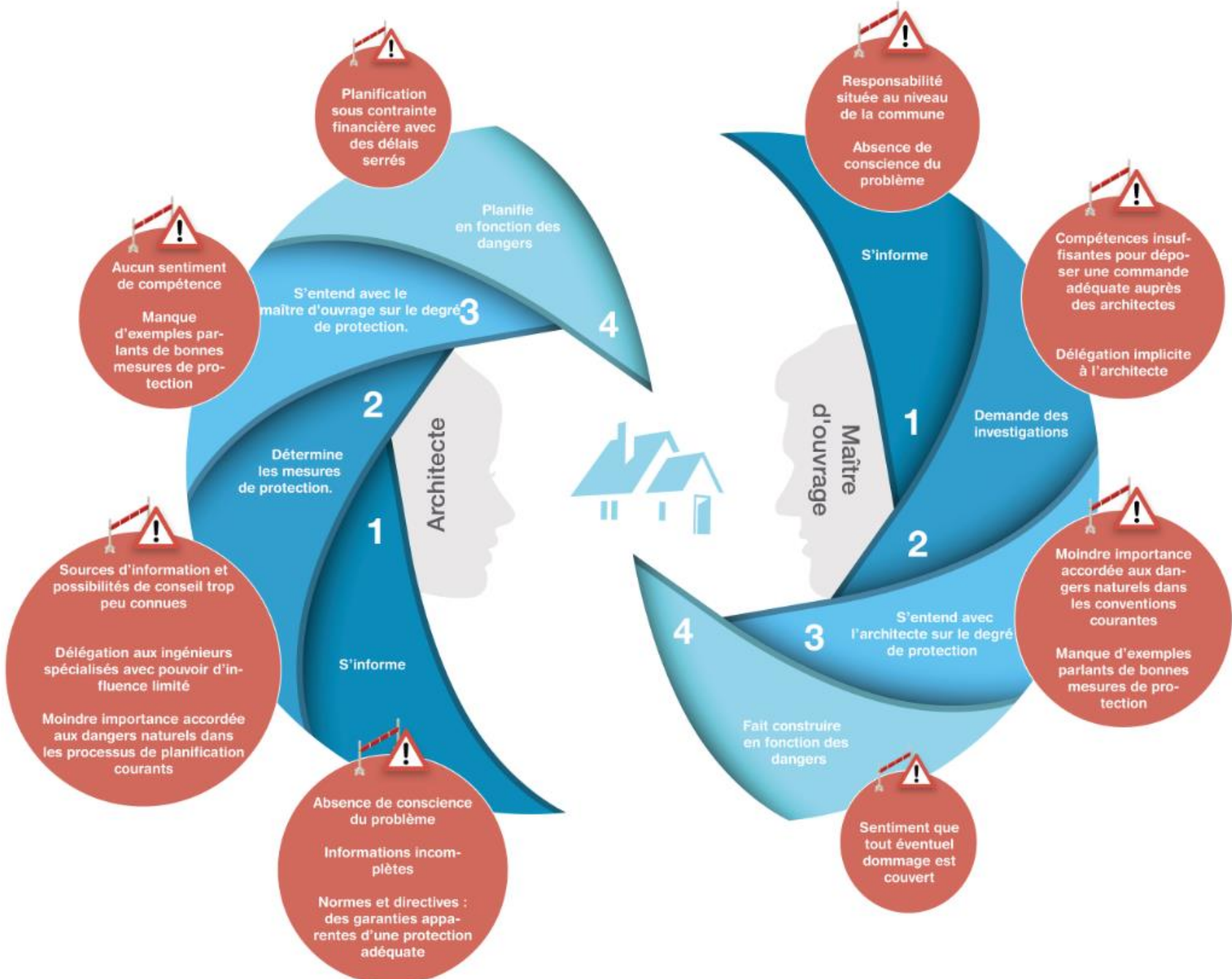
C'est pourquoi, idéalement, les architectes déterminent dès le début du projet la situation de danger afin d'avoir plus de chances de prévenir les dommages. Ils évoquent leur estimation de l'aléa avec le maître d'ouvrage et ils discutent du degré de protection contre les dangers naturels que le bâtiment doit présenter, en allant même au-delà des objectifs de protection imposés. Les objectifs de protection retenus sont posés par écrit. Le reste de la planification s'oriente sur ce qui a été convenu afin d'aboutir au final à une planification et une exécution adaptées aux dangers.

Le graphique ci-après reprend l'analyse du comportement des acteurs centraux (architecte, maître d'ouvrage). Les segments numérotés du cercle indiquent pour chaque acteur les meilleurs modes de comportement pour la prévention des dommages éléments naturels. Les numéros indiquent la corrélation et l'ordre chronologique des comportements. À chaque étape, il existe différents obstacles entravant l'action, décrits brièvement dans les ronds rouges. Les chapitres 3.4.1 et 3.4.2 contiennent une description plus détaillée du comportement à adopter et des obstacles entravant l'action.

Les obstacles entravant l'action cités ci-après se réfèrent exclusivement aux comportements qui, de notre point de vue, sont susceptibles d'être **influencés par des mesures volontaires**. Ne sont pas mentionnés les obstacles entravant l'action qui ne peuvent pas être influencés par des mesures volontaires.

Obstacles entravant l'action

Dégâts des eaux dans des bâtiments d'habitation



3.4.1 Obstacles entravant l'action de l'architecte

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **S'informer.** L'architecte s'informe sur le potentiel de risques liés à l'eau.*

- ⚠ **Absence de conscience du problème** : Les architectes manquent de connaissances relatives aux dangers dus à l'eau. L'observation des cartes de risques de crues repose sur la pratique en matière de permis de construire. Les mesures nécessaires de protection des ouvrages sont néanmoins toujours souvent intégrées (trop) ultérieurement à la planification. La problématique des dommages dus au ruissellement de surface est bien moins connue. Une protection des ouvrages qui va au-delà de la planification obligatoire de l'évacuation des eaux n'est la plupart du temps prise en considération que si le maître d'ouvrage le demande explicitement.
- ⚠ **Normes et directives : des garanties apparentes d'une protection adéquate** : Les architectes procèdent à la planification consciencieusement et dans le respect des normes. Communément, on part du principe que le respect des normes permet de garantir un niveau suffisant de sécurité même contre les dangers naturels. On se heurte aussi parfois à des normes qui se contredisent (p.ex. : hauteur du seuil contre accès pour les personnes handicapées).
- ⚠ **Informations incomplètes** : L'accès aux informations permettant d'estimer le potentiel de risques est jugé trop compliqué. Tandis que les cartes de risques de crues sont de plus en plus connues, les autorités et les voisins sont considérés comme les seules sources d'information permettant de déterminer laborieusement les risques liés au ruissellement de surface.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Détermine les mesures de protection.** L'architecte étudie suffisamment tôt et de manière proactive les possibles mesures de protection. Il définit des variantes sur la manière de les réaliser.*

- ⚠ **Sources d'information et possibilités de conseil trop peu connues** : Les personnes interrogées ne connaissent pas la plateforme d'information complète protection-dangers-naturels.ch. De la même manière, la plupart des personnes ne sont pas conscientes qu'il existe des recommandations sur ce domaine ou qu'elles peuvent se faire conseiller par les ECA.
- ⚠ **Délégation aux ingénieurs spécialisés avec pouvoir d'influence limité** : Les éventuelles mesures de protection des ouvrages à entreprendre sont souvent déléguées aux ingénieurs spécialisés. Il peut être problématique que cela se passe au moment où il n'est plus possible de modifier que de manière limitée la planification architecturale complète. Les mesures agissent comme « complément » et sont limitées au minimum.

- ⚠ **Moindre importance accordée aux dangers naturels dans les processus de planification courants** : On accorde aujourd'hui peu d'importance à la prise en compte de mesures de protection des ouvrages au-delà du minimum exigé par les normes et les directives.

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **S'entend avec le maître d'ouvrage sur le degré de protection.** L'architecte communique de manière proactive avec le maître d'ouvrage. Il définit avec celui-ci le degré de protection.*

- ⚠ **Aucun sentiment de compétence** : De par l'absence de sensibilisation des maîtres d'ouvrage sur la question, les architectes sont rarement chargés de poser des objectifs de protection complets. Les accords passés couramment entre les acteurs impliqués (architecte, maître d'ouvrage, ingénieur spécialisé) portent rarement sur des objectifs de protection contre les dangers naturels, sauf dans le domaine de la résistance sismique et en partie de l'étanchéité. Les acteurs ne connaissent pas la « Check-list pour la planification et la mise en œuvre de mesures de protection⁷ » des établissements cantonaux d'assurance, qui reprend tous les dangers naturels. Les architectes ne tendent pas à se sentir responsables d'une protection des ouvrages globale, qui irait au-delà des prescriptions et des exigences des normes.

- ⚠ **Manque d'exemples parlants de bonnes mesures de protection** : Les architectes ne disposent pas d'exemples appropriés pour illustrer le potentiel de dommages et pour pouvoir montrer à quoi pourraient ressembler les mesures de protection des ouvrages, ce qu'elles apporteraient et ce qu'elles coûteraient.

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Planifie en fonction des dangers.** L'architecte planifie le bâtiment et ses alentours en fonction des dangers.*

- ⚠ **Planification sous contrainte financière avec des délais serrés** : La mise en œuvre effective du niveau de protection grossièrement défini par une convention peut échouer face aux contraintes financières et temporelles, qui viennent s'ajouter à la planification des mesures de protection. Ces contraintes ne sont pas prioritaires, face aux principales tâches à accomplir.

3.4.2 Obstacles entravant l'action des propriétaires et des maîtres d'ouvrage

Les propriétaires ou les maîtres d'ouvrage décident au final quelles mesures facultatives de protection des ouvrages ils souhaitent réaliser pour leur bâtiment. Ils peuvent par ailleurs influencer les architectes en leur demandant de tenir compte de la prévention des dommages éléments naturels. Les deux approches sous-entendent une certaine conscience de la problématique, des compétences correspondantes et des conditions cadres favorables, autant de prérequis qui ne sont actuellement pas suffisamment remplis.

⁷ La check-list peut être traitée en ligne (www.protection-dangers-naturels.ch/test.html) ou téléchargée (www.protection-dangers-naturels.ch/outils/telechargements.html)

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **S'informer**. Le maître d'ouvrage s'intéresse au potentiel de risques.*

- ⚠ **Absence de conscience du problème** : Il est rare que les propriétaires privés et les maîtres d'ouvrage aient été dans une certaine mesure sensibilisés au sujet. Cela peut arriver par exemple quand ils ont été confrontés par le passé à un événement dommageable, les incitant ensuite à pousser les architectes vers une planification incluant la résistance aux dangers naturels.
- ⚠ **Responsabilité située au niveau de la commune** : En construisant sur une parcelle mise en zone, on part du principe que la parcelle est « apte à la construction », sans autre information. Protéger la parcelle de l'eau est considéré comme l'une des missions de la commune.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Demande des investigations**. Le maître d'ouvrage charge l'architecte de déterminer des mesures de protection des ouvrages.*

- ⚠ **Des compétences insuffisantes pour déposer une commande adéquate auprès des architectes** : Les maîtres d'ouvrage privés ne disposent justement pas des compétences pour interpellier les architectes sur la protection des ouvrages. Les aides pratiques existantes sont peu connues.
- ⚠ **Délégation implicite à l'architecte** : Le maître d'ouvrage compte sur l'architecte pour réaliser une construction sûre (contre les dangers).

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **S'entend avec l'architecte sur le degré de protection**. Le maître d'ouvrage et l'architecte conviennent ensemble du niveau de protection et le fixent par écrit.*

- ⚠ **Moindre importance accordée aux dangers naturels dans les conventions courantes** : La construction de maisons individuelles fait rarement l'objet de conventions d'utilisation⁸ dans lesquelles peuvent être décrits les objectifs d'utilisation et de protection ainsi que les conditions, les exigences, les prescriptions et les risques particuliers. De plus, les conventions d'utilisation ne traitent généralement pas tous les dangers naturels.
- ⚠ **Manque d'exemples parlants de bonnes mesures de protection** : En l'absence d'exemples, les maîtres d'ouvrage ne peuvent pas se représenter l'importance que peuvent revêtir les mesures d'un point de vue esthétique et financier pour atteindre certains objectifs de protection. Les « bons exemples » sont peu connus.

⁸ L'objectif et le contenu d'une convention d'utilisation sont fixés dans la norme SIA 260 « Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses ». En vertu de la norme, la convention est prévue par principe pour tout type de bâtiment. Mais dans la pratique, elle est établie la plupart du temps dans une forme rudimentaire, voire pas du tout, pour les maisons individuelles.

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Fait construire en fonction des dangers.** Le maître d'ouvrage confie la planification en fonction des dangers et la mise en œuvre du bâtiment et des alentours.*

- △ **Sentiment que tout éventuel dommage est couvert** : On suppose qu'il n'y a aucun intérêt à investir dans la protection des ouvrages car les éventuels dommages font l'objet d'indemnisations versées par l'établissement d'assurance. Les dommages non monétaires tels que la perte de souvenirs, les désagréments ou les contraintes restent abstraits quand on n'y est pas confronté. Ils ne rentrent pas dans le calcul du rapport coûts-bénéfice.

4 Dommages aux installations de toit et à l'enveloppe du bâtiment

Cet exemple permet d'étudier de plus près la réalisation sûre contre les dangers naturels des installations de toit et de l'enveloppe du bâtiment. Le sujet a tendance à gagner en importance car de plus en plus d'installations onéreuses sont installées aujourd'hui dans les bâtiments (modules photovoltaïques, capteurs solaires, installations de climatisation, éléments de valeur en façade, etc.) L'exemple se limite intentionnellement aux rénovations et assainissements de bâtiments existants.

Les dangers naturels étudiés sont la neige, la grêle et le vent/les tempêtes. Tandis que les installations solaires peuvent être endommagées par le vent, la neige et la grêle, le vent et la neige ne posent pas un grand problème pour les façades.

Sur les installations photovoltaïques tout comme sur les capteurs thermiques, les dommages dus au vent et à la neige sont plus fréquents que ceux liés à la grêle. Le vent peut arracher les installations de leurs ancrages et/ou les comprimer. Même la neige peut compresser, voire casser les modules ou les systèmes de montage. La neige ne représente toutefois un problème que pour les installations de toit et non pour les installations en façade. La grêle peut endommager les surfaces.

Les façades sont surtout concernées par la grêle. Les dommages dus à la neige n'entrent pas en question. Quant aux dommages dus au vent, ils sont rares. Les isolations extérieures, les façades suspendues tout comme les façades double-peau peuvent être réalisées avec différentes classes de résistance à la grêle. Les dommages surviennent lorsque la taille des grêlons dépasse la capacité de résistance des produits posés.

Quand il s'agit de réaliser des installations de toit et une enveloppe du bâtiment sûres contre les dangers naturels, il existe les actions de protection suivantes :

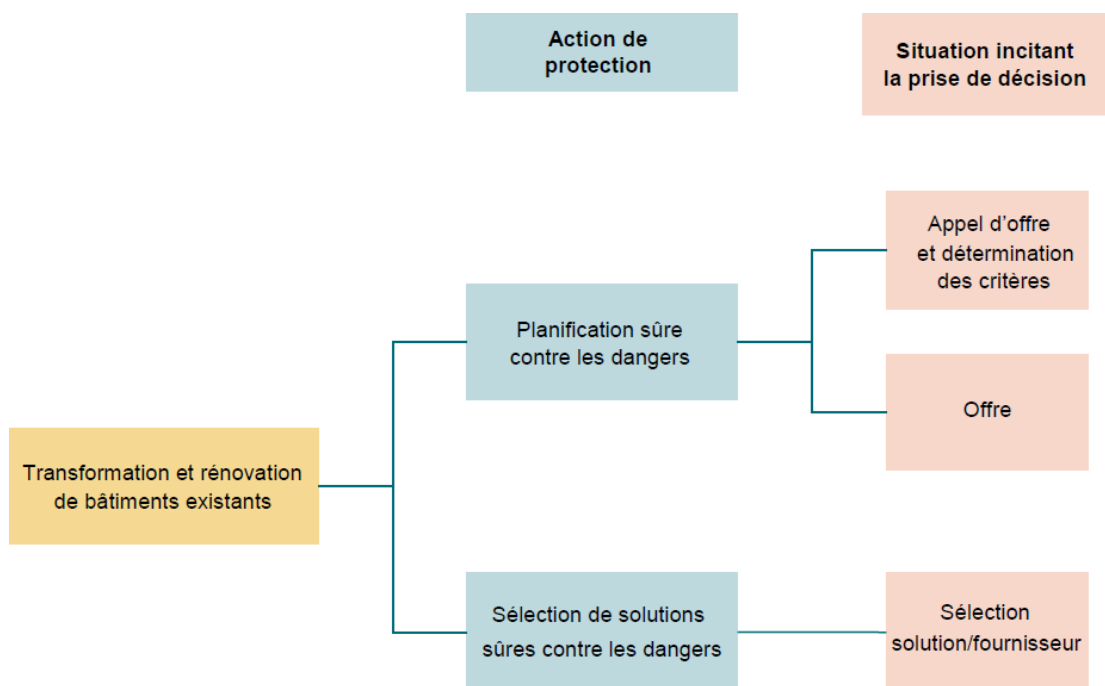
- *Planification sûre contre les dangers* par les fournisseurs, les projeteurs ou les architectes. Pour les systèmes photovoltaïques, les installations solaires thermiques ou les installations de climatisation plus petites, la planification est souvent effectuée par les fournisseurs. Pour les installations de climatisation plus grandes et les façades, la planification est plutôt élaborée par les projeteurs, souvent sous l'égide d'un architecte.
- *Choix de solutions sûres contre les dangers* par les propriétaires ou les maîtres d'ouvrage.

Les projeteurs doivent respecter des exigences plus élevées, notamment pour les installations solaires : il n'est pas rare en Suisse que des produits proposés et posés soient des produits certifiés par des normes européennes, qui permettent de mettre en place des installations sûres, *dans la mesure où ils sont correctement utilisés*. Les produits ne sont cependant pas toujours choisis et combinés pour les lieux les plus propices, ce qui pose problème. Tous les produits certifiés ne peuvent pas forcément être utilisés dans

les régions à neige, celles soumises au fœhn ainsi que dans les autres emplacements fortement exposés au vent. En revanche, il est impératif que les modules, les systèmes de montage, le lestage, etc. soient ajustés correctement ensemble et qu'ils soient bien adaptés au lieu et au bâtiment. Il est essentiel que le montage soit conforme, car des défauts de montage peuvent être à l'origine d'une plus grande vulnérabilité du système.

4.1 Différenciations des cas et situations incitant à la prise de décision

La décision en faveur ou contre une action de protection se situe toujours dans un certain contexte d'action. Il s'agit de la situation qui incite à la prise de décision. Le graphique suivant donne un aperçu des actions de protection (bleu) et des situations qui incitent à la prise de décision (rouge). Il n'est pas nécessaire de distinguer les différents cas dans cet exemple.



econcept

Figure 5 : Aperçu des actions de protection (bleu) et des décisions qui incitent à prendre une décision (rouge) dans l'exemple « Installations de toit et enveloppe du bâtiment ».

4.2 Acteurs centraux

La planification et la pose d'installations sont dans de nombreux cas réalisées par les fournisseurs. Habituellement, ce n'est que pour les très grands bâtiments que ces travaux sont répartis entre différents acteurs. Les architectes sont éventuellement impliqués en tant que représentants des propriétaires, ils ne participent toutefois pas en règle générale à la planification des installations. Aux côtés des architectes peuvent être également impliqués les autres représentants des propriétaires que sont les administrateurs

immobiliers. Ces derniers rassemblent souvent à l'attention des propriétaires des éléments servant de base aux décisions et en partie aussi des recommandations.

En plus des architectes, ces administrateurs ne doivent pas non plus être oubliés pour les façades, car ils constituent eux aussi un maillon entre les propriétaires et les fournisseurs. Les conseillers en maîtrise d'ouvrage pourraient aussi jouer un rôle pour les façades. Ils participent aux projets globaux d'assainissement aux côtés des architectes.

Les autorités en charge des permis de construire interviennent également en partie pour les rénovations de façade tout comme pour la pose d'installations. Néanmoins, les autorités se concentrent jusqu'à présent avant tout sur la protection incendie, car il est question dans ce domaine de risques à la personne.

Pour résumer les obstacles entravant l'action, on peut citer deux acteurs centraux :

- *Acheteur* : Le rôle de l'acheteur est en règle générale tenu par le propriétaire. Dans certains cas, ce rôle peut être confié aux architectes et pour les plus petites installations aux administrateurs immobiliers.
- *Fournisseurs* : Le fournisseur assume dans de nombreux cas, notamment pour des installations, également la planification de l'installation.

4.3 Conditions générales et activités courantes

Répertoire grêle

Le répertoire grêle de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) se compose d'une carte des dangers de grêle en Suisse et d'un répertoire avec indication de la classe de résistance à la grêle de différents produits. Les personnes interrogées jusqu'à présent estiment que le répertoire grêle est facile d'utilisation et utile pour les modules solaires et les capteurs thermiques : grâce au répertoire grêle, ce danger naturel ne représente plus véritablement un problème. Pour les façades, les avis sont très variables : « Grâce aux normes et au répertoire grêle, il n'y a plus de problème avec la grêle » ou « Le répertoire n'étant pas si facile à utiliser, les architectes et les artisans y trouvent un bénéfice limité ». Le répertoire grêle a été récemment intégré à la plateforme protection-dangers-naturels.ch. À cette occasion, le visuel et le mode d'utilisation ont été modernisés et les informations générales ont été complétées.

Norme SIA 261

En ce qui concerne la solidité face à la neige et au vent, les modules solaires et les systèmes de montage sont certifiés selon des normes européennes. Les produits ainsi certifiés peuvent être sans autre utilisés sur le Plateau suisse. Les exigences des normes européennes ne suffisent cependant pas à empêcher les sinistres dans les régions qui connaissent de fortes chutes de neige (Engadine, Tessin) et dans les emplacements exposés aux vitesses de vent élevées (p.ex. : la vallée du Rhin et d'autres régions à föehn).

La norme SIA 261 peut servir de référence pour concevoir des installations solaires en fonction des charges de neige et de vent. La norme informe des dangers selon les lieux pour la neige. Elle donne également des directives pour le calcul de la charge de vent. Pour calculer la charge de vent, il existe par ailleurs différents outils qui reprennent les directives de la norme (voir chapitre M3).

Agencement du « répertoire neige » pour les modules photovoltaïques à l'Institut pour la technologie solaire (Institut für Solartechnik SPF)

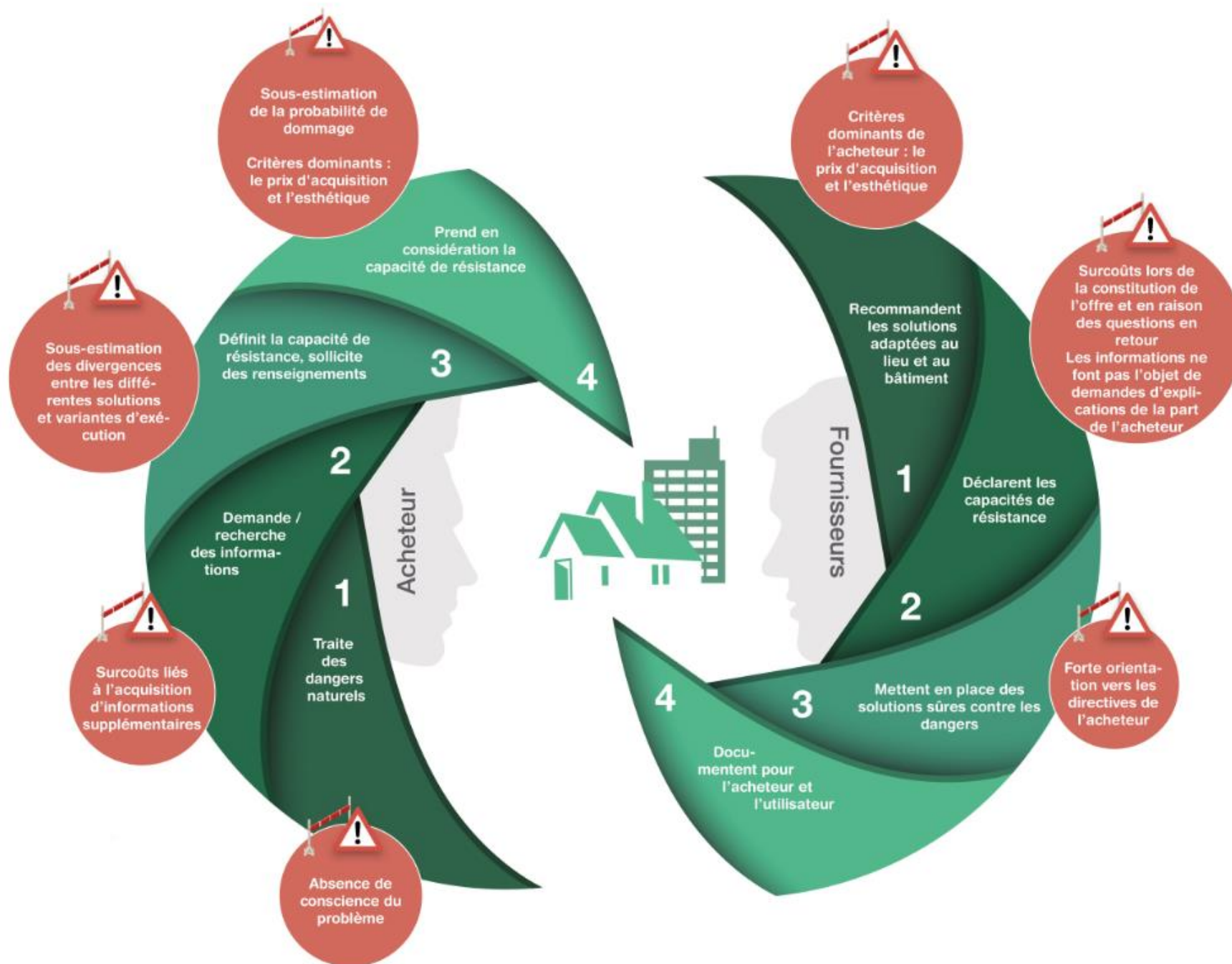
L'institut pour la technologie solaire (Institut für Solartechnik SPF) considère qu'un répertoire neige est nécessaire. Similaire au répertoire grêle de l'AEAI, ce répertoire neige met en évidence les dangers spécifiques aux emplacements et classe les produits en fonction de la description du danger. Actuellement, une petite liste est disponible sur le site de l'institut, reprenant les modules photovoltaïques et les capteurs thermiques que le SPF a testés et qui sont adaptés pour les régions à fortes chutes de neige. Ces données sont également téléchargeables sur la plateforme protection-dangers-naturels.ch.

4.4 Obstacles entravant l'action

Pour réaliser des actions de protection et réduire les dommages, les acteurs doivent adopter un certain comportement. Du point de vue de la PDEN, ce comportement souhaité peut être désigné comme le « comportement à adopter ». Le « comportement réel » des acteurs est toutefois encore autre chose. Les mesures ont pour objectif d'inciter le plus grand nombre d'acteurs possibles à passer du comportement réel au comportement à adopter. Pour développer des mesures efficaces, nous devons cependant savoir ce qui empêche que les acteurs ne se comportent pas de manière optimale du point de vue de la PDEN. Ces entraves sont appelées ici **obstacles entravant l'action** et nous les accompagnons d'un point d'exclamation.

Obstacles entravant l'action

Dommages aux installations de toit et à l'enveloppe du bâtiment



4.4.1 Obstacles entravant l'action de l'acheteur

Les propriétaires, tout comme les architectes ou les administrateurs mandatés peuvent endosser le rôle d'acheteurs pour des installations de toit ou des travaux sur l'enveloppe du bâtiment. Aucune distinction n'est alors établie entre l'action à entreprendre et les obstacles entravant l'action.

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **Traite des dangers naturels.** L'acheteur traite des dangers naturels et reconnaît le potentiel de dommages lié à leurs effets sur les installations de toit et sur l'enveloppe du bâtiment.*

- ⚠ **Absence de conscience du problème** : Il est supposé à tort que des produits qui répondent aux normes de produit garantissent une solidité suffisante face au vent, à la grêle et à la neige. Mais on oublie souvent que cela ne se vérifie pas pour tous les emplacements et que cela dépend surtout du dimensionnement des installations. Tandis qu'il est relativement aisé de représenter les charges et les dommages dus à la neige et à la grêle, les forces du vent et leurs effets sont difficiles à évaluer.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Demande / recherche des informations.** Au vu des solutions possibles, l'acheteur cherche ou demande des informations sur la capacité de résistance et sur la conception.*

- ⚠ **Surcoûts liés à l'acquisition d'informations supplémentaires** : La capacité de résistance contre la grêle, le vent et la neige n'est pas toujours mentionnée dans le descriptif d'un produit. Si ces informations doivent être expressément recherchées ou sollicitées et si l'acheteur n'est pas déjà sensibilisé à la question, elles n'entrent souvent pas en ligne de compte lors du choix.

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **Définit la capacité de résistance, sollicite des renseignements.** L'acheteur définit dans son appel d'offre la capacité de résistance souhaitée (grêle, neige) **ou** demande des indications à ce sujet.*

- ⚠ **Sous-estimation des divergences entre les différentes solutions et variantes d'exécution** : Les différences relatives à la résistance au vent, à la neige et à la grêle sont sous-estimées par l'acheteur. C'est la raison pour laquelle, aucune capacité de résistance n'est prescrite et aucune information à ce sujet n'est demandée.

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Prend en considération la capacité de résistance.** Dans son choix, l'acheteur prend en considération également les capacités de résistance. Il observe par ailleurs la procédure du plan de protection retenu.*

- ⚠ **Sous-estimation de la probabilité de dommage** : L'acheteur sous-estime la probabilité des dommages aux installations de toit et à la façade.

- ⚠ **Critères dominants : le prix d'acquisition et l'esthétique.** Parmi les offres qu'il reçoit, l'acheteur ne perçoit pas les différences concernant la résistance au vent, à la neige et à la grêle. Ces différences pèsent trop peu sur la décision.

4.4.2 Obstacles entravant l'action des fournisseurs

Nous comptons parmi les fournisseurs les entreprises qui proposent ou réalisent des installations de toit ou des travaux sur l'enveloppe du bâtiment à l'attention de l'acheteur (p.ex. : maîtres d'ouvrage ou architectes).

*Comportement à adopter à l'étape 1 : **Recommandent les solutions adaptées au lieu et au bâtiment.** Les fournisseurs prennent en considération les aléas vent, grêle et neige, en fonction du lieu et du bâtiment. Ils recommandent des solutions en conséquence.*

- ⚠ **Critères dominants de l'acheteur : le prix d'acquisition et l'esthétique.** Une connaissance insuffisante des aléas et des potentiels de dommages ainsi qu'un manque de conscience du problème chez les acheteurs ont pour conséquence que les fournisseurs ne peuvent pratiquement pas argumenter en faveur d'une sécurité supplémentaire.

*Comportement à adopter à l'étape 2 : **Déclarent les capacités de résistance.** La capacité de résistance (grêle, neige) est déclarée dans les offres⁹. La procédure pour calculer la charge de vent est exposée.*

- ⚠ **Surcoûts lors de la constitution de l'offre et en raison des questions en retour :** Les déclarations et les compléments d'information conduisent éventuellement à une charge de travail supplémentaire en raison des questions qu'elles suscitent en retour.
- ⚠ **Les informations ne font pas l'objet de demandes d'explications de la part de l'acheteur :** Si les informations ne suscitent pas de questions et si elles sont peu déterminantes pour la prise de décision, le fournisseur n'est pas tenté de préparer des informations.

*Comportement à adopter à l'étape 3 : **Mettent en place des solutions sûres contre les dangers.** L'enveloppe du bâtiment et les installations sont conçues de manière à offrir une résistance suffisante contre les dangers.*

- ⚠ **Fortement orienté sur les directives de l'acheteur :** Les propriétés du produit auxquelles l'acheteur accorde une moindre importance ou sur lesquelles il ne

⁹ Il est question ici d'une déclaration au sens d'une promesse de prestation en ce qui concerne la capacité de résistance, émise par les fournisseurs envers les acheteurs. Il ne s'agit par contre pas d'une déclaration envers l'établissement d'assurance, comme c'est la pratique dans certains cantons.

s'informe pas ont tendance à être moins travaillées. La concurrence par les prix entraîne une marge de sécurité en baisse (défaillance du marché).

*Comportement à adopter à l'étape 4 : **Documentent pour l'acheteur et l'utilisateur.**
Les fournisseurs documentent les capacités de résistance et la procédure de calcul de la charge de vent des installations à l'attention des acheteurs et des utilisateurs.*

Aucun obstacle entravant l'action n'a été identifié pour ce comportement à adopter.

5 Mesures pour améliorer la prévention des dommages éléments naturels

En s'appuyant sur l'analyse du comportement des acteurs centraux dans les différentes situations incitant à la prise de décision, nous avons développé des mesures qui réduisent les obstacles entravant l'action, dans le but de pouvoir contribuer à une meilleure prévention des dommages éléments naturels. Le développement de ces mesures s'est déroulé en plusieurs étapes. Le type de mesure pouvait être directement déduit de l'analyse des obstacles entravant l'action (par exemple : les mesures d'information pour pouvoir combler les manques de connaissance). À partir de la palette des idées de mesures possibles (p.ex. : information, formation, formation continue, conseil, etc.), la priorité a été mise sur une sélection d'environ neuf idées de mesures, en collaboration avec le groupe d'accompagnement. Ces idées ont ensuite été approfondies. Les considérations suivantes ont été déterminantes pour l'attribution des priorités.

- Les mesures déjà mises en œuvre par certains ECA ne doivent pas être approfondies, car les ECA échangent de toute façon déjà entre eux.
- Le potentiel des mesures de protection constructives est la plupart du temps supérieur au potentiel des mesures de protection organisationnelles. C'est la raison pour laquelle la priorité a été mise avant tout sur les idées en lien avec des mesures de protection constructives.

Les mesures priorisées se sont concrétisées petit à petit par le biais de recherches des mesures existantes dans des contextes comparables, par des investigations sur la faisabilité et par des entretiens exploratoires avec des acteurs. De quelle nature la mesure doit/peut-elle être ? Où doit-elle être disponible ? Comment doit-elle être préparée/conçue ? Ensuite, les concepts de mesure concrets ont été reproduits en fonction des possibilités et des besoins des acteurs pour pouvoir dire que les mesures esquissées promettent d'être efficaces.

Dans les chapitres suivants, nous décrivons les concepts de mesures qui ont été ainsi élaborés. Il s'agit de :

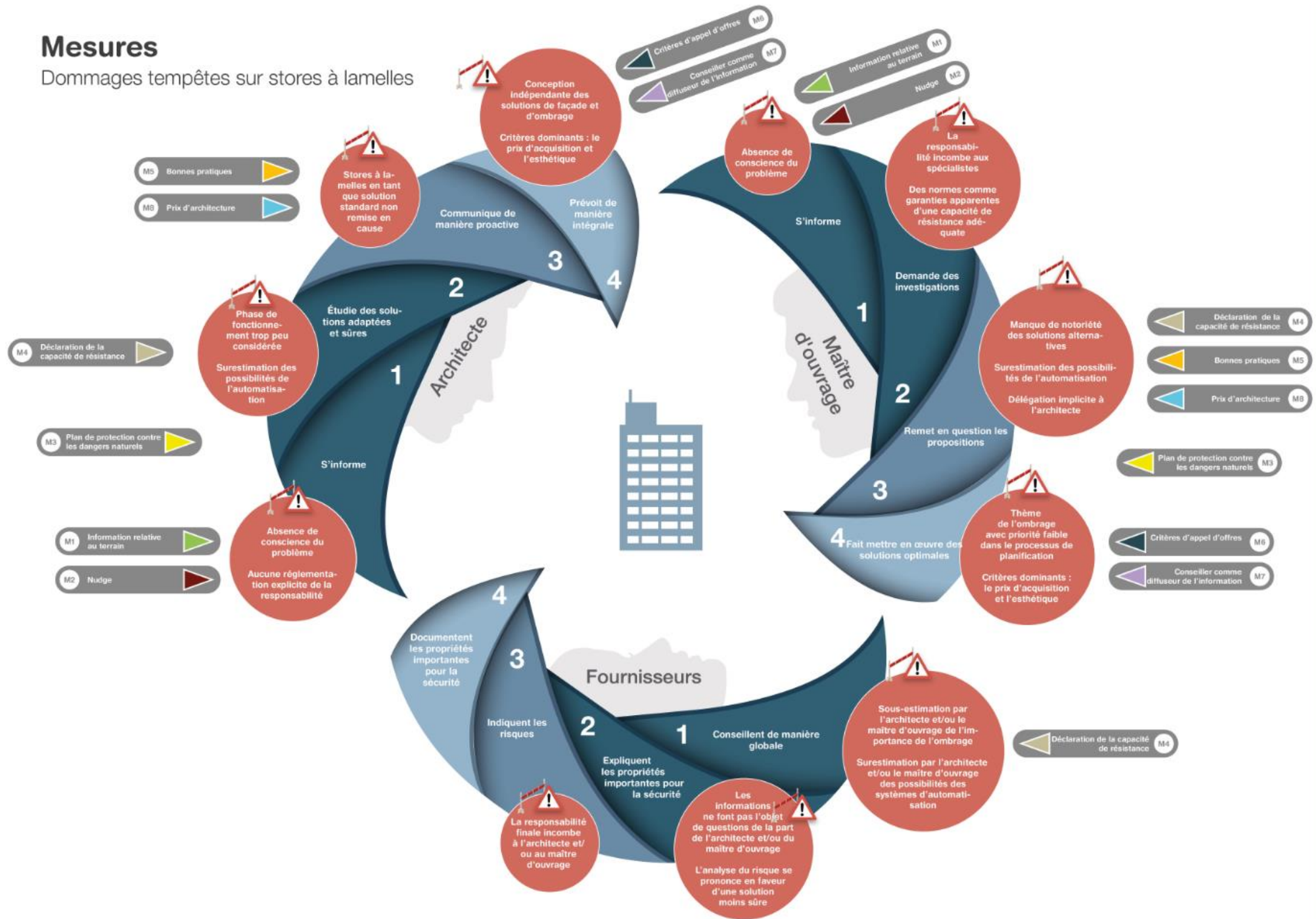
- *M1 : Informations relatives au terrain (fiche signalétique de la parcelle) : Pour augmenter la conscience du problème. Pour simplifier et uniformiser l'accès à l'information.*
- *M2 : Nudges de renseignement par des extraits du Registre foncier : Incitation à se confronter aux dangers naturels et les clarifier.*
- *M3 : Plan de protection contre les dangers naturels. Pour augmenter la conscience du problème. Pour une meilleure intégration des dangers naturels dans les processus de planification. Pour améliorer les bases décisionnelles relatives aux mesures de protection.*

- *M4 : Déclaration de la capacité de résistance* : Pour augmenter la conscience du problème et pour réévaluer le critère de capacité de résistance dans le choix ou la détermination de solutions, de produits et de variantes de réalisation.
- *M5 : Recueil des bonnes pratiques* : Pour faire connaître les options d'actions. Un moyen de sensibiliser les architectes et les maîtres d'ouvrage.
- *M6 : Critères d'appel d'offre élargis* : Incitation à se confronter aux dangers naturels et les clarifier.
- *M7 : Les conseillers en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information* : Pour augmenter la conscience du problème et la connaissance des actions.
- *M8 : Prix d'architecture* : Incitation pour les architectes à construire en fonction des dangers naturels.
- *M9 : Possibilités de mesures spécifiques dans le domaine des installations solaires* : Pour améliorer le dimensionnement des installations par rapport au vent.

Les figures 6 à 8 ci-après illustrent avec quels obstacles entravant l'action les différentes mesures s'appliquent. Le chapitre 5.10 présente pour finir des remarques sur les idées de mesures qui n'ont pas été poursuivies.

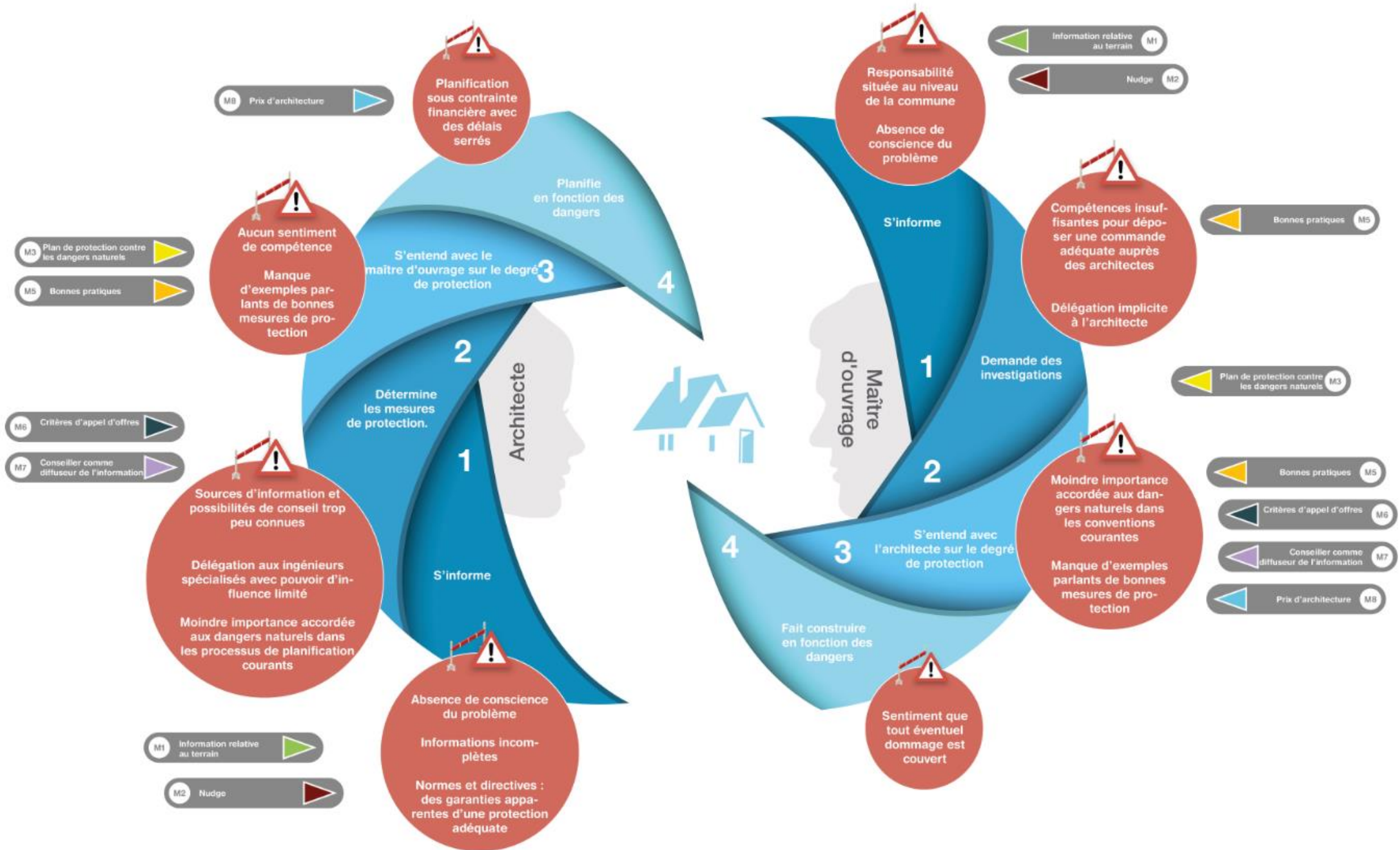
Mesures

Dommages tempêtes sur stores à lamelles



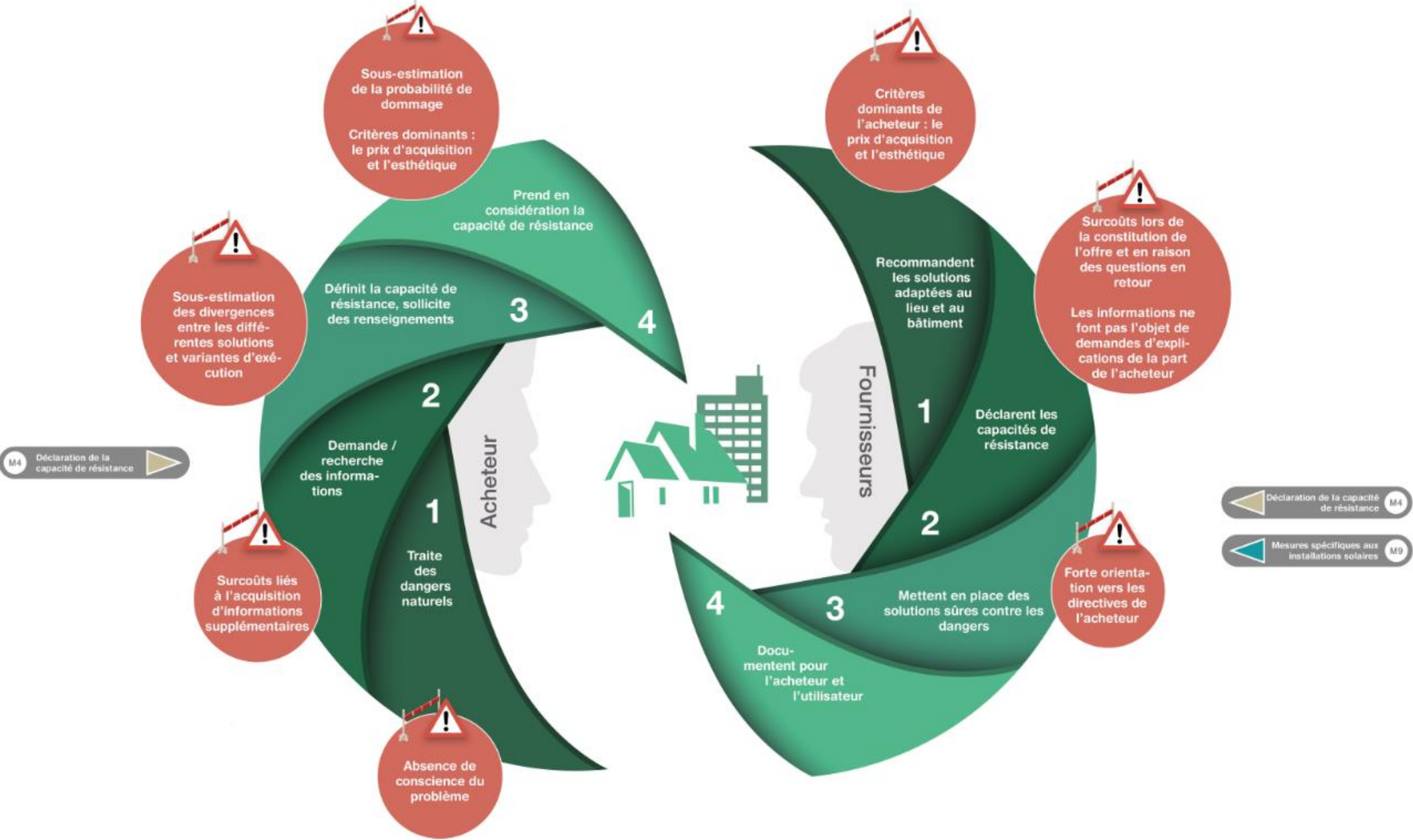
Mesures

Dégâts des eaux dans des bâtiments d'habitation



Mesures

Dommmages aux installations de toit et à l'enveloppe du bâtiment



M1 Informations relatives au terrain (fiche signalétique de la parcelle)



Il est ressorti de l'analyse des obstacles qu'un grand nombre d'architectes ne pensent pas à prendre en considération les dangers naturels potentiels, à moins qu'ils n'y soient conviés par des maîtres d'ouvrage sensibilisés à la question (p.ex. : dans le dossier d'appel d'offre). De plus, ils ne savent pas suffisamment comment accéder aux informations pour estimer la situation de danger spécifique du terrain concerné ou du projet de construction. Il arrive aussi qu'ils évaluent de manière excessive les difficultés à obtenir l'information. Tandis que les cartes de risque de crues sont assez connues, les dangers liés au ruissellement de surface, au vent et à la grêle sont quant à eux peu pris en considération. En plus des architectes, les maîtres d'ouvrage, notamment non professionnels, sont peu sensibilisés à la problématique des dangers naturels. Il est donc primordial d'interpeller les acteurs pour une prise en compte du potentiel des dangers naturels. Il convient de se concentrer sur les lieux où les acteurs vont chercher les informations, c'est-à-dire les lieux où ils « tombent » sur les informations.

M1 Concept de mesure « Information relative au terrain » (fiche signalétique de la parcelle)

Idée de mesure	<p>La mesure de l'information relative au terrain ou d'une « fiche signalétique de la parcelle » par laquelle sont transmises des informations à la parcelle près sur les dangers naturels, se décline en deux variantes :</p> <p>Variante A : Fiche signalétique de la parcelle « dangers naturels » issue des portails cantonaux SIG : Dans les portails Internet SIG, les renseignements saisis concernant le terrain donnent une information automatisée et précise sur les dangers naturels potentiels qui menacent la parcelle en question. Les descriptifs, les représentations et les légendes sont conçus de telle sorte à éviter toute sous-estimation (p.ex. : prise en compte du refoulement de canalisations sur les cartes de risques de crues) ou surestimation du danger par les utilisateurs du système SIG. Idéalement, les informations sur les dangers naturels sont délivrées dans une fiche signalétique de la parcelle reprenant toutes les données pertinentes pour les propriétaires, les maîtres d'ouvrage et les projeteurs (sites contaminés, RDPPF¹⁰, etc.). La fiche signalétique renvoie par ailleurs à d'autres sources d'information pour convenir des objectifs de protection, des mesures de protection, etc.</p> <p>Variante B : Renvoi depuis le site Web cantonal SIG vers une solution externe : S'il s'avère qu'il n'est pas possible ou seulement difficilement de réaliser une fiche signalétique « Dangers naturels » au sein des portails SIG cantonaux, une solution externe peut être signalée au moyen d'une fonction d'incitation (« nudge ») depuis les portails Web SIG, permettant une estimation à la parcelle près de la situation de danger (voir la mesure « nudging »). La solution pourrait être par exemple intégrée sur le site Internet protection-dangers-naturels.ch, sur le radar des dangers naturels de la Zurich Assurance ou sur le système MobiSIG de la Mobilière. Les coordonnées de la recherche sur le portail Web SIG pourraient être automatiquement transférées sur la solution externe afin que le résultat de la requête sur les dangers puisse être affiché dans le système SIG en ligne. Une proximité de l'information appropriée serait ainsi obtenue.</p>
Objectifs directs de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – En consultant le portail SIG, les architectes, maîtres d'ouvrage, projeteurs, etc. seraient informés au plus tôt des dangers naturels à prendre en considération sur une parcelle.
Objectifs indirects de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Les architectes, les projeteurs, etc. procèdent à des investigations sur tous les dangers naturels pertinents. Ils introduisent des mesures de protection si besoin. – Les maîtres d'ouvrage obtiennent un aperçu de la situation de danger, ce qui peut les inciter à exiger davantage de sécurité contre les dangers.
Public cible	<p>En premier les architectes et les maîtres d'ouvrage, puis également les projeteurs et les ingé-</p>

¹⁰ Cadastre des restrictions de droit public à la propriété foncière

	<p>nieurs ainsi que les autorités communales.</p>
Forme et contenu	<p>Dans l'idéal, la « fiche signalétique » donne aux utilisateurs une vue d'ensemble de toutes les informations/restrictions importantes, devant être prises en compte dans une construction. Les informations relatives à tous les dangers naturels sont combinées avec d'autres informations importantes (p.ex. : RDPPF). La fiche signalétique devient ainsi une source d'information uniforme. D'une certaine manière, c'est le cas dans le canton de LU où des informations sur les risques liés aux procédés impliquant l'eau et aux processus de glissement ont été intégrées dans le cadastre RDPPF (voir ci-après « Propositions de solution existantes »).</p> <p>Il est également souhaitable que les informations relatives aux dangers qui menacent une parcelle soient délivrées dans des scénarios de risque qui permettent une interprétation de l'ampleur et de la probabilité de l'événement. À partir de leurs objectifs de protection, les acteurs peuvent prendre des décisions basées sur le risque, en fonction du risque qu'ils acceptent pour leur ouvrage ou des mesures avec lesquelles ils veulent le réduire (voir concept de mesures M3 « Plan de protection contre les dangers naturels »).</p> <p>D'un point de vue formel, les utilisateurs ne devraient pas avoir besoin de savoir au préalable comment ils doivent rechercher ou interpréter des informations. La navigation dans le système Internet SIG est simple et claire.</p>
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – Pour la mise en œuvre de la variante A, les établissements cantonaux d'assurance peuvent, en tant qu'organismes cantonaux, mandater ou inciter les services SIG de leur canton à contrôler la saisie de nouvelles données ou d'adaptations dans la transmission de données. Il s'agit d'un moyen de viser des améliorations de la situation de l'information dans chaque canton. – En tant que partenaires de la plateforme « protections-dangers-naturels.ch », les établissements d'assurance peuvent dans la variante B aspirer à transmettre l'estimation améliorée d'un potentiel de danger lié au terrain. Un lien dans les systèmes SIG cantonaux peut renvoyer à cette source d'information. – Sur le plan politique national, il est possible de viser une intégration des dangers naturels dans le cadastre RDPPF. Le canton de Lucerne a déjà mis en place une solution de ce genre. Les cantons peuvent ajouter de leur propre chef des restrictions à la propriété foncière au RDPPF si elles sont définies précisément (sur le terrain ou sur plan), si elles concernent un certain nombre de terrains, si elles sont exécutoires et si elles reposent sur le droit cantonal ou communal.
Rapport coûts/efficacité	<p>Au vu des discussions menées avec les acteurs, il convient de partir du principe qu'une fiche signalétique complète de la parcelle donnant une estimation de la situation de danger relative au terrain a un très fort potentiel d'efficacité. Le potentiel d'efficacité est d'autant plus important que les informations sur les dangers naturels sont directement liées aux requêtes relatives au terrain sur le système SIG cantonal, car c'est là que les acteurs s'informent.</p> <p>L'investissement est toutefois relativement important pour élargir en ce sens les différents géoportails cantonaux de telle sorte que les fiches signalétiques des parcelles puissent se rapporter aux risques liés aux dangers naturels. Il convient de contrôler pour chaque canton les données existantes, de les intégrer dans le SIG, de les programmer par rapport à la fiche signalétique de la parcelle et de les diffuser. Il reste à déterminer si les contraintes techniques sont assumées par les services cantonaux SIG. Tant que la mesure peut être réalisée de telle sorte que les acteurs la trouvent presque « automatiquement » lorsqu'ils saisissent dans les géoportails des demandes sur un terrain, il n'est pas nécessaire de la faire connaître ailleurs.</p> <p>En général, il devrait être moins contraignant d'élaborer une solution externe vers laquelle les utilisateurs sont dirigés via des « nudge » lorsqu'ils saisissent une demande sur un terrain dans le système SIG cantonal. Le moyen externe d'obtenir une d'information à la parcelle près ne devrait être établi qu'une fois (p.ex. sur « protection-dangers-naturels.ch »). L'insertion des nudges dans les géoportails cantonaux devrait engendrer par comparaison peu de travail. Si l'AECA élaborait une solution, elle devrait en supporter les coûts. De son point de vue, cela reviendrait moins cher d'utiliser une plateforme existante telle que le radar sur les dangers naturels ou le système Mobil-SIG.</p>
Principaux facteurs de succès	<ul style="list-style-type: none"> – Les acteurs doivent « tomber » sur les informations relatives au danger là où ils vont chercher l'information. – Les informations émises devraient porter sur tous les dangers naturels. Par ailleurs, il reste à trouver une solution judicieuse de grilles générales de données. – Une navigation simple et claire dans le système SIG cantonal ou sur la solution externe qui

ne requiert pas de connaissances de l'application SIG.

Tableau 1: Concept de mesure « Information relative au terrain sur les dangers naturels potentiels » (fiche signalétique de la parcelle)

Mise en œuvre

La mise en œuvre n'est pas la même en fonction de la variante privilégiée :

Procédure Variante A : Mise en œuvre au sein du système cantonal SIG

- En tant qu'organismes cantonaux, les établissements cantonaux d'assurance peuvent mandater les services SIG pour contrôler les possibilités d'élargissement des informations issues du système cantonal SIG en ligne. Les possibilités varieront au niveau cantonal en fonction des différentes lois et ordonnances relatives au devoir d'information.
- Seront intégrées les données sur les dangers naturels (probabilité de grêle, aléa tempête) qui ne sont pas encore intégrées dans le système SIG cantonal en ligne, mais qui sont présentes sur des supports externes. Pour les deux bases de données, il peut s'agir d'un fichier WMS généré lors d'une interrogation. Les données peuvent dès lors continuer d'être gérées sur leur lieu d'origine (Confédération, AEAI). Les ressources des portails cantonaux SIG ne sont ainsi pas sollicitées.
- En ce qui concerne les grilles de données générales sur les aléas tempête et grêle, des solutions doivent être trouvées pour définir comment traiter les grilles de données générales qui ne sont pas précises à la parcelle près. Il pourrait par exemple s'agir d'une observation des environs : « Un risque a été reconnu aux alentours de votre terrain. Faites appel à une personne spécialisée pour procéder à une évaluation ». Il pourrait être utile et souhaitable de disposer des coordonnées concrètes de spécialistes.
- Il convient de chercher à intégrer des données portant sur des sinistres réels (événements passés), à l'instar de l'établissement cantonal d'Argovie. Il faut déterminer à quel niveau d'agrégation les données peuvent être utilisées et comment les indications des aléas peuvent être émises à la parcelle près.
- Il est recommandé de passer par une phase pilote avec les cantons qui sont organisés en associations, par exemple via l'agence camptocamp (GR, SO, etc.) ou geoport.ch (SG, AI, SR).
- Une coordination nationale de la solution est souhaitable par la CCGEO (Conférence des services cantonaux de géoinformation).

Procédure Variante B : Mise en œuvre dans une solution externe

- Il faut établir un serveur central de géoinformation (p.ex. : « protection-dangers-naturels.ch », collaboration avec le radar des dangers naturels de la Zurich Assurance ou le système MobiSIG de la Mobilière, etc.).

- Les données manquantes doivent être préparées et intégrées. Il serait intéressant de mettre en place notamment une intégration des sinistres historiques.
- En tant qu'organismes cantonaux, les établissements cantonaux d'assurance peuvent mandater les services SIG pour contrôler les possibilités d'intégration de nudges de renseignement dans les résultats de recherche des interrogations relatives au terrain.

Sources d'information existantes

Pour développer ces mesures, différentes sources d'information sur les dangers naturels ont été consultées. Les résultats de cette consultation sont représentés ci-après. Il s'agit ici d'un état des lieux, mais en aucun cas d'une évaluation ou d'une estimation des offres existantes :

- Les **portails SIG cantonaux** ont été identifiés comme les principales sources d'information des architectes au début d'un projet de construction. Les informations s'y trouvant divergent selon les cantons. L'ensemble des cantons doit au minimum gérer une carte des dangers indiquant les lieux en Suisse où les zones d'habitation et les voies de circulation sont menacées par des crues, des glissements de terrain, des éboulements et des avalanches. Des informations sur les intensités (ampleur) et la probabilité de survenance de l'événement sont également ajoutées. En dehors des zones d'habitation, les cartes indicatives des dangers montrent avec un degré de détail moins précis les possibles zones de danger. La carte des dangers de crues est particulièrement importante. Elle montre à la parcelle près et avec force obligatoire les aléas crue dans la zone d'habitation. Elle inclut des informations sur les différentes probabilités de survenance et sur l'ampleur attendue. Une problématique liée aux cartes des dangers a été soulevée au cours d'entretiens : ces cartes ont tendance à transmettre en partie une sécurité trompeuse. Une crue qui a lieu tous les 10 ans peut déjà provoquer un refoulement des canalisations. Cela ne se voit cependant pas sur la carte des dangers. Et c'est tout au plus mentionné dans des informations complémentaires. Il manque également (en règle générale) des indications sur la possible élévation du niveau des eaux souterraines et sur la montée des eaux quand de l'eau ruisselle contre un ouvrage (franc-bord).
- Les portails SIG cantonaux ne contiennent aucune information sur les probabilités de grêle ainsi que de vent/tempête. On trouve toutefois ce genre d'information sur la plateforme Internet « protection-dangers-naturels.ch » et sur map-geo-admin.ch. La **carte des vents** de la Confédération (map-geo-admin.ch) donne des indications sur la pression dynamique et sur les pointes de rafales. Mais elle n'est pas précise à la parcelle près. Les cartes représentent une base pour estimer les aléas tempêtes au niveau régional. Elles ne remplacent pas pour autant l'ouvrage de référence de la pression dynamique (norme SIA 261 Annexe E). Les cartes ne remplacent ainsi pas une expertise spécifique au site. Les informations sur les **aléas grêle** sont accessibles via les liens « repertoiregrêle.ch » et « protection-dangers-naturels.ch ». Le diamètre probable des grêlons y est indiqué (1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm) pour les trois périodes de retour de 50, 100 et 300 ans. La carte n'est pas interactive et pas précise

à la parcelle près. Les données de base sur la probabilité de grêle font l'objet actuellement de recherches approfondies au sein du laboratoire de La Mobilière à l'Université de Berne.

- Pour le thème des potentiels dégâts d'eau dus au ruissellement de surface, des **cartes de l'aléa ruissellement** sont disponibles depuis le 4 juillet 2018 pour toute la Suisse. On y trouve des remarques sur l'aléa ruissellement de surface. Même si elles n'ont aucune portée juridique, ces cartes contribueront à sensibiliser la population sur la question.
- La plateforme des établissements cantonaux d'assurance **protection-dangers-naturels.ch** offre un aperçu des informations disponibles sur les aléas et des possibles mesures de protection sur le bâtiment. Tous les dangers naturels y sont thématiques (ruissellement de surface, crues, tempêtes, grêle, tremblements de terre, foudre, radon, processus de glissement et d'éboulement, laves torrentielles, chutes de pierres et avalanches ainsi que la pression de la neige). La présentation n'est pas précise à la parcelle près et n'est pas interactive.

Les approches de solutions existantes

- Sur le site Internet de la Zurich Assurance, le **radar des dangers naturels** permet une évaluation du site par rapport aux coordonnées, pour six dangers naturels : crues, coulées de boue, glissements de terrain, éboulements, laves torrentielles et avalanches. Le radar se base sur les données de la Confédération et des cantons. Le possible aléa peut être relevé pour le site et sur un rayon de 50 mètres. Une distinction est établie entre les catégories « danger élevé », « danger moyen », « danger résiduel » et « aucun danger »¹¹.
- Le système **MobiSIG** de La Mobilière n'est pas accessible au grand public. MobiSIG est le premier système qui regroupe les cartes de dangers des cantons. Il les met en corrélation avec des données macroéconomiques et des données sur les assurés, ce qui permet une évaluation du potentiel de dommages induits par catastrophe naturelle. Un foyer suisse sur trois et une entreprise sur trois étant assurés à La Mobilière, ce système permet également de réaliser des extrapolations pour les communes, les cantons ou la Confédération¹².
- Depuis le site naturgefahren.ebp.ch, la fonction « **Check your Risk** » permet une évaluation intégrale du risque lié aux dangers naturels pour un terrain dans le canton des Grisons. Une valeur globale additionnée est calculée pour les coordonnées saisies. Cette valeur se calcule depuis un nombre de points allant de 0 (aucun danger) à 4 (danger élevé) par processus de danger naturel (avalanche, glissement de terrain, éboulement, eau, lave torrentielle, inondation après rupture de barrage, grêle et tremblement de terre). La représentation de l'aléa général est relativement conviviale, sous forme d'un baromètre des dangers. La page Internet a été créée en 2015. Elle

¹¹ <https://www.zurich.ch/de/services/naturgefahren>

<https://www.mobiliere.ch/la-mobiliere/engagement/prevention/mobisig#gref>

ne fournit aucune information de fond sur les sources des données ou sur l'interprétation de l'évaluation. Il existe des liens vers des informations sur les cartes des dangers, le plan des zones de dangers et la carte indicative des dangers¹³.

- Dans le canton de Lucerne (jusqu'à présent le seul canton), les risques naturels liés aux processus de l'eau et aux processus de glissement sont intégrés dans le **cadastre RDPPF**. L'extrait RDPPF peut ainsi être considéré comme une « fiche signalétique de la parcelle » pour ces dangers naturels. Selon les déclarations du service SIG de Lucerne, l'intégration des dangers naturels dans le cadastre RDPPF ne répond pas aux souhaits de la Confédération et était difficile à réaliser¹⁴.

M2 Nudges de renseignement par des extraits du Registre foncier

M2 Nudge



Il est ressorti de l'analyse des obstacles que ni les maîtres d'ouvrage ni les architectes ne pensent suffisamment à la protection des ouvrages contre les dangers naturels. Les possibles dangers sont soit pris en considération seulement plus tard, soit ils sont peu connus (comme la grêle et en partie aussi le ruissellement de surface). Les architectes ne savent souvent d'ailleurs pas vraiment où et comment ils peuvent (simplement) évaluer la situation de danger spécifique à un terrain. Il est donc primordial d'interpeller tant les architectes que les maîtres d'ouvrage pour une prise en compte du potentiel des dangers naturels. Au début de la planification d'une construction, ces deux acteurs se font en général une idée claire à l'aide du système cantonal SIG en ligne des droits, des charges et des devoirs qui sont liés au terrain. En complément des recherches effectuées sur les portails SIG cantonaux, la consultation de l'extrait du Registre foncier officiel offre aux acteurs l'opportunité essentielle d'être incités (« nudgés ») à entreprendre des actions supplémentaires.

M2 Concept de mesures « Nudges de renseignement par des extraits du Registre foncier »

Idée de mesure	<p>Lors de la consultation d'un extrait du Registre foncier officiel, les informations classiques sont complétées par une incitation à clarifier le potentiel des risques liés aux dangers naturels. Ce « nudge », sous forme de fiche technique au format papier ou numérique, interpelle les acteurs par son contenu et par sa forme appropriés, pour les inciter à se confronter de manière plus approfondie à la problématique des dangers naturels.</p> <p>Quand ils saisissent des demandes sur des parcelles dans les portails SIG cantonaux, notamment dans les cadastres RDPPF, les acteurs sont avisés, à titre alternatif ou complémentaire, qu'ils peuvent s'informer sur les possibles dangers naturels et comment ils peuvent le faire. Il s'agit ici d'une infime variante à une fiche signalétique de la parcelle (voir mesure M1 « Information relative au terrain »). Si une solution avec des informations liées à la parcelle et portant sur la situation de danger n'est en effet pas réalisable, les utilisateurs peuvent toujours être renvoyés vers les plateformes pertinentes qui mettent à disposition d'autres informations.</p>
Objectif direct de la mesure	<p>– La remarque incite les architectes et les maîtres d'ouvrage à s'intéresser à la situation de danger. Ils sont sensibilisés au sujet.</p>
Objectifs indirects de la mesure	<p>– Les architectes, les maîtres d'ouvrage, les projeteurs, etc. procèdent à des investigations sur tous les dangers naturels pertinents. Ils pourront ensuite décider en toute connaissance de cause si des mesures de protection doivent être prises.</p>

¹³ <http://naturgefahren.ebp.ch/>

¹⁴ <https://www.geo.lu.ch/oereb>

Public cible	En premier lieu, les architectes et les maîtres d'ouvrage
Forme et contenu	<p>Il s'agissait d'un « nudge » sous forme d'une « bourrade » qui oriente les acteurs vers une action définie sans pour autant modifier les actions possibles ou les incitations économiques. Dans ce cas, il s'agit d'une invitation à prendre en compte la situation de danger sans motiver les actions par des incitations physiques ou par des directives. Pour que ce genre de « nudge » puisse avoir un effet, il doit être en lien le plus direct possible avec la situation et avec les actions envisageables. Une remarque p.ex. dans un manuel destiné aux personnes intéressées par le domaine de la construction aura probablement moins d'effet qu'une remarque émise exactement à l'endroit où l'acteur vient chercher des informations sur un terrain concret ou sur un projet de construction. Si un acteur recherche des informations concernant un terrain sur un portail SIG, il est par principe ouvert pour également recueillir des informations sur le potentiel de risque. Les nudges de renseignement efficaces devraient de ce fait être placés là où les architectes et les maîtres d'ouvrage se font une (première) image du terrain : lors des demandes relatives à un terrain déposées dans les portails SIG, lors de la consultation d'extraits du Registre foncier et lors des interrogations dans le RDPPF.</p> <p>Nudges par les bureaux du Registre foncier et les bureaux du cadastre</p> <p>En complément aux extraits du Registre foncier, le nudge peut se présenter sous la forme d'un « flyer » papier ou numérique. L'ECA Zurich a tenté d'intégrer directement des remarques ou même des obligations de prise en compte des dangers naturels dans l'extrait du Registre foncier (ou dans le Registre foncier lui-même), mais cette approche ne semble pas réalisable.</p> <p>Les nudges qui apparaissent sous forme de fiches techniques nécessitent un contenu plus motivant pour inciter à agir que les remarques dans les portails SIG (voir ci-après). L'acteur est plus éloigné de la réalisation de l'action. Il doit faire bien plus qu'un simple clic sur un lien trouvé dans le portail SIG. Un flyer doit donc indiquer l'importance du problème en plus des actions possibles. Il devrait être évident pour les acteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> – qu'un risque lié aux dangers naturels existe potentiellement pour son terrain et que ce risque doit faire l'objet d'investigations (les éventuelles remarques concernant les probabilités de survenance d'événements doivent être comprises) ; – où et comment il est possible de procéder à ces recherches (p.ex. : renvoi au SIG cantonal élargi en ligne, aux offices cantonaux et communaux ou aux portails « www.protection-dangers-naturels.ch » et/ou « www.protegez-votre-maison.ch ») – que des mesures de protection des ouvrages réduisent de manière significative les dommages ; – qu'il est possible d'éviter des dommages relativement coûteux grâce à une prise en compte anticipée des mesures de protection des ouvrages ; – que des mesures proportionnées de protection des ouvrages peuvent être profitables même au-delà des exigences légales. – De plus, les remarques peuvent porter sur d'autres thèmes envisagés dans d'autres mesures (M3 « Plan de protection contre les dangers naturels », M5 « Bonnes pratiques »). <p>Les nudges dans les portails SIG</p> <p>Il est ressorti des discussions avec les responsables des services cantonaux SIG qu'une remarque peut être placée en principe sur les cartes existantes. Les cantons ne sont toutefois pas tous ouverts de la même manière à une telle solution. Une proposition largement avancée consiste à intégrer une icône dans le portail SIG cantonal à partir de laquelle le visiteur serait redirigé « en un seul clic » vers un portail externe (p.ex. : « protection-dangers-naturels.ch » ou le radar des dangers naturels de la Zurich Assurance). Les coordonnées du site saisies dans le portail SIG déclencheraient automatiquement sur le portail externe une estimation globale de la situation des dangers naturels. Le nudge de renseignement se rapprocherait dans ce cas fortement de la mesure idéale d'une « fiche signalétique globale de la parcelle ». Les liens Internet vers des informations complémentaires peuvent aussi être intégrés sur les cartes SIG pertinentes, comme alternative moins forte. Les offices cantonaux étant les propriétaires des données, ils décident s'ils autorisent de tels liens.</p> <p>Dans le canton de LU, des informations sur les risques liés à la nature (processus impliquant l'eau et processus de glissement) ont déjà été intégrées dans le cadastre RDPPF. L'extrait RDPPF accessible via le portail SIG cantonal, peut ainsi être considéré comme une « fiche signalétique de la parcelle » pour les informations intégrées et dans une certaine mesure comme un nudge sur d'autres dangers naturels.</p>
Possibilités d'action	– Les ECA des différents cantons peuvent contribuer à la mise en place de solutions dans leur canton. Sont concernés les portails SIG et les livres fonciers cantonaux.

ECA/AECA	– L’AECA peut essayer de viser des solutions uniformes au niveau national. Elle peut également aider les ECA des différents cantons à établir des variantes de mise en œuvre identiques sur le fond et sur la forme afin de créer une reconnaissabilité entre tous les cantons.
Rapport coûts/efficacité	Le coût de ces mesures est en principe relativement faible pour l’AECA et les ECA. Le potentiel d’efficacité de la mesure dépend de la manière dont le « nudge » peut être placé par rapport au lieu de l’action. Si, comme indiqué précédemment, il peut être positionné directement dans les portails SIG et près des recherches numériques dans le Registre foncier afin que les acteurs « tombent dessus », on peut s’attendre à ce qu’il soit très efficace. L’impact est plus faible pour les flyers, les fiches techniques ou d’autres supports similaires qui sont transmis avec des extraits du Registre foncier. Le potentiel d’impact peut cependant être influencé par le contenu et la forme. Dans tous les cas, cela dépend aussi de la qualité de l’information que les acteurs peuvent y trouver, vers quelle direction ils sont « poussés », et si par exemple une estimation du danger pertinente, motivante pour agir et précise à la parcelle près est possible sur une plateforme externe.
Les principaux facteurs de succès	– Emplacement du nudge près de l’action de telle sorte qu’un acteur le trouve quand il a un projet de construction sur un terrain précis. – Moyens d’information les plus simples possible sur le lieu vers lequel les acteurs sont renvoyés, idéalement pour obtenir une fiche signalétique de la parcelle avec une estimation complète de l’aléa et avec les actions envisageables.

Tableau 2: Concept de mesures « Nudges de renseignement par des extraits du Registre foncier »

Mise en œuvre

La volonté des offices cantonaux et fédéraux compétents (bureaux du Registre foncier, services SIG, etc.) de participer à la réalisation de ces mesures n’a pas été étudiée dans le cadre de ce projet. Comme la mesure M2 touche l’orientation stratégique et le catalogue des prestations des offices respectifs, les ECA/l’AECA s’adressent de préférence directement aux responsables correspondants. En ce qui concerne les nudges de renseignement par les bureaux du Registre foncier, les offices suivants sont importants :

- Au niveau fédéral, l’Office fédéral chargé du droit du registre foncier et du droit foncier est compétent pour les questions relatives au Registre foncier¹⁵.
- La Société suisse des Conservateurs du Registre foncier représente les intérêts des personnes accomplissant des tâches liées au suivi du Registre foncier¹⁶. Dans tous les cas, il est possible d’essayer d’exercer une influence via cette association.
- Pour tendre vers une solution au niveau cantonal, il faut s’adresser aux bureaux compétents du Registre foncier et aux inspections cantonales. Le site Internet de la Revue suisse du notariat et du registre foncier RNRF donne un aperçu¹⁷.
- Les investigations portant sur les modifications dans l’extrait du cadastre RDPPF doivent être effectuées par le biais de la Confédération au niveau stratégique (suivi et supervision), c’est-à-dire par l’Office fédéral de topographie swisstopo¹⁸. Les bureaux du cadastre RDPPF¹⁹ s’occupent de la gestion opérationnelle.

¹⁵ <https://www.cadastre.ch/fr/about/contact/egba.html>

¹⁶ <https://www.grundbuchverwalter.ch/fr>

¹⁷ http://www.rnrf.ch/fra/gru_chh.php

¹⁸ <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/cadastre/cadastre-rdppf.html>

¹⁹ <http://www.cadastresuisse.ch/fr/Home>

Pour définir si des nudges de renseignement peuvent être placés dans les portails SIG cantonaux, les ECA devraient se rapprocher du service SIG de leur canton. Pour la reconnaissabilité des nudges dans tous les cantons, il convient de mettre en place une coordination intercantonale. Il est possible de démarrer dans un canton avec une solution pilote qui sera ensuite étendue aux autres cantons en cas de succès.

La présentation d'un flyer de renseignement pourrait s'inspirer en substance des flyers de l'AEAI intitulés « Comment procéder en tant que maître d'ouvrage » (nouvelles constructions et transformations) ou « Ce que vous pouvez faire en tant que propriétaire » (bâtiments existants). Les deux sont formulés par les contenus et la tonalité de manière orientée vers l'action. Il conviendrait de vérifier si la conception actuelle des flyers suffit pour déclencher des actions. Le problème devient-il limpide ? Est-on motivé à entreprendre quelque chose ? Voit-on clairement ce qu'il faut faire ? Le bénéfice des mesures ressort-il clairement ?

M3 Plan de protection contre les dangers naturels



Si les dangers naturels font partie de la réflexion dès le départ, il est possible dans de nombreux cas d'atteindre une sécurité appropriée pour un surcoût modéré. Différents éléments de prévention tels qu'une élévation par rapport au niveau du terrain, l'emplacement des accès à la cave et au garage, le type de construction de la façade et le système d'ombrage sont prévus dans un premier temps de manière responsable par les architectes, même si les ingénieurs et les entreprises/fournisseurs sont impliqués. Les architectes considèrent néanmoins que la compétence et le devoir en termes de prévention des dommages incombent avant tout aux ingénieurs et aux entreprises/fournisseurs. Ils ont en partie trop peu conscience de leur pouvoir d'influence.

D'un autre côté, les maîtres d'ouvrage partent du principe que le respect des prescriptions et des normes garantit une sécurité suffisante. Ils n'exigent de ce fait pas activement une prévention des dommages éléments naturels et ils laissent le soin aux architectes de s'en occuper.

Les dangers naturels sont intégrés aujourd'hui dans le processus de planification avant tout par des instruments qui présentent soit une orientation spécifique (preuve de protection de l'ouvrage) ou qui s'adressent jusqu'à présent surtout aux ingénieurs (convention d'utilisation). Selon leur conception individuelle, ils trouvent plus ou moins un écho dans les autres instruments de planification tels que les cahiers des charges de projets ou les manuels relatifs aux projets. Cette répercussion dépend des examens entrepris.

Conjointement au plan de protection contre les dangers naturels, un instrument plus accessible doit être créé pour les architectes, permettant de saisir à temps et dans leur globalité ces dangers naturels dans le processus de planification. De plus, avec

l'instrument, des considérations doivent pouvoir être mises en place et s'adresser aux maîtres d'ouvrage pour servir de base aux décisions portant sur les mesures de protection.

M3 Concept de mesures « Plan de protection contre les dangers naturels »	
Idée de mesure	En indiquant aux maîtres d'ouvrage quels événements provoquent quels dommages et quelles réparations sont ensuite nécessaires, l'architecte permet de franchir des étapes d'optimisation.
Objectifs directs de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Les architectes et les maîtres d'ouvrage connaissent les dangers spécifiques au site ainsi que les objectifs de protection recommandés par l'établissement d'assurance. – Les architectes et les maîtres d'ouvrage savent quels dommages sont susceptibles de se produire en cas de sinistre (événement selon objectif de protection et éventuellement d'autres conditions) et ils connaissent les réparations à entreprendre. – Les mesures de protection prises sont consignées par écrit à l'attention des maîtres d'ouvrage et/ou des futurs propriétaires.
Objectifs indirects de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Les architectes et/ou les maîtres d'ouvrage s'occupent des dangers naturels dès l'une des premières phases de la planification. – Les maîtres d'ouvrage et les architectes sont conscients du fait que l'application des normes SIA ne garantit pas qu'aucun dommage dû aux dangers naturels ne se produira. – Les mesures de protection constructives ne peuvent pas être supprimées ultérieurement par mégarde. – Les (futurs) propriétaires connaissent les mesures organisationnelles et les travaux d'entretien nécessaires.

Public cible	Architectes et maîtres d'ouvrage
Forme et contenu	<p>Le plan de protection contre les dangers naturels est un outil destiné à guider et à aider les architectes dans la façon d'aborder les dangers naturels. Il génère en outre un document en faveur du maître d'ouvrage. Outil et document englobent les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Risque (spécifique à la parcelle) – Objectifs de protection selon les recommandations des établissements d'assurance – Conversion des événements selon les objectifs de protection en effets sur le bâtiment. Au besoin également pour d'autres intensités d'événements. – Après un événement, évaluation des dommages et des réparations en fonction des objectifs de protection. Au besoin également pour d'autres intensités d'événements. – Mesures de protection <p>Le plan est mis à jour plusieurs fois pendant le processus de planification et de construction.</p>
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – Évolution conceptuelle en impliquant les bons spécialistes. – Développement d'une application pour élaborer le plan de protection contre les dangers naturels – Conduite d'une campagne d'accompagnement, promotion ciblée lors de conférences, salons, formations, etc. – Seconde priorité : examen des possibilités d'incitation financière au moyen de primes, d'un système de bonus-malus, de l'allègement des hypothèques.
Rapport coûts/efficacité	<p>Le développement et l'établissement du plan de protection contre les dangers naturels entraînent des coûts élevés. En contrepartie, il existe un potentiel également non négligeable d'éviter des dommages. Les frais pour la construction de bâtiments pourraient augmenter en raison de la réalisation d'une analyse d'impact. Les coûts sur le cycle de vie du bâtiment resteraient toutefois identiques voire diminueraient, grâce aux éléments de construction plus résistants et plus stables et parce que des dommages pourraient être évités. Les surcoûts et les économies réalisées peuvent concerner différentes parties. Il s'agit d'en tenir compte lors de l'élaboration de la mesure.</p>
Principaux facteurs de succès	<p>Le principal défi consistera à réussir l'application dans la pratique. Les facteurs de succès décisifs sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la future évolution des directives SIA, notamment des règlements SIA 101 et SIA 102 concernant les prestations des maîtres d'ouvrage et des architectes, – l'établissement dans la pratique de la nouvelle documentation SIA D 0260 (traitant de la planification et la construction avec des dangers naturels). – Il sera difficile de créer un outil permettant de mettre en évidence l'aléa et les dommages possibles de manière suffisamment concrète mais sans investissement excessif. <p>Les facteurs favorables sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'approbation et la corrélation de l'analyse d'impact avec la SIA D 0260 – la concordance avec les processus et les instruments de planification existants. – la promotion ciblée du plan de protection contre les dangers naturels (voir Possibilités d'action) – la prévention des répercussions sur les responsabilités ou les droits de garantie, car cela peut aller à l'encontre de son application <p>les incitations financières ne sont pertinentes qu'en seconde priorité.</p>

Tableau 3: Concept de mesure « Analyse de l'impact des dangers naturels » : Convention standardisée entre l'architecte et le maître d'ouvrage concernant les objectifs de protection.

Mise en œuvre

La question des dangers naturels gagne actuellement en importance dans différentes institutions telles que la SIA ou le SNBS (Standard de construction durable suisse), si bien que ces thèmes seront à l'avenir vraisemblablement de plus en plus souvent abordés dans les normes et les directives (voir ci-après « Conditions générales pour la mise en œuvre »). Les établissements d'assurance conduisent également différentes opérations en lien avec ce sujet : protection-dangers-naturels.ch constitue une nouvelle plateforme d'information qui offre pour la première fois un accès centralisé à des informations sur les dangers, les dommages et les possibles mesures disponibles. L'établissement

cantonal d'assurance des Grisons développe par exemple une application de visualisation des possibles dommages.

Le nouvel instrument proposé « Plan de protection contre les dangers naturels » ne pourra fonctionner que s'il tient compte du contexte actuel. Les architectes disposent ainsi dans le meilleur des cas d'un outil pour les aider à remplir de nouvelles exigences ou les nouvelles tâches qui découlent des actuelles révisions des normes. Par ailleurs, il est important de coordonner les autres activités en cours, afin d'éviter les redondances.

Comme prochaine étape de mise en œuvre, nous proposons donc d'approfondir encore les investigations menées en vue de déterminer un contexte pertinent (voir ci-après « Conditions générales pour la mise en œuvre »). Sur cette base, l'élaboration du concept de mesure peut se poursuivre et se concrétiser.

Informations sur la conception

La mesure a été développée du point de vue des dangers naturels liés à l'eau (ruissellement de surface, crues), des tempêtes, de la grêle et de la neige. Il reste encore à vérifier de quelle manière elle pourrait être étendue aux tremblements de terre, à la foudre, au radon ainsi qu'aux processus d'éboulement et de glissement (glissements de terrain, laves torrentielles, chutes de pierres, avalanches).

Afin que le plan de protection contre les dangers naturels atteigne les objectifs visés, les points suivants doivent être observés lors de la conception :

Document également compréhensible pour les personnes sans connaissances techniques

Le plan de protection contre les dangers naturels doit représenter un instrument pour les architectes leur permettant de renseigner le maître d'ouvrage et le (futur) propriétaire qui seront sûrement un jour confronté à des dommages dus aux dangers naturels sur toute la durée de vie du bâtiment. Tandis que la partie des suggestions s'adresse par son contenu et son langage à des spécialistes, le document doit être compris aussi par des personnes sans connaissances techniques.

Conversion de l'aléa en possibles effets sur le bâtiment

Comprendre les objectifs de protection et les aléas est une condition centrale pour pouvoir définir de manière ciblée les mesures de protection. Il convient néanmoins de constater que les spécialistes des branches de métier les plus variées ont des difficultés à interpréter correctement les indications sur les aléas ainsi que les recommandations relatives aux objectifs de protection.

Le plan de protection contre les dangers naturels doit par conséquent guider les architectes et les soutenir dans la transcription des aléas décrits de manière abstraite en répercussions possibles et concrètes sur le bâtiment. Ce principe doit au moins correspondre aux intensités des événements ciblés par les objectifs de protection, selon les besoins, mais aussi pour d'autres.

Exemple : l'objectif de protection « Aucun dommage ne doit survenir sur la façade, le toit et les éléments de constructions fixes par un orage de grêle se produisant une fois tous les 50 ans » signifie sur le Plateau que : “La façade, le toit et les éléments de construction fixes résistent à des grêlons de 3 cm, sans être durablement endommagés d'un point de vue visuel ou fonctionnel”.

Cette phase est encore plus importante pour les dangers liés à l'eau : pour évaluer les possibles effets, il faut par exemple considérer les interactions avec l'environnement (arrivée et écoulement de l'eau) et la possible formation d'un seuil (franc-bord). On oublie souvent le danger lié au ruissellement de surface.

Évaluation des dommages et des réparations

L'interprétation des objectifs de protection n'est pas toujours univoque. Un dommage purement visuel sur la façade peut ainsi par exemple être le signe pour l'architecte que la façade tient bon. Il convient de constater également que, selon l'expérience des projecteurs, on ne pense pas du tout à certains dommages qui peuvent quand même se produire. Mais justement, les dommages représentent un facteur important pour motiver les architectes et les maîtres d'ouvrage à choisir un mode de construction sûr et des mesures de protection. Les dommages dus aux répercussions doivent donc être évalués dans le cadre du plan de protection contre les dangers naturels. Ici aussi, il s'agit de s'intéresser au moins aux intensités des événements ciblés par des objectifs de protection normatifs.

Intégration dans le processus de construction

Le plan de protection contre les dangers naturels doit suivre les phases du projet (selon la SIA) et pouvoir être mis à jour et complété à chaque phase.

Aucune garantie

Malgré une exécution minutieuse lors du plan de protection contre les dangers naturels, il demeure une part d'incertitude concernant la transcription envisagée des événements en effets et l'estimation des dommages pouvant survenir. L'application du plan de protection contre les dangers naturels ne devrait donc pas avoir pour conséquence que les architectes courent davantage le risque d'être poursuivis en cas de sinistre. Cela serait en opposition avec l'usage de l'instrument.

Adaptabilité

La convention doit pouvoir être modulée et permettre de traiter les dangers naturels plus ou moins intensément en fonction des dangers spécifiques sur le site.

Coordination avec d'autres instruments

Il est essentiel de coordonner le projet avec les autres instruments. Voir à ce sujet le chapitre suivant « Conditions générales pour la mise en œuvre ».

Analyse complète des dangers liés à l'eau

Les indications sur les dangers et sur les objectifs de protection liés à l'eau sont particulièrement source d'erreurs d'interprétation. Les crues (provoquées par les cours d'eau) et le ruissellement de surface (provoqué par les précipitations) tiennent une place différente

dans les normes SIA. Jusqu'à aujourd'hui, il existe uniquement des cartes des dangers pour les crues dans la procédure du permis de construire. En l'absence de danger directement lié à l'eau, on a particulièrement tendance dans l'ensemble à sous-évaluer le danger lié à l'eau. L'aléa crue et l'aléa ruissellement de surface doivent par conséquent être considérés ensemble et/ou être regroupés en un seul risque dû à l'eau.

Conditions générales pour la mise en œuvre

Le plan de protection contre les dangers naturels sera surtout mis en pratique s'il apporte une valeur ajoutée par rapport aux instruments existants et si les acteurs sont disposés à accepter les contraintes supplémentaires qui en découlent ainsi que leur rémunération. Les règlements en matière d'honoraires ainsi que leurs instruments et les activités en lien avec les dangers naturels ont ici une incidence :

Prestations des architectes et des maîtres d'ouvrage (SIA 102 et SIA 101)

Avec le formulaire 1001/1 Contrat de mandataire / de direction des travaux, la SIA propose un modèle de contrat entre architectes et maîtres d'ouvrage. Ce modèle tout comme les contrats des architectes se réfèrent pour la plupart au règlement SIA 102 concernant les prestations et honoraires des architectes ou ils s'en inspirent au moins. Ce règlement régit les prestations à accomplir par l'architecte dans les différentes phases et phases partielles d'un projet de construction (Tableau 4).

Phase		Phases partielles	
1	Planification stratégique	11	Formulation des besoins, stratégie de solution
2	Étude préliminaire	21	Définition du projet de construction, étude de faisabilité
		22	Procédure de sélection
3	Étude du projet	31	Avant-projet
		32	Projet de construction
		33	Procédure d'autorisation
4	Appel d'offres	41	Appel d'offres, comparaison des offres, proposition d'adjudication
5	Réalisation	51	Projet d'exécution
		52	Exécution
		53	Mise en service, achèvement
6	Gestion	61	Exploitation
		62	Surveillance, contrôle, maintenance
		63	Entretien

Tableau 4: Articulation des prestations (SIA 112 Modèle - Étude et conduite de projet)

Une distinction est opérée à chaque phase entre les prestations de base et les prestations à convenir en particulier. Sauf accord contraire, le mandat de l'architecte englobe en règle générale les prestations de base des phases 3 à 5. Dans la version actuelle, la notion de dangers naturels est explicitement citée entre parenthèses uniquement dans le descriptif des prestations qui sont à convenir en particulier dans la phase 2. Si l'archi-

tecte ne reçoit aucun mandat particulier du maître d'ouvrage, il n'est pas soumis à l'obligation d'étudier les dangers naturels. Par conséquent, les investigations relatives aux dangers naturels (tout comme aux sites contaminés) incombent aujourd'hui au maître d'ouvrage et doivent être transmises explicitement à l'architecte si le maître d'ouvrage ne veut pas les prendre en charge lui-même.

Il n'est pas encore défini dans quelle mesure les investigations relatives aux dangers naturels pourraient passer dans les prestations de base des architectes dans une nouvelle version du règlement 102.

Début 2018, la SIA a terminé la consultation préalable pour le nouveau règlement 101 concernant les prestations des maîtres d'ouvrage. Ce nouveau règlement définit les devoirs, les droits et les tâches des maîtres d'ouvrage qui figurent certes déjà aujourd'hui dans d'autres règlements sous forme de « prestations et décisions du mandant » (par exemple le règlement SIA 102), mais qui ne sont toutefois pas encore fixés de manière globale à l'attention des maîtres d'ouvrage. Ce nouveau règlement peut donc contribuer à sensibiliser les maîtres d'ouvrage sur leurs devoirs et leurs tâches, même en ce qui concerne les dangers naturels.

Si une plus grande place est accordée aux dangers naturels à l'avenir dans le règlement SIA 101 et 102 et/ou dans les contrats des architectes, on aura moins besoin de sensibiliser sur la question au travers d'autres instruments ou mesures. La future attribution des compétences éventuellement plus claire et explicite encouragera la confrontation au problème. La mise en œuvre du plan de protection contre les dangers naturels est de ce fait surtout adaptée si elle peut apporter une valeur ajoutée en tant qu'instrument de travail allant au-delà de la simple sensibilisation.

Convention d'utilisation et étude de la structure porteuse

L'objectif et le contenu de la convention d'utilisation sont fixés dans la norme SIA 260 « Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses ». Conformément aux normes, la convention est par principe prévue pour chaque bâtiment. Mais dans la pratique, elle n'est pas pertinente de la même manière dans chaque projet de construction. Tandis qu'elle joue un rôle important pour les bâtiments présentant des exigences spécifiques telles que les écoles, les hôpitaux, les gares, etc., elle n'est établie que de façon rudimentaire, voire pas du tout, pour les maisons individuelles.

Le contenu de la convention d'utilisation sert de base à l'ingénieur civil pour l'étude de la structure porteuse. Les structures porteuses y sont définies comme l'ensemble formé des éléments de construction et du terrain de fondation, nécessaire pour garantir l'équilibre et la conservation de la forme d'un ouvrage.

La convention d'utilisation prévoit entre autres que soient décrits les objectifs d'utilisation et de protection des maîtres d'ouvrage et des propriétaires ainsi que les conditions, les exigences, les prescriptions et les risques particuliers. Elle offre par conséquent un espace pour décrire les aléas liés aux dangers naturels. Il n'existe en revanche aucune

directive quant au degré de détails et à la forme que doivent avoir ces descriptions. La convention d'utilisation est signée par le maître d'ouvrage, l'ingénieur et l'architecte.

Pour l'étude de la structure porteuse devant répondre aux objectifs de protection définis, il convient d'identifier les effets significatifs des dangers naturels et d'évaluer leur ampleur (SIA 261 « Actions sur les structures porteuses » et 261/1 « Actions sur les structures porteuses - Spécifications complémentaires »). Cette analyse ne doit jamais perdre de vue la durabilité, la stabilité structurelle et l'aptitude au service de la structure porteuse. Comme la convention d'utilisation sert de base aux travaux de l'ingénieur, les travaux de l'architecte se déroulent souvent avant ou en parallèle de l'élaboration de ladite convention.

Dans sa forme actuelle, la convention d'utilisation s'adresse en premier lieu aux ingénieurs impliqués dans le projet. La planification adaptée aux dangers naturels du côté des architectes ne garantit pas et n'encourage pas la convention d'utilisation.

Pour l'étude de la structure porteuse, les actions possibles sur la structure porteuse doivent être identifiées et quantifiées. Le plan de protection contre les dangers naturels devrait dès lors être conçu de telle sorte que les investigations, les calculs, etc. puissent être utilisés pour les deux objectifs. Néanmoins, le plan de protection contre les dangers naturels doit être compréhensible pour les non spécialistes. De par cette contrainte, il est impératif de préparer les contenus différemment.

Preuve de protection de l'ouvrage

La preuve de protection de l'ouvrage constitue dans de nombreux cantons un instrument usuel, orienté spécifiquement sur les crues et avec lequel l'autorité de délivrance des permis reçoit la preuve qu'un bâtiment est suffisamment protégé contre les crues. Une preuve de protection de l'ouvrage doit être obligatoirement établie la plupart du temps pour les nouveaux bâtiments et en cas de grandes rénovations. Dans le canton de Zurich, c'est le cas par exemple pour les projets de construction soumis à autorisation en zone bleue et rouge de la carte de dangers de crue ainsi que pour tous les ouvrages à risque spécifique²⁰. Les faibles risques de crue (zone jaune) ou les faibles risques de ruissellement de surface ne sont en principe pas couverts par la preuve de protection de l'ouvrage. Le canton de Zurich connaît cependant la preuve volontaire de protection de l'ouvrage avec auto-déclaration. Les communes et/ou les établissements d'assurance approchent alors de manière ciblée les maîtres d'ouvrage pour les ouvrages présentant un fort potentiel de dommages. Ils leur proposent des conseils et les motivent pour établir sur une base volontaire une preuve de protection de l'ouvrage.

La preuve de protection de l'ouvrage se concentre de manière très spécifique sur l'aléa crue. Elle ne traite ainsi qu'une petite part, même si elle est importante, des contenus prévus pour le plan de protection contre les dangers naturels. Il convient toutefois de faire attention à ce que les deux instruments soient cohérents et qu'ils se recoupent : par

²⁰ Hôpitaux, écoles, structures d'accueil, grandes entreprises, stades sportifs, bâtiments présentant des risques particuliers, etc.

exemple, en appliquant le plan de protection contre les dangers naturels, les maîtres d'ouvrage ou les architectes pourraient être rendus attentifs au fait qu'une preuve de protection de l'ouvrage devrait être établie.

Documentation SIA D 0260

La SIA travaille actuellement sur une nouvelle documentation SIA D 0260 traitant de la planification et de la construction avec des dangers naturels. Structurées selon les phases de prestation (voir à nouveau Tableau 4), les architectes reçoivent des précisions portant sur les questions pertinentes qu'ils sont censés se poser par rapport aux différents dangers naturels, ainsi que sur les étapes d'investigation et de planification, les sources d'informations et les interlocuteurs.

La SIA D 0260 s'articule autour des trois questions centrales « Que peut-il se passer ? », « Qu'est-ce qui est admis ? » et « Que faut-il faire ? ». Par ces questions, la documentation veut guider les architectes au cours du processus de planification. Le plan de protection contre les dangers naturels traite de ces questions également par rapport aux aléas (« Que peut-il se passer ? »), les objectifs de protection normatifs (« Qu'est-ce qui est admis ? ») et les mesures de protection (« Que faut-il faire ? »). En tant que véritable élément central supplémentaire, il comprend l'évaluation des dommages et des réparations (« Que se passera-t-il en cas d'événement ? ») devant être réalisée pour les maîtres d'ouvrage. Les instruments peuvent éventuellement se compléter.

Réévaluation prévue sur le thème des dangers naturels dans le standard de construction durable

Les dangers naturels tiendront vraisemblablement une place plus importante également dans le standard de construction durable (SNBS), des aides complètes et détaillées pour la planification devant y être mises à disposition.

Lors de la mise en œuvre de la mesure relative au plan de protection contre les dangers naturels, il faudrait garder à l'esprit les nouveautés pour le standard de construction durable concernant les dangers naturels afin de réaliser le besoin de coordination ou les potentiels de synergie.

Check-list pour la planification et la mise en œuvre de mesures de protection

La plateforme protection-dangers-naturels.ch met à disposition une check-list pour la planification et la mise en œuvre des mesures de protection des bâtiments. Dans sa version actuelle (mars), elle comprend des recommandations sur les objectifs de protection, des remarques et des recommandations d'action pour les éléments de construction menacés. Elle laisse par ailleurs de la place pour une brève description des aléas et des mesures de protection contre les différents dangers naturels. Contrairement au plan de protection contre les dangers naturels, elle s'adresse aux maîtres d'ouvrage qui doivent être motivés par le biais de remarques adéquates à la faire remplir par leur architecte. Le site peut aussi inciter les maîtres d'ouvrage à discuter des points avec l'architecte.

Élément supplémentaire central, le plan de protection contre les dangers naturels est pensé comme une représentation des dommages envisageables, des processus

d'amélioration et d'optimisation devant être ainsi déclenchés. En gardant à l'esprit les diverses évolutions en cours décrites dans ce chapitre, il convient de vérifier dans quelle mesure les points restants contenus dans la check-list peuvent ou doivent être intégrés au plan de protection contre les dangers naturels.

Plateforme Protection-dangers-naturels

La plateforme protection-dangers-naturels.ch offre une synthèse complète et systématique d'informations sur les aléas, sur les types de dommages et sur la protection du bâtiment (voir aussi la description de la mesure M1).

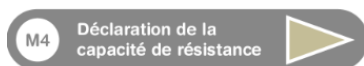
Par la plateforme protection-dangers-naturels.ch, des informations sur les aléas, sur les types de dommages et sur la protection des bâtiments peuvent être insérées dans d'autres instruments et aussi dans le plan de protection contre les dangers naturels.

Cahier des charges du projet et manuel du projet

Un cahier des charges du projet est utilisé comme guide notamment par les maîtres d'ouvrage appartenant à des institutions et d'autres maîtres d'ouvrage professionnels. Il fixe habituellement les principes de la construction et de l'organisation du projet de construction, dont font partie également les fonctions et les propriétés de la construction. Il sert également de référence pour vérifier que les objectifs sont atteints et pour contrôler la qualité. C'est la raison pour laquelle il est dans l'idéal mis à jour à la fin de chaque phase. Le manuel de projet quant à lui décrit de manière exhaustive les tâches, les compétences et les responsabilités de tous les acteurs impliqués dans le projet. Il est ressorti des déclarations des personnes interrogées, que la question des dangers naturels et encore peu ancrée dans les deux instruments.

Le plan de protection contre les dangers naturels représente un complément au cahier des charges du projet et au manuel de projet, dans la mesure où il se concentre sur un thème spécifique, à savoir les dangers naturels, et où il traite ce thème en détail.

M4 Meilleure déclaration de la capacité de résistance



L'enveloppe et les installations extérieures sont menacées plus ou moins fortement par la grêle, le vent et la neige selon l'emplacement, l'environnement et le type de bâtiment. Les produits, les systèmes et les variantes d'exécution doivent de ce fait être sélectionnés ou conçus en fonction du site et du bâtiment. Tel que représenté dans les exemples, cela n'est pas toujours possible dans la pratique.

Les acheteurs, qu'il s'agisse d'architectes ou de maîtres d'ouvrage, ont tendance à prendre davantage en compte le prix d'acquisition et les critères esthétiques que la capacité de résistance. Beaucoup sous-estiment les dangers et s'intéressent donc peu aux variantes ou produits alternatifs et plus sûrs. Certains acheteurs considèrent que chaque variante d'exécution répondant aux normes est suffisamment sûre contre les dangers. De plus, on a encore tendance à accorder trop peu d'attention à la phase de fonctionnement dans les décisions d'investissement, de telle sorte que même les objectifs communs qui existent entre la sécurité contre les dangers et la fonctionnalité du bâtiment n'aboutissent pas à la réalisation de variantes sûres. Pour finir, les analyses de risque basées sur le modèle entrepreneurial peuvent plaider en faveur d'une acceptation du risque plus élevé de dommages. D'éventuels dommages sont finalement couverts par l'assurance.

Si l'amélioration de la sécurité contre les dangers engendre des coûts supplémentaires (p. ex. : pour les façades compactes) et si elle représente en parallèle pour l'acheteur un critère secondaire, il en résulte que le fournisseur propose des variantes avec des marges de sécurité plus faibles. Les acheteurs des différences de variantes d'exécution ne semblent en outre pas toujours être conscients de la sécurité contre les dangers. Nos mesures s'appliquent ici.

Concept de mesures M4 « Meilleure déclaration de la capacité de résistance »

Idée de mesure	La résistance à la grêle, au vent et/ou à la neige doit être (mieux) déclarée dans les appels d'offres / les devis et les offres. Cela signifie concrètement : <ul style="list-style-type: none"> – Façades : Déclaration de l'indice de résistance à la grêle dans les appels d'offre et dans les offres. – Stores : Déclaration de l'indice de résistance à la grêle et au vent dans les offres. – Capteurs et panneaux solaires : Déclaration de l'indice de résistance à la grêle et à la charge de neige dans les offres. Il doit également être mentionné si l'installation a été conçue spécifiquement pour le site et le bâtiment. L'échelle des capacités de résistance et la fourchette d'intensité des événements doivent être indiquées dans la déclaration afin que l'acheteur puisse mieux cerner l'offre.
Objectifs directs	La « sécurité commandée et/ou fournie » doit être documentée par écrit.
Objectifs indirects	Les acheteurs doivent être davantage conscients qu'il existe des variantes distinctes d'exécution et différents niveaux de sécurité contre les dangers. Par ailleurs, les acheteurs doivent pouvoir facilement établir un lien entre l'indice de résistance et les événements.
Public cible	<ul style="list-style-type: none"> – Fabricants et fournisseurs de stores, d'installations solaires et d'autres installations extérieures – Projeteurs de façades, architectes, services d'établissement de devis pour façades. Les fournisseurs de systèmes (p.ex. : Weber-Marmoran) offrent pour les façades compactes des services de calcul de devis (documents d'appel d'offres) à l'attention des entrepreneurs chargés de l'exécution. – Entreprises de peinture et de plâtrerie
Forme et contenu	Domaine des façades : Adaptation CAN (catalogue des articles normalisés) en tant qu'instrument pertinent pour l'appel d'offres et l'offre. Intégrer la possibilité de choisir la classe RG. Dans l'idéal,

Concept de mesures M4 « Meilleure déclaration de la capacité de résistance »	
	<p>ajouter des informations sur la grêle directement dans le CAN. Intégrer de plus en plus le sujet de la résistance à la grêle dans les fiches techniques, les lignes directrices, les offres de formation continue, etc. des associations. Travail médiatique auprès des soumissionnaires et des fournisseurs.</p> <p>Domaine des systèmes d'ombrage : Recommandations / Modèles pour les déclarations de la classe de résistance à la grêle dans les offres. Travail médiatique auprès des fournisseurs pour les propager. Ancrer la déclaration de la capacité de résistance dans les descriptifs des produits.</p> <p>Domaine des installations solaires : Recommandations / Modèles pour les déclarations de capacité de résistance à la grêle et à la charge de neige ainsi que pour la conception dans les offres. Travail médiatique auprès des fournisseurs pour les intégrer.</p>
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – Prise de contact avec les associations professionnelles, soumission de propositions, collaboration, aide – Participation au travail médiatique pour encourager la mise en place dans la pratique – Poursuite des échanges avec les fabricants de stores et leurs associations
Rapport coûts/efficacité	<p>Une mise en œuvre suppose de recourir aux ressources des différentes associations, des ECA/AECA et dans tous les cas aussi aux fabricants / fournisseurs de systèmes / vendeurs de systèmes. Des solutions plus résistantes ont aussi tendance à être plus chères, tout du moins à l'acquisition. En revanche, le potentiel d'efficacité est élevé. Si l'on réussit à instaurer dans la pratique les déclarations décrites, le thème de la sécurité contre les dangers sera plus fortement présent et le risque de dommages diminuera. Par ailleurs, des solutions plus résistantes ont aussi en partie davantage de valeur, elles ont une durée de vie plus longue et leur coût d'entretien est plus faible. Les coûts et les économies peuvent concerner différentes parties prenantes. Il s'agit d'en tenir compte lors de l'élaboration de la mesure.</p>
Principaux facteurs de succès	<p>L'échelle des capacités de résistance existantes doit être mise en parallèle de la fourchette des intensités des événements afin que la déclaration puisse avoir le maximum d'effet.</p>

Tableau 5: Concept de mesures « Meilleure déclaration de la capacité de résistance »

Mise en œuvre

La mesure ne peut être mise en œuvre avec succès que si les associations professionnelles sont impliquées et participent. Autre condition déterminante : la disposition des fabricants à faire classer leurs produits selon leur capacité de résistance. Cette pratique est d'ailleurs déjà largement répandue aujourd'hui.

Les associations contactées dans le cadre du projet²¹ ont en principe jugé la proposition de mesure comme positive. Elles se sont dites prêtes à contribuer à son développement et à sa mise en œuvre. L'association Enveloppe des édifices suisses et l'ASEPP partagent les responsabilités du contenu technique du CAN. Ces deux associations ont aussi fait part de leur volonté de contrôler et lancer les adaptations.

Afin de pouvoir déclarer la capacité de résistance, les informations utiles sur les produits et les matériaux doivent être accessibles. Dans les domaines considérés, ces informations peuvent être extraites soit des indications du fabricant, soit des classifications et des certificats établis par des bureaux externes. Pour la mise en œuvre de la mesure M4, il est essentiel de poursuivre le répertoire grêle de l'AEAI et la certification des modules photovoltaïques pour les régions enneigées.

²¹ Enveloppe des édifices suisses, Association suisse des entrepreneurs plâtriers-peintres (ASEPP), Association des fournisseurs suisses de systèmes de protection contre le soleil et les intempéries (VSR), Swissolar.

Conception

Afin d'assurer son efficacité, la déclaration améliorée de la capacité de résistance doit impérativement être mise en relation avec les intensités possibles des événements. La Figure 6 donne un exemple :

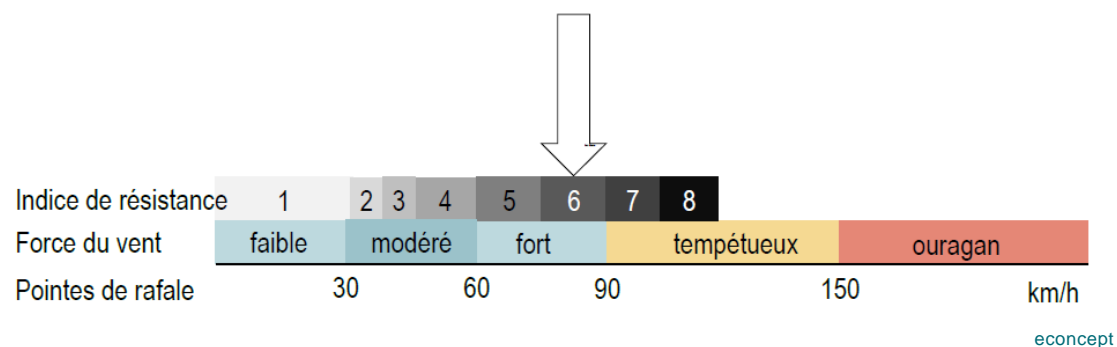


Figure 6: Schéma de conception d'une déclaration pour des stores

Conditions générales pour la mise en œuvre

Révision de la norme SIA 261/1

La consultation est encore ouverte jusqu'à fin juillet sur la norme révisée « Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires ». Des recommandations sont maintenant prévues concernant les indices de résistance à la grêle. Cette nouveauté devrait permettre d'augmenter le besoin des déclarations envisagées.

Domaine des façades

Les façades sont menacées par la grêle. La capacité de résistance à la grêle des façades compactes tout comme des éléments pour les façades ventilées est contrôlée et classifiée (RG 1 à 5). Les classifications ne sont néanmoins guère présentes actuellement dans les appels d'offre et/ou les offres.

L'appel d'offre pour le montage ou la rénovation de façades mentionne souvent l'utilisation du catalogue des articles normalisés (CAN) du CRB (Centre suisse d'études pour la rationalisation de la construction). Pour les façades compactes, les fournisseurs de systèmes (p.ex. : Weber-Marmoran) proposent en plus un service d'établissement de devis. Ils utilisent leurs propres modèles d'appel d'offre qui s'orientent toutefois vers le CAN.

D'après les modèles CAN actuels, l'indice de résistance à la grêle souhaité ne doit pas être forcément mentionné dans l'appel d'offre. Les associations sont responsables de manière déterminante pour le contenu du CAN. L'ASEPP (Association suisse des entrepreneurs plâtriers-peintres) pour les façades compactes, Enveloppe des édifices suisses pour les façades ventilées.

Si l'appel d'offre est établi par un service de devis, les matériaux et la réalisation sont déjà fixés en détail, de telle sorte que les fournisseurs ne peuvent plus avoir d'influence. Les fournisseurs de façades compactes ont un rôle de conseil notamment lors des réno-

vations pour lesquelles aucun architecte n'est engagé. L'ASEPP (Association suisse des entrepreneurs plâtriers-peintres) a développé un guide à ce sujet, qui se concentrait jusqu'à présent essentiellement sur les questions d'énergie. En général, c'est-à-dire aussi pour des façades ventilées, le choix d'une solution de façade est fortement influencé par les projeteurs ou les architectes pour qui l'esthétique et le prix d'acquisition sont avant tout déterminants. Il n'est guère question de capacité de résistance à la grêle.

Domaine des stores

Les stores sont concernés par la grêle et le vent. Quand il grêle, la plupart des stores devraient être remontés afin d'éviter toute dégradation esthétique et/ou du fonctionnement. Il existe un système de classification pour la capacité de résistance (SIA 342). Ce système offre une aide pour estimer si un dispositif d'ombrage est bien adapté pour le site et le bâtiment. Les fabricants mentionnent la capacité de résistance au vent même dans les documentations sur les produits. Ils utilisent ce point comme un argument de vente.

Les fournisseurs de stores sont impliqués le plus souvent relativement tôt dans les projets portant sur de gros bâtiments et donc aussi les bâtiments de bureaux. En effet, l'ombrage est important dans l'estimation des coûts. Malgré tout, la façade et l'ombrage sont souvent séparés dans la planification, de telle sorte que la taille des fenêtres ne peut pas être adaptée par exemple à une solution d'ombrage sûre. Des solutions d'automatisation sont souvent mises en place afin que les stores puissent être remontés en cas d'intempéries, même si le bâtiment n'est pas utilisé à ce moment-là ou si les utilisateurs n'ont pas les bonnes réactions. Tel que décrit au chapitre 2.3, les systèmes d'automatisation fonctionnent très bien en cas de grêle ou de vent. En revanche, des lacunes ressortent dans la pratique tant en ce qui concerne la protection que le confort des utilisateurs.

Les fournisseurs de stores conseillent aujourd'hui déjà à leurs clients de choisir des solutions adaptées au site et au bâtiment. Des stores endommagés font une mauvaise publicité et ne sont pas dans l'intérêt du fournisseur. Le pouvoir de décision est détenu au final quand même par le client.

La branche s'intéresse depuis un certain temps et de plus en plus à la question des tempêtes et de la grêle. Cette tendance découle aussi de la multiplication des événements extrêmes et du style d'architecture actuel qui privilégie les grandes surfaces vitrées et de fenêtres. On travaille donc en continu à l'amélioration des solutions de stores et d'automatisation.

Domaine des installations solaires

Les installations solaires sont concernées par la grêle, la neige et le vent. C'est la raison pour laquelle les éléments exposés font l'objet de contrôles par le fabricant avant d'être classés selon leur capacité de résistance à la grêle (RG 1 à 5). En outre, plusieurs produits distribués en Suisse disposent d'un certificat relatif à la charge de neige qui confirme leur aptitude à l'emploi dans les régions enneigées. Pour la capacité de résistance

au vent, il n'existe en revanche aucun système de classification, contrairement aux stores. Le plan concernant le vent est régi dans la norme SIA 261.

Les installations solaires ne sont en général pas prévues et conçues par les architectes, mais par des projeteurs professionnels spécialisés. Les architectes sont rarement impliqués quand une installation solaire doit être installée sur un bâtiment existant. Les installations sont commandées ou leur mise en place est mandatée par les propriétaires de bâtiments eux-mêmes ou leurs représentants. Si des installations sont montées dans le cadre d'une importante rénovation, l'architecte peut par contre dans ce cas jouer le rôle de l'acheteur.

La procédure pour la conception variera en fonction du fournisseur :

- *Via des sociétés de systèmes* : Les petits fournisseurs chargent en partie des sociétés proposant ces systèmes de la conception des installations qu'ils ont vendues, ces sociétés disposant de projeteurs spécialisés et d'outils de planification. Les fournisseurs sont ainsi informés en détail des façons et des matériaux à utiliser pour monter les installations. Les fournisseurs prennent alors en charge le conseil du client et l'installation.
- *Outils de planification* : On a souvent aussi recours aux outils de planification des fournisseurs de l'ossature porteuse ou des sociétés qui proposent le système. Ces outils répondent à la norme SIA 261, aux paramètres de l'ossature porteuse et aux paramètres de certains systèmes modulaires. Les outils de planification ne donnent pas uniquement la charge de vent déterminante mais également des indications sur les moyens et les matériaux à utiliser pour monter l'installation.
- *Calculs individuels* : Les grandes entreprises notamment avec des projeteurs spécialisés réalisent leurs propres calculs pour le dimensionnement des installations.

Swissolar estime que jusqu'à 80 % des installations sont conçues par les fournisseurs eux-mêmes et donc pas par les sociétés proposant les systèmes.

M5 Recueil des bonnes pratiques

M5 Bonnes pratiques



Les architectes, les ingénieurs spécialisés et les maîtres d'ouvrage affichent un certain intérêt, notamment en ce qui concerne les exemples de bonnes solutions proportionnées pour la protection des ouvrages. Pour les architectes, ce genre de recueil des bonnes pratiques peut être une source d'inspiration sur les mises en œuvre possibles de la protection des ouvrages. Il est encore plus important pour eux de disposer, grâce aux exemples recueillis lors de l'entretien avec les maîtres d'ouvrage, de meilleures possibilités pour montrer comment ils peuvent agir sur les dangers naturels, comment on peut aborder les mesures de protection des ouvrages et quels investissements supplémentaires elles engendrent.

M5 Concept de mesure « Recueil des bonnes pratiques » :

Idée de mesure	<p>Une synthèse claire des mesures de prévention importantes contre les dommages éléments naturels, bien pensée et relevant de la planification des travaux doit contribuer à prendre des décisions en faveur de la prévention des dommages éléments naturels. Afin de mettre en avant l'importance des mesures de protection des ouvrages, les bonnes solutions sont accompagnées de photos de sinistres caractéristiques (Que peut-il se passer ?) et d'illustrations de la probabilité d'être soi-même concerné (À quelle fréquence puis-je être touché ?).</p> <p>Les exemples de bonne pratique peuvent être apportés par les architectes assez tôt dans le processus de construction dans la mesure où ils simplifient sur la base d'une discussion concrète notamment l'entente sur le choix des objectifs de protection (actions concrètes possibles, estimation du rapport coûts-bénéfice). Les exemples illustrent à quoi peuvent ressembler les MPO afin de permettre d'atteindre les objectifs de protection discutés avec le maître d'ouvrage. Pour motiver la mise en place de MPO, des dommages typiques sont également présentés. La réalité abstraite de la probabilité des événements est rendue concrète.</p>
Objectifs directs de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Un recueil de bonnes solutions de prévention des dommages éléments naturels inspire les architectes et les maîtres d'ouvrage pour trouver des solutions. – Les exemples aident les architectes à discuter des mesures de protection des ouvrages avec les maîtres d'ouvrage. – Les exemples aident en plus les ingénieurs à créer des mesures esthétiques de protection des ouvrages. – Le recueil pourrait même être utilisé dans l'activité de conseil des ECA (moins de temps à investir pour trouver de bons exemples)
Objectifs indirects de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Le recueil permet de créer de meilleures bases pour ancrer dans la durée le thème de la protection des ouvrages. Il en ressort une vue d'ensemble des mesures qui montrent comment il est possible de mettre en place une protection des ouvrages capable de garantir tant les intérêts financiers et esthétiques que la sécurité et la protection de l'ouvrage.
Public cible	Maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs
Forme et contenu	<p>Le recueil des bonnes pratiques a par ailleurs un fort effet de sensibilisation et de motivation pour inciter à agir (sur les mesures de protection des ouvrages à proprement parler). Les exemples de bonne pratique doivent être directement liés avec les images de sinistres typiques et illustrer la probabilité d'être soi-même touché : Quels dommages les dangers naturels peuvent-ils entraîner ? À quelle fréquence est-on touché ? Comment se prémunir simplement contre les dommages ?</p> <p>Il convient de prendre en considération les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Profils de sinistres typiques pour tous les dangers naturels – Communication claire de la probabilité d'être touché. – Recueil des principaux types de solutions pour tous les dangers naturels, les informations sur l'investissement et le bénéfice. <p>Le recueil doit pouvoir être mis en place au début de la planification, en sensibilisant aux problèmes et en inspirant la recherche de solutions. Dès la première phase de la planification, on doit pouvoir montrer aux maîtres d'ouvrage à l'aide du recueil des bonnes pratiques ce qui peut être fait.</p>
	Forme :

	<ul style="list-style-type: none"> – Il est important d'avoir une forme de recueil attrayante et claire. On ne distingue pas forcément quand une protection des ouvrages est bien réalisée. Il faut donc en souligner la fonctionnalité. – Le recueil devrait avoir un caractère suggestif. Il convient de trouver une voie intermédiaire entre les mesures abstraites théoriques et les propositions de mise en œuvre concrètes. Un catalogue trop concret de mesures peut avoir un effet dissuasif sur les architectes. Ces derniers craignent alors que les maîtres d'ouvrage ne choisissent des mesures aux dépens de la liberté d'action des architectes dans la construction. D'un autre côté, il est aussi important que les exemples montrent comment la protection de l'ouvrage <i>pourrait</i> être réalisée. – Les solutions sont illustrées dans des photos ou des dessins. Elles montrent aux maîtres d'ouvrage ce qu'on entend à peu près par une mesure, sans oublier la réflexion sur les coûts.
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – C'est à l'AECA en principe de choisir la plateforme sur laquelle les exemples de bonnes pratiques doivent être diffusés. – L'AECA peut reprendre des différents ECA des profils de dommages et des solutions de bonnes pratiques. L'ECA Zurich a par exemple déjà réuni des exemples de discussions avec des propriétaires pour montrer ce qui peut être fait (p.ex. surélévation de l'entrée du garage, etc.). On n'a toutefois pas demandé aux propriétaires leur accord pour utiliser ces discussions dans les profils actuels. – L'AECA peut consigner ses exigences dans un récapitulatif des mandats pour les partenaires de la mise en œuvre.
Rapport coûts/efficacité	<p>L'investissement est plus ou moins important si l'on part d'une solution existante ou si une nouvelle publication est entreprise. L'investissement sera par contre élevé dans les deux cas si l'on veut que la publication porte ses fruits.</p> <p>Le potentiel d'impact des exemples de bonnes pratiques est estimé comme très élevé par les acteurs de la planification. Tout dépend cependant de la manière dont les exemples peuvent être élaborés et diffusés.</p>
Principaux facteurs de succès	<ul style="list-style-type: none"> – Élaboration engageante des exemples pour les architectes. – Présentation des exemples sous forme de source d'inspiration et non sous forme de liste de choix afin que les architectes soient assurés de conserver leur marge de manœuvre pour la planification. – Intégration d'aspects de sensibilisation qui montrent ce qui peut se produire en l'absence de mesures.

Tableau 6: Concept de mesure « recueil des bonnes pratiques »

Mise en œuvre

Les travaux pour élaborer et surtout pour faire connaître une liste de bonnes pratiques demandent un important investissement. Il est donc important de contrôler si une solution existante pourrait/devrait être complétée et optimisée ou s'il est vraiment nécessaire de mettre en place une nouvelle idée.

Optimisation et diffusion des solutions existantes

— La plateforme **protection-dangers-naturels.ch** présente déjà les principaux éléments souhaitables parmi les listes existantes d'exemples de bonne pratique : la plateforme montre les effets des dangers naturels. Elle indique les précautions qu'il est possible de prendre tout en donnant des astuces pour agir. 9 exemples de mesures de protection des ouvrages sont présentés de manière concrète. La majorité des exemples traite des dangers liés aux crues et au ruissellement de surface. Un exemple est consacré aux dangers dus à la grêle (impostes grillagées) et un autre à ceux liés aux tempêtes (stores intelligents, résistants aux tempêtes). Le site Internet comprend un lien vers la nouvelle documentation SIA D 0260 traitant de la planification et de la construction avec des dangers naturels. Il lui apporte un complément par

le biais d'informations plus poussées. **Il ressort des discussions avec les acteurs auprès des maîtres d'ouvrage et des projeteurs que le site est peu connu.** Son utilisation semble relativement compliquée et prend du temps. Si l'on veut miser sur cette plateforme, il faudra envisager de la simplifier.

- Des informations complètes figurent dans les deux recommandations de Thomas Egli : **Recommandation - Protection des objets contre les dangers naturels gravitationnels (2005)**. Et recommandation - **Protection des objets contre les dangers météorologiques (2007)**, ces deux textes nécessitant toutefois une mise à jour. Les dangers naturels gravitationnels et météorologiques sont à chaque fois accompagnés de profils typiques de dommages ainsi que d'illustrations des mesures possibles. Sont également présentées des mesures combinées pour différents profils de danger, en partie avec des remarques sur les calculs coûts-bénéfice. Les publications s'adressent aux projeteurs, aux ingénieurs, aux autorités et aux maîtres d'ouvrage. De nombreuses bases techniques sont mentionnées tout comme des exemples illustratifs, rendant les publications très complètes. Il serait utile de vérifier s'il est possible d'établir à partir des publications une variante globale plus concise, allant moins en profondeur mais donnant davantage d'exemples (plus récents).
- L'ECA des Grisons développe une **application de conseils et de formation** pour tablettes (contact : Reto Stockmann, GVG), consacrée dans sa première version à la problématique des dangers dus à l'eau. L'application repose sur deux contenus principaux : « Simulation virtuelle » pour sensibiliser et former en général sur la problématique de l'eau ainsi que « Conseil sur site » pour une utilisation en réalité augmentée / mixte dans des bâtiments existants. L'application offre également la possibilité d'accéder facilement à la plateforme SIG cantonale avec les cartes des dangers et les cartes des zones ainsi qu'au site Internet « protection-dangers-naturels.ch ». Lors d'un conseil délivré sur site, il est possible de sélectionner et de positionner des mesures de protection de sélectionner des mesures de protection dans un catalogue et de les placer sur le flux vidéo du bâtiment existant. Les mesures de protection sélectionnées apparaissent automatiquement dans le projet et les coûts escomptés pour leur mise en œuvre sont calculés sur la base de prix de référence. Ce genre de solution recèle un fort potentiel. Il convient de tester l'efficacité de l'application. En cas d'essais concluants, elle doit être rendue accessible à d'autres cantons et élargie à d'autres dangers naturels. L'application est en cours de développement et devrait être prête à l'automne 2018.
- **Documentation SIAD 0260 traitant de la planification et de la construction avec des dangers naturels.** La documentation doit aider les architectes à reconnaître le plus sûrement possible les dangers naturels et à les intégrer dans les phases de prestation partielle (selon SIA 102 « Règlement concernant les prestations et honoraires des architectes » et SIA 112 « Étude et conduite de projet »). La documentation est élaborée en concertation avec des architectes, de telle sorte qu'ils y retrouvent leur langage et leur perception. La documentation est pour l'instant à l'état de projet (état : 12.06.2018).

Procédure d'élaboration et d'optimisation d'un recueil des bonnes pratiques

Peu importe s'il existe déjà une solution ou s'il faut en développer une nouvelle, il convient d'en sélectionner le contenu tout comme la présentation en étroite collaboration avec des experts de la protection des ouvrages, des architectes et dans tous les cas également avec des « profanes » (propriétaires, maîtres d'ouvrage). Cette approche est la seule garantie que des contenus pertinents seront transmis de manière efficace.

Le recueil doit tenir compte de tous les dangers naturels et des principales catégories de mesures de protection des ouvrages, accompagnées respectivement des exemples les plus parlants. Quelques listes et exemples de « bonnes pratiques » en matière de protection des ouvrages ont déjà été publiés. Il est possible d'y sélectionner des exemples appropriés :

- **AWEL 2017 : Guide Protection des bâtiments contre les crues** : Le guide AWEL offre une aide pratique pour déterminer si un terrain est menacé par les crues. Il permet également de déterminer si des mesures de protection sont proportionnées. Le chapitre consacré aux moyens d'obtenir la protection souhaitée mentionne les possibilités de prévention fondamentales. Quatre exemples illustrent des solutions convaincantes sur le plan visuel, qui exigent peu de contraintes supplémentaires²².
- **AEAI (sans année) : Protection contre les dangers naturels : exemples à suivre**. Sur la page Internet protection-dangers-naturels.ch, à la rubrique Architectes/projeteurs spécialisés, on trouve dans le menu « Exemples à suivre » neuf « mesures de protection efficaces contre les dangers naturels ». La majorité des exemples traite des dangers liés aux crues et au ruissellement de surface. Un exemple est consacré aux dangers dus à la grêle et un autre à ceux liés aux tempêtes.
- **AEAI (sans année) : Comment protéger un bâtiment contre les inondations, les crues et les eaux superficielles**. Le dépliant présente de manière schématique les (catégories de) mesures par étanchement, écran, inondation contrôlée et mesures organisationnelles. Il ne contient aucun exemple concret²³.
- **AEAI (sans année) : Comment protéger un bâtiment contre la grêle**. À l'instar du dépliant sur les crues et le ruissellement de surface, ce dépliant présente des schémas de mesures constructives, des mesures d'entretien, des informations sur le choix des matériaux et des mesures organisationnelles, qui offrent une protection contre la grêle. Il ne contient aucun exemple concret²¹.
- **AEAI (sans année) : Comment protéger un bâtiment contre la tempête**. Représentation schématique de mesures constructives, mesures d'entretien, mesures organisationnelles contre les tempêtes. Aucun exemple concret²¹.

²² www.awel.zh.ch/objektschutz

²³ <https://www.protection-dangers-naturels.ch/outils/telechargements.html>

- **AEAI (sans année) : Comment protéger un bâtiment contre la pression et le glissement de la neige.** Représentation schématique de mesures constructives, de stabilisation et d'urgence. Aucun exemple concret²¹.
- **Plateforme nationale « Dangers naturels » PLANAT (2012), dialogue sur les risques, illustrations de dangers naturels.** 15 mesures présentées par des schémas sur les dangers liés au vent, à la grêle, à la pluie et à la neige, dont 10 mesures constructives. Représentation schématique et abstraite²⁴.
- L'AEAI et les établissements d'assurance devraient disposer de plusieurs exemples de bonnes pratiques. Il convient de vérifier si et comment les images peuvent être légalement utilisées dans le cas où elles montrent pour la plupart des immeubles réels.

²⁴ <http://www.planat.ch/fr/boite-a-outils-dialogue-risques/>

M6 Critères d'appel d'offre élargis

M6

Critères d'appel d'offres



Même cette mesure souligne le fait qu'un grand nombre d'architectes ne pensent pas suffisamment par eux-mêmes

à prendre en compte les potentiels risques liés aux dangers naturels. Un bon moyen de les motiver consiste à les interpeller explicitement sur la question lors de l'appel d'offre pour la construction. Les maîtres d'ouvrage étant toutefois eux aussi trop peu sensibilisés, il est aussi question de les interpeller. C'est la raison pour laquelle le contenu des documents qui servent de modèles aux maîtres d'ouvrage pour rédiger le dossier d'appel d'offre doit être étendu à cette problématique.

M6 Concept de mesure « Critères élargis de l'appel d'offre »

Idée de mesure	<p>Des invitations à prendre en compte la situation de danger et l'investigation relative aux mesures de protection des ouvrages contre les dangers naturels sont intégrées dans les modèles et les recommandations pour la formulation des documents d'appel d'offre pour l'architecture ou des concours d'architecture. Il s'agit tant des modèles au niveau interrégional (SIA, tout modèle utilisé/remis lors des formations de base et formations continues) que des modèles employés par les maîtres d'ouvrage publics et les grands maîtres d'ouvrage privés.</p> <p>Les modèles élargis poussent les maîtres d'ouvrage à reprendre le sujet de la prévention des dommages éléments naturels dans les concours et les appels d'offre d'architecture et à demander des investigations de la part des architectes. Les architectes sont incités ainsi à prendre intégralement en considération les mesures de protection des ouvrages. Les modèles et les recommandations doivent aussi bien se rapporter à des procédures ouvertes, sélectives qu'incitatives (dans l'idéal dès les concours d'idées, mais au plus tard lors du concours de projets).</p>
Objectifs directs de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Les maîtres d'ouvrage (notamment professionnels) sont sensibilisés au sujet par des indications correspondantes dans le dossier d'appel d'offre. Ils sont invités à demander des investigations en ce qui concerne les dangers naturels. – Sur la base des modèles élargis, les invitations à prendre en considération les mesures de protection des ouvrages contre les dangers naturels sont intégrées de manière standard dans les dossiers d'appel d'offre (tant pour les procédures ouvertes, sélectives qu'incitatives). Idéalement, ces éléments sont intégrés dès les concours d'idées, au plus tard lors des concours de projets.
Objectifs indirects de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – En thématissant la prévention des dommages éléments naturels dès les dossiers d'appel d'offre, les architectes sont incités à clarifier intégralement la situation de danger et à apporter une attention accrue à la protection des ouvrages.
Public cible	D'abord les maîtres d'ouvrage, mais à travers eux aussi les architectes
Forme et contenu	<p>Un chapitre « Protection des ouvrages contre les dangers naturels » est intégré dans les modèles pour les dossiers d'appel d'offre ou les « modèles d'appel d'offre ». Les maîtres d'ouvrage sont invités par ce biais à reprendre le thème dans l'appel d'offre. Le processus est le même que pour les indications sur la sécurité contre les séismes qui apparaissent déjà aujourd'hui dans de nombreux dossiers d'appel d'offre.</p> <p>Les modèles peuvent contenir des exemples de modules qui s'appuient sur les connaissances des maîtres d'ouvrage. Selon les aléas qui sont déjà connus ou qui peuvent être exclus, il est possible de formuler l'invitation à examiner les mesures de protection des ouvrages soit de manière globale soit de manière limitée. Formulations possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Si le maître d'ouvrage ne connaît pas la situation de danger : « Il convient de vérifier si des mesures constructives de protection des ouvrages doivent être prévues contre les potentiels dangers naturels météorologiques et gravitationnels. » – Si le maître d'ouvrage dispose déjà de connaissances plus spécifiques sur la situation de danger, lui permettant d'exclure certains dangers naturels : « Au vu de la situation du terrain, aucune mesure constructive de protection des ouvrages n'est à prévoir contre les dangers naturels gravitationnels. Le terrain ne se trouve pas dans une zone de danger. Il convient toutefois de vérifier si une protection spéciale de l'ouvrage doit être prévue contre les dangers naturels météorologiques. Important : il est prévu d'installer des solutions d'ombrage résistant à la grêle et aux tempêtes. »

	Les indications directes sur la protection des ouvrages contre les tempêtes, la grêle et le ruissellement de surface apportent une valeur ajoutée car on accordait jusqu'à présent une place insuffisante à ces thématiques qui peuvent pourtant s'avérer importantes pour de nombreux projets de construction.
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – Les ECA des différents cantons pourraient demander aux offices communaux et cantonaux de l'immobilier d'adapter leurs modèles pour les appels d'offre d'architecture. La question pourrait être aussi abordée dans le cadre de rencontres avec des maîtres d'ouvrage plus conséquents. – L'AECA devrait prendre contact avec la SIA afin de faire adapter au niveau national les modèles pour les appels d'offre d'architecture.
Rapport coûts/efficacité	<p>L'investissement pour cette mesure peut être dans l'ensemble modéré même si elle est souvent décrite comme une tâche fastidieuse. Il s'agit principalement de prendre contact et de mener des discussions avec des acteurs centraux, notamment au sein de la SIA et parmi les grands maîtres d'ouvrage en vue d'essayer d'influencer les modèles qu'ils utilisent.</p> <p>Le potentiel d'impact dépend du nombre de modèles pertinents qui peuvent être influencés. Mais il devrait s'agir dans l'ensemble d'une excellente façon d'influencer les architectes.</p>
Principaux facteurs de succès	<ul style="list-style-type: none"> – Étendue des modèles élargis et exemples d'appels d'offre – Dans tous les cas, les indications qui corroborent l'importance du sujet afin que les demandes soient également vraiment reprises dans les appels d'offre.

Tableau 7: Concept de mesure « Critères élargis de l'appel d'offre »

Mise en œuvre

D'après les investigations, il existe peu de modèles uniformes qui sont utilisés pour les dossiers d'appel d'offre. Divers maîtres d'ouvrage (surtout les grands maîtres d'ouvrage publics et privés) ont en général élaboré leurs propres modèles avec le temps. Il pourrait s'avérer compliqué d'influencer la grande diversité de modèles. Il convient de procéder comme suit :

- Élaborer des exemples d'appels d'offre pour les principaux types de projets de construction.
- Chercher à entamer le dialogue sur la question avec la SIA pour essayer d'optimiser les exemples d'appels d'offre, les recommandations et les guides. En tout cas, examiner la possibilité d'une intégration dans le règlement SIA 142 « Règlement des concours d'architecture et d'ingénierie » (2009) et SIA 143 « Règlement des mandats d'études parallèles d'architecture et d'ingénierie » (2009).
- Influencer les modèles des pouvoirs publics (canton et villes/communes) via les établissements cantonaux d'assurance.

M7 Les conseillers en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information

M7

Conseiller comme diffuseur de l'information



Les conseillers en maîtrise d'ouvrage apportent une aide aux maîtres d'ouvrage dans le développement et la gestion de projets. De par leur fonction, ils sont impliqués dans de nombreux projets, notamment ceux de grande ampleur. Ils peuvent influencer sur le projet très tôt dans la planification et parfois même avant l'architecte. Leur principale activité consiste à apporter un certain savoir-faire dans les projets. Si les conseillers en maîtrise d'ouvrage possèdent un savoir-faire dans le domaine des dangers naturels, le sujet se retrouve tout naturellement dans un grand nombre de projets et se répercute sur les autres personnes impliquées. De cette réflexion est née l'idée qu'il fallait rallier à la cause les conseillers en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information relative au savoir-faire sur les dangers naturels.

Ébauche de mesure « Les conseillers en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information »

Idée de mesure	Les conseillers en maîtrise d'ouvrage approfondissent leur savoir dans le champ thématique des dangers naturels. Ils assurent à l'avenir que les dangers naturels sont bien traités au bon moment dans les processus de planification, dans une ampleur suffisante et de manière ciblée. Leur savoir-faire à ce sujet se répercute sur les maîtres d'ouvrage qui reçoivent les conseils et sur les architectes impliqués. Ils jouent ainsi le rôle de diffuseurs de l'information.
Objectifs directs de la mesure	Renforcement de la conscience du problème et du savoir auprès des conseillers en maîtrise d'ouvrage, notamment en ce qui concerne les points suivants : <ul style="list-style-type: none"> – Les dommages possibles dus aux dangers naturels et les répercussions pour les propriétaires immobiliers (conscience du problème) – Disparité des solutions constructives et de sécurité contre les dangers – Possible concordance entre les objectifs de la sécurité contre les dangers et du confort. – Missions et responsabilités du maître d'ouvrage en ce qui concerne les dangers naturels – Intégration ciblée de la question des dangers naturels dans le processus de planification
Objectifs indirects de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> – La question des dangers naturels est traitée le mieux possible dans les projets pour lesquels des conseillers en maîtrise d'ouvrage sont impliqués. – Les architectes et les maîtres d'ouvrage impliqués sont sensibilisés à la question de manière identique par les conseillers en maîtrise d'ouvrage. Ils l'intègrent ensuite mieux dans leurs processus de planification.
Public cible	Conseillers en maîtrise d'ouvrage
Forme et contenu	Sensibilisation et formation continue des conseillers en maîtrise d'ouvrage par le biais d'exposés et de suggestions lors de conférences et de rencontres ciblées.
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – Établir le contact et les échanges entre la chambre des conseillers en maîtrise d'ouvrage indépendants (KUB) ainsi que les grands maîtres d'ouvrage institutionnels (p.ex. : La Poste, les hautes écoles, les villes) avec des chefs de projet professionnels – Mise à disposition / Financement d'intervenants dans des conférences et des rencontres appropriées
Rapport coûts/efficacité	Grâce à l'effet de diffusion de l'information, la mesure bénéficie d'une portée potentiellement large et ainsi d'un fort potentiel d'impact. Les coûts devraient avant tout être supportés par les ECA/l'AECA et ils sont relativement faibles.
Principaux facteurs de succès	Le public cible doit se sentir concerné par les contenus grâce à la mise en avant du bénéfice pour les personnes engagées dans la construction. Les dommages réels et les mesures concrètes ont ainsi tendance à être plus parlants pour les conseillers que des situations de dangers abstraites.

Tableau 8: Concept de mesure « Les conseillers en maîtrise d'ouvrage en tant que diffuseurs de l'information »

Mise en œuvre

Du côté de la Chambre des conseillers indépendants en maîtrise d'ouvrage (KUB), l'idée de mesures de sensibilisation et d'offres de formation continue supplémentaires pour les conseillers en maîtrise d'ouvrage a été jugée en principe comme utile et pertinente. La KUB dispose elle-même d'organes de formation continue qu'elle peut mettre à disposition pour traiter ce thème. Ces formations sont fréquentées tant par des conseillers indépendants que par des chefs de projets de construction.

M8 Prix d'architecture «*naturgefahrensicheres Bauen*» (Construction sûre contre les dangers naturels)



Avec cette mesure, une incitation doit être mise en place tant pour les architectes que pour les maîtres d'ouvrage afin de les amener à mieux prendre en considération les mesures de protection des ouvrages. Pour les architectes, la motivation reposerait sur la distinction obtenue et sur la publication des « bonnes pratiques », ainsi que partiellement sur la récompense financière. Pour les maîtres d'ouvrage, la distinction pourrait signifier l'acquisition d'une certaine considération ainsi qu'un sentiment de confiance renforcé. À plus long terme, cette mesure favorise aussi la sensibilisation : grâce aux critères d'évaluation du prix d'architecture, les architectes perçoivent l'importance que revêt le thème de la prévention des dommages éléments naturels. C'est la même chose lorsque des ouvrages d'exception sont publiés dans des revues d'architecture. L'impact est amplifié si l'on parvient à étendre les prix d'architecture établis à des critères d'évaluation d'une construction sûre contre les dangers naturels. Enfin, le concours contribue à obtenir des exemples de bonnes pratiques pouvant être utilisés pour la mesure 5 « Recueil des bonnes pratiques ».

M8 Concept de mesure Prix d'architecture «*naturgefahrensicheres Bauen*» (Construction sûre contre les dangers naturels)

Idée de mesure	Des distinctions doivent être accordées aux solutions exemplaires sur le plan architectural, de manière similaire et dans le cadre des prix d'architecture. Deux variantes sont envisageables : – Variante 1: Étoffement des prix d'architecture existants avec un critère d'évaluation supplémentaire « Construction sûre contre les dangers naturels » ; – Variante 2: Lancement d'un nouveau prix d'architecture pour une « Construction sûre contre les dangers naturels » . Ce nouveau prix pourrait s'inspirer plus ou moins du prix d'architecture existant dédié à la construction parasismique « Seismic Award » (voir ci-après le chapitre Mise en œuvre).
Objectifs directs de la mesure	– Les architectes sont motivés à prendre davantage en compte la prévention des dommages éléments naturels. – Ils reçoivent une incitation à intégrer dans la planification une bonne protection de l'ouvrage. – Une incitation supplémentaire a même été pensée pour les maîtres d'ouvrage afin de les amener à mettre en place une protection convaincante susceptible de distinguer leur bâtiment.
Objectifs indirects de la mesure	– Sur le long terme, tant les architectes que les maîtres d'ouvrage sont sensibilisés par la publication des ouvrages gagnants. – Le recueil des bonnes pratiques peut être étendu et mis à jour à partir des données du concours.
Public cible	En premier lieu, les architectes qui peuvent acquérir une notoriété accrue grâce à la distinction de leurs bâtiments. En partie, les maîtres d'ouvrage qui sont fiers quand leur bâtiment reçoit une distinction.
Forme et contenu	Il est ressorti des entretiens avec les architectes que ce genre de prix est attrayant pour eux si les ouvrages distingués sont mis en avant dans une large publication . Il convient de ce fait de veiller à établir un fort partenariat sur le plan de la publicité. La valeur du prix est secondaire. Pour donner un ordre de grandeur, il est en général question d'environ 15 000 francs suisses par projet gagnant. Un prix pourrait être attribué tous les 2 à 3 ans. Le jury devrait se composer à la fois d'architectes et d'experts en dangers naturels. Les critères de jugement détaillés doivent être définis par des experts en dangers naturels en collaboration avec des experts en architecture. Comme pour le « Seismic Award » (voir ci-après), on pourrait ici créer aussi des critères qui récompensent l'intégration anticipée de la prévention des dommages éléments naturels sous la forme d'un projet convaincant avec une conception orientée contre les dangers naturels, un projet qui identifie suffisamment tôt la situation de dan-

	ger et y répond dans sa planification. Outre l'évaluation esthétique des mesures de protection des ouvrages, il serait aussi intéressant de poser des critères portant sur le rapport coûts-bénéfice.
Possibilités d'action ECA/AECA	<ul style="list-style-type: none"> – Les ECA des différents cantons peuvent chercher à agir dans l'attribution des prix d'architecture dans leur canton (p.ex.: « Gutes Bauen » dans le canton de Soleure, canton de Zurich, etc.). <p>Dans l'idéal, un prix d'architecture dispose d'un rayonnement transrégional. Cette approche devrait passer par l'AECA. Procédure :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Perception des variantes, mise en place de partenariats, etc. – Chef de file notamment quand un nouveau prix d'architecture devrait être lancé (récompense financière, travail médiatique, etc.)
Rapport coûts/efficacité	<p>Les investigations et les travaux préliminaires représentent une certaine charge de travail. L'investissement pour la réalisation est relativement faible et dépend du soutien apporté à l'organe responsable ou si une association telle que la SIA prendrait en charge le prix.</p> <p>Le potentiel d'efficacité dépend de la visibilité dont bénéficie le prix. Si l'on parvenait à étendre la portée d'un prix existant sur les aspects de la sécurité contre les dangers naturels, cette approche devrait permettre à moyen terme de faire connaître la question auprès des architectes dans une large mesure.</p>
Principaux facteurs de succès	<ul style="list-style-type: none"> – Partenariats médiatiques prestigieux pour faire connaître le prix et publier les constructions primées. – Large soutien apporté à l'organe responsable.

Tableau 9: Schéma de mesure « Prix d'architecture Construction sûre contre les dangers naturels »

Mise en œuvre

Procédure pour la variante 1 : Étoffement des prix d'architecture existants

La SIA offre un aperçu des principaux prix d'architecture existants²⁵ : parmi les prix existants, ceux qui disposent d'un rayonnement interrégional sont particulièrement appropriés.

Prix d'architecture interrégionaux appropriés

- Le prix « **Hase** » de la revue *Hochparterre* fait partie des prix d'architecture les plus connus de Suisse. Des distinctions sont discernées chaque année dans les catégories « Architecture », « Design » et « Paysage ». Les récompenses sont classées selon les niveaux Or, Argent et Bronze.
- « **La meilleure transformation** » est mise au concours et organisée par le magazine *Umbauen + Renovieren*, revue suisse sur la modernisation et la transformation haut de gamme de l'habitat. « **La meilleure maison individuelle** » est mise au concours et organisée par le magazine *Das Ideale Heim*, revue suisse sur l'habitat, l'architecture et le design. En plus du prix du public et du prix du jury, ces deux concours attribuent un prix spécial portant sur l'énergie. Un prix spécial de « construction en fonction des dangers » naturels pourrait s'en inspirer²⁶.
- « **umsicht – regards – sguardi** » : Tous les quatre ans, la SIA décerne le prix « regards » aux œuvres qui contribuent de manière exemplaire et originale à l'aménagement durable du cadre de vie. Ces réalisations incarnent une réflexion glo-

²⁵ http://www.sia.ch/fileadmin/content/download/berufsgruppen/bga/SIA_Architekturpreise_150918.pdf

²⁶ <http://www.architekturpreise.ch>

bale et des interventions concertées. Elles témoignent d'un sens affirmé des responsabilités face aux réalités sociales et à la culture du bâti (critères d'évaluation, prestation innovante, qualité conceptuelle, pertinence sociale, responsabilité écologique et rendement économique)²⁷. Dans ces conditions, il ne peut qu'être pertinent et moderne d'intégrer au titre « regards » des aspects de la prévention des dommages éléments naturels.

- Le « **Arc-Award** », remis par la « Documentation du bâtiment » de Docu Media Schweiz GmbH, est devenu depuis la première récompense décernée en 2012 un label de qualité reconnu dans toute la Suisse. D'une valeur de 52 000 francs, le Arc-Award 2018 est l'un des prix d'architecture les mieux dotés de Suisse. Trois jurys indépendants élisent le vainqueur.

Prix axés sur des aspects particuliers

- « **Prixforix** » – Le titre de la façade la plus attrayante de Suisse. Les projets habilités à concourir comportent une façade totalement ou partiellement en verre/métal, contemporaine et innovante.

Prix interrégionaux peu ou pas appropriés

- « **Foundation Award** » (prix d'encouragement pour les jeunes architectes suisses²⁸). Spécialement dédié aux jeunes architectes qui ont fondé leur bureau d'architecte il y a moins de quatre ans, le Foundation Award est décerné une fois par an. La qualité des travaux d'un bureau d'architecte n'y tient pas la première place. On récompense bien plus l'image renvoyée par le jeune architecte. Le bureau parvient-il à représenter et classer son style de manière intelligible et captivante ? Sont en jeu des récompenses en nature ou de l'argent d'une valeur de 24 000 francs suisses. On pourrait s'imaginer que l'image récompensée fasse ressortir une certaine attitude par rapport aux dangers naturels.
- Le prix « **best architects** » décerné chaque année compte parmi les distinctions d'architecture les plus renommées. Il joue le rôle d'indicateur de l'évolution architecturale dans le segment de pointe européen. Depuis qu'elle existe, cette distinction est considérée comme un label de qualité pour une prestation architecturale remarquable²⁹. Au vu de son orientation européenne, il s'avère difficile d'influencer les critères d'évaluation.

Prix d'architecture régionaux

Divers prix d'architecture régionaux sont également appropriés pour intégrer des critères de construction conforme aux dangers naturels. La charge de travail est certes élevée pour pouvoir influencer chez chacun d'entre eux les critères d'évaluation, mais il existe dans ce domaine des actions envisageables que les ECA peuvent entreprendre de manière autonome. Citons notamment : « Gutes Bauen » canton SO, « Atuprix » canton BE,

²⁷ <http://www.sia.ch/fr/actuel/regards-17/>

²⁸ <http://www.foundation-award.ch>

²⁹ <https://bestarchitects.de/de/award/info.php>

« Auszeichnung guter Bauten » canton Bâle, « SIA Aargau-Preis », « Gute Bauten im Kanton Zürich », « Gute Bauten der Stadt Zürich », « Baupreis Architekturforum Züricher Oberland », « Architekturpreis Region Winterthur », « Gutes Bauen Ostschweiz ».

Procédure pour la variante 2 : Création d'un nouveau prix d'architecture pour une construction sûre contre les dangers naturels.

Un nouveau prix pourrait s'inspirer du « Seismic Award » qui est dédié à la construction parasismique et décerné par la Fondation pour la dynamique des structures et le génie parasismique³⁰. Un jury composé d'architectes et d'ingénieurs civils distingue par ce prix les bâtiments qui ont su convaincre selon les critères suivants :

- Conception parasismique et choix des détails constructifs en conséquence.
- Architecture convaincante aux plans esthétique et fonctionnel, intégrant éventuellement des éléments « d'utilité parasismique ».

Le prix veut faire comprendre que les solutions convaincantes résultent généralement d'une démarche intégrée entre l'architecte et l'ingénieur. « En concevant la structure porteuse et les éléments de construction non porteurs, tels que cloisons et façades, selon les principes de la construction parasismique dès le début du projet, ainsi qu'en effectuant une mise en œuvre minutieuse lors de la construction, on obtient une sécurité structurale élevée et une vulnérabilité faible pour un coût minimal. » Un bâtiment est primé tous les trois ans. Les planificateurs reçoivent ensemble un prix d'un montant de 15 000 francs par bâtiment. La remise du prix, la distinction et le bâtiment primé seront diffusés dans les médias, dans certaines revues spécialisées et au moyen d'une brochure largement diffusée et sur la page d'accueil de la Fondation.

Les chances de réussite d'un nouveau prix d'architecture reposent essentiellement sur de solides partenariats. Il convient de vérifier l'intérêt de la SIA, du magazine d'architecture *Hochparterre*, des cantons et de la Confédération. Les partenaires décideraient ensuite de la composition du jury.

³⁰ <https://www.baudyn.ch/fr/preise/architektur-und-ingenieupreis/ausschreibung-2018>

M9 Mesures spécifiques dans le domaine des installations solaires



La mesure M4 « Meilleure déclaration de la capacité de résistance » qui, outre les installations solaires, porte également sur l'enveloppe du bâtiment et sur les installations de toit en général, contribue déjà à éviter les dommages sur les installations solaires. D'autres mesures ont toutefois pu être identifiées qui sont axées spécifiquement sur les installations solaires.

Les entretiens ont tout d'abord mis en avant qu'il serait pertinent de développer un outil conçu spécialement pour aider les artisans à calculer la charge de vent. Ils éviteraient ainsi de choisir un dimensionnement inadapté pour les installations solaires.³¹ De plus amples investigations ont cependant souligné que de tels outils sont déjà disponibles depuis quelques années. C'est la raison pour laquelle on n'a pas donné suite à cette idée de mesure qui apparaissait comme prioritaire au départ. Les investigations ont par contre mis à jour les lacunes dans les connaissances sur les causes précises de dommages. Cette constatation a ouvert la porte à d'autres pistes de mesures dont par exemple une amélioration des outils de dimensionnement ou une formation des fournisseurs sur l'application ou sur le montage qui en découle. Les investigations ont donc abouti aux propositions suivantes :

Les entretiens ont tout d'abord mis en avant qu'il serait pertinent de développer un outil conçu spécialement pour aider les artisans à calculer la charge de vent. Ils éviteraient ainsi de choisir un dimensionnement inadapté pour les installations solaires.³¹ De plus amples investigations ont cependant souligné que de tels outils sont déjà disponibles depuis quelques années. C'est la raison pour laquelle on n'a pas donné suite à cette idée de mesure qui apparaissait comme prioritaire au départ. Les investigations ont par contre mis à jour les lacunes dans les connaissances sur les causes précises de dommages. Cette constatation a ouvert la porte à d'autres pistes de mesures dont par exemple une amélioration des outils de dimensionnement ou une formation des fournisseurs sur l'application ou sur le montage qui en découle. Les investigations ont donc abouti aux propositions suivantes :

Identification des causes du dommage

Les dommages sur les installations solaires peuvent avoir différentes causes : mauvaise évaluation des charges escomptées en raison d'erreurs de calcul ou d'absence de calcul, d'une mauvaise application des outils de dimensionnement disponibles, d'erreurs de montage de l'installation, d'insuffisances des outils de conception ou éventuellement de défauts du produit. Avec une analyse des sinistres, il est possible d'identifier les causes les plus fréquentes et d'axer les mesures en conséquence.

Contrôle des outils existants et de leur application dans la pratique

Comme alternative à l'analyse des sinistres, il est possible grâce au contrôle des outils existants et de leur application d'identifier les causes pertinentes de dommage. Il convient de vérifier le fonctionnement dans la pratique des différents outils utilisés avec lesquels les installations sont conçues. Il se peut par exemple que différents outils prévoient différentes marges de sécurité et que les fournisseurs les adaptent « au feeling ». Il se peut en outre que des erreurs d'application surviennent, par exemple parce que les fournisseurs abrègent les calculs afin de gagner du temps ou parce que l'outil utilisé ne peut pas reproduire le calcul souhaité. Un contrôle des outils et de leur utilisation permet donc de révéler les points qui posent problème.

Impliquer davantage les fournisseurs

Il a été également proposé d'engager davantage la responsabilité des fournisseurs en cas de mauvaise conception des installations. On a cité comme exemple le cas d'un

³¹ En comparaison, le plan pour la grêle et la neige engendre moins de problèmes, car il est possible de choisir des produits classifiés ou des produits certifiés en conséquence. L'AEAI propose des essais et une classification pour la grêle. L'institut pour la technologie solaire SPF (Institut für Solartechnik) offre en collaboration avec l'AEAI une méthode d'essai et un certificat pour les régions fortement enneigées.

fournisseur qui avait certes réalisé une conception correcte mais en installant d'autres produits. Dans ce genre de cas, il apparaît cohérent que l'établissement d'assurance fasse recours. Pour sensibiliser les fournisseurs, les sinistres et les recours peuvent aussi être rendus publics.

M10 Autres pistes

Tel qu'indiqué au début, plusieurs idées de mesures n'ont pas été exploitées car elles sont déjà mises en œuvre dans certains cantons par les ECA ou car elles se réfèrent à des mesures de protection organisationnelles qui s'avèrent moins efficaces que des mesures constructives. D'autres mesures n'ont également pas fait l'objet d'études plus approfondies lorsqu'on a considéré que le présent rapport ne pourrait de toute façon pas beaucoup les influencer. Nous avons été confrontés pendant nos travaux à d'autres pistes qui sortaient du cadre du projet et qui n'ont donc pas été retenues. En vue d'élaborer un répertoire de sujets et d'idées, nous avons réuni ces mesures et ces pistes ci-après :

Convention entre l'architecte et le maître d'ouvrage

En supplément ou en complément de la mesure « Plan de protection contre les dangers naturels » (M3), une convention pourrait être rédigée entre l'architecte et le maître d'ouvrage. Cet accord comprendrait les objectifs de protection et les mesures de protection. Il servirait en outre de confirmation de la part de l'architecte et du maître d'ouvrage qui attesteraient ainsi

- que les risques ont été clarifiés
- et qu'ils connaissent les répercussions attendues sur le bâtiment ainsi que les dommages prévisibles en cas de sinistre (événement selon l'objectif de protection).

Il resterait cependant encore à définir en détail quels impacts en cas de sinistre une telle convention aurait, ou pourrait avoir en cas de litige, sur les droits à la prestation, les possibilités de recours et les obligations de garantie. Ce sont surtout les architectes interviewés qui ont exprimé leurs préoccupations à propos de ces impacts. Ces inquiétudes pourraient néanmoins faire renoncer les maîtres d'ouvrage à conclure un tel accord.

Formation de base et formation continue pour les architectes

Une place peu importante est accordée aux dangers naturels dans les programmes de formation des architectes. À l'heure actuelle, seules quelques hautes écoles spécialisées ont entamé une réévaluation du sujet. La SIA propose depuis quelque temps des formations continues spécifiques, qui ne sont toutefois que peu demandées.

Dans ce contexte, il serait souhaitable de procéder à une réévaluation générale de la question des dangers naturels dans la formation de base des architectes.

Offre de conseil active de la part des ECA

Les ECA dans les différents cantons ont un rôle de conseil plus ou moins prononcé. Les différents canaux utilisés sont les suivants :

- *Informations systématiques par les estimateurs de bâtiments* : Des personnes des ECA se trouvent sur place lors de l'estimation initiale et de la nouvelle estimation. C'est l'occasion pour les différents ECA de transmettre des informations ciblées sur les déficits du bâtiment en matière de protection et/ou de soumettre des propositions de mesures.

- *Offre de conseil après un sinistre* : Les sinistrés ne savent pas toujours clairement qui peut les conseiller sur la question des dangers naturels. Les ECA disposent de diverses offres qui peuvent être communiquées via divers supports.
- *Conseil ciblé parmi le portefeuille* : Certains ECA s'adressent de manière ciblée et active à des propriétaires d'immeubles présentant un fort potentiel de dommages afin de montrer aux propriétaires les possibilités de prévention et de les inciter à agir.
- *Conseils ciblés pour les nouveaux bâtiments* : Certains ECA offrent leurs conseils pour des procédures de planification en cours. Il s'agit surtout de grands projets avec un fort potentiel de dommages.

Toute autre exploitation de ces possibilités mérite à notre avis d'être étudiée.

Informations par les communes avec informations sur les options concrètes pour agir / les offres de conseil

Les communes sont par principe très bien placées en ce qui concerne l'activité de construction et les dommages. Au vu des cadres financiers étroits en de nombreux endroits, nous ne partons cependant pas du principe que les communes sont prêtes à consacrer des ressources supplémentaires à la prévention des dommages éléments naturels.

Auto-déclaration sur la protection des ouvrages

Les procédures de permis de construire connaissent déjà l'instrument de l'auto-déclaration. Il s'agit d'une confirmation par écrit du maître d'ouvrage portant sur une prise de connaissance ou une action. Il serait aussi envisageable d'utiliser cette méthode pour les investigations sur les dangers et/ou les mesures de protection des ouvrages. Cette possibilité n'était pas au centre du projet en tant que réglementation légale. Elle pourrait néanmoins s'avérer pertinente à défaut d'autres mesures.

Les auto-déclarations peuvent aussi être envisagées sous forme d'instrument des établissements d'assurance. Dans les Grisons, des auto-déclarations sont par exemple utilisées pour les installations solaires : le maître d'ouvrage et le fournisseur doivent confirmer par écrit que les normes sont respectées et que la capacité de résistance de l'installation est conforme.

Prévention sur plusieurs parcelles

Le présent projet se concentre sur les mesures de protection par parcelle ou par bâtiment. Il n'a pas considéré les mesures sur plusieurs parcelles qui devraient être prévues et coordonnées par les communes. Ce point concerne par exemple la planification ciblée des voies d'écoulement. Les communes surtout fortement touchées dans le passé exploitent manifestement leurs possibilités sur ce point.

Communication sur les risques dans le cadre des nouvelles possibilités d'information

Pour les bâtiments existants, la présentation de nouvelles cartes des dangers a déjà été citée à plusieurs reprises comme moyen visant à informer les propriétaires sur un potentiel de risque. Avec le lancement des cartes de l'aléa ruissellement en juillet 2018, il

existe à ce sujet un vrai potentiel. Les propriétaires pourraient être contactés de manière ciblée et être incités à agir par les ECA. Une étude WSL³² a cependant attesté l'efficacité plutôt réduite d'une campagne d'information réalisée en 2011 sur les risques de crue dans la ville de Zurich, en lien avec la finalisation de la carte des dangers. La sensibilisation déjà mise en place auprès des propriétaires s'est révélée décisive. Par conséquent, d'autres campagnes de sensibilisation devraient être placées en amont de toute campagne comprenant des informations sur les risques spécifiques aux parcelles.

Mise en œuvre rigoureuse

Il a été plusieurs fois souligné que les propriétaires ne seraient simplement pas tentés de prendre des mesures de protection, notamment en cas de dommages qui ne touchent pas l'intérieur du bâtiment, car les dommages sont censés être couverts. Certains témoignent ici d'une « faiblesse » de la part des ECA qui remboursent même un dommage qui se répète en peu de temps. Différentes personnes interrogées voient rarement des raisons de déposer un recours pour cause de défaillance de l'exécution.

Au vu de ces déclarations, il semble opportun d'examiner la nécessité d'informer et de faire connaître de manière plus ciblée quels dommages ne sont pas pris en charge selon la politique des ECA.

Autres possibilités pour placer des indications et des nudges

Afin de pouvoir mieux attirer l'attention des acteurs sur les plate-formes d'information existantes (ou nouvelles) traitant de la construction conforme en matière de dangers, les acteurs devraient être confrontés en situation aux informations quand ils s'intéressent à un projet de construction. Les banques constituent un point de contact et un canal important pour atteindre les maîtres d'ouvrage et les propriétaires. Un projet de construction commence presque toujours par la recherche d'un financement. Les banques pourraient être des partenaires intéressants pour remettre des informations sur le sujet. Il n'a pas été étudié si c'est déjà le cas et dans quelle mesure. Par ailleurs, on peut veiller à placer le thème de la prévention des dommages éléments naturels lors de nouvelles éditions des manuels distribués, tels que le guide d'observation en allemand « Ich baue mir ein Eigenheim », les guides de l'APF, etc.

Label protection du bâtiment

La faisabilité d'un label de protection du bâtiment a été examinée dès 2010 sur mandat de l'AEAI³³. D'une part ont été démontrées les possibilités et les exigences requises à l'introduction d'un certificat de protection du bâtiment pour les constructions nouvelles. Ce certificat serait obtenu par analogie au label Minergie grâce à la combinaison de preuves et de déclarations de propriétaires de bâtiments désignés. D'autre part, une attestation de protection du bâtiment a été décrite, pouvant être établie de manière analogue au CECB (Certificat énergétique cantonal des bâtiments) pour les bâtiments existants.

³² Maidl, E.; Buchecker, M., 2013 : Protection contre les crues dans la ville de Zurich : une étude empirique sur la communication des risques (disponible en allemand uniquement) WSL Ber. 1 : 88 p.

³³ Kölz E., Lateltin O. (2010) : Label Protection du bâtiment - Faisabilité sur mandat de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), Berne, 2010.

tants. Ce document autorise différents approfondissements (Quick Check / examen détaillé). Il a été décidé à l'époque de ne pas poursuivre ces deux idées de labels. Dans le contexte des propositions de mesures présentées ici, il s'avère opportun à notre avis de reprendre les informations et les réflexions recueillies à l'époque, notamment en lien avec les mesures M3 « Plan de protection contre les dangers naturels » et M6 « Critères d'appel d'offre élargis » ainsi que les possibilités de conseil actif par les ECA.

6 Conclusions

À la question de l'étendue de la protection à apporter à un bâtiment contre les dangers naturels, les réglementations et les normes existantes laissent une grande marge de manœuvre, surtout quand les personnes ne courent pas de danger. Les actions de protection volontaires jouent donc un rôle important pour éviter les dommages. Elles ne sont toutefois pas encore réalisées aujourd'hui dans la mesure souhaitée.

À partir de trois exemples de cas particulièrement représentatifs pour les ECA, la présente étude montre pourquoi les actions de protection volontaires ne sont pas réalisées et comment leur mise en œuvre peut être encouragée, sans limiter pour autant les options dont disposent les acteurs pour agir, par exemple par des interdictions ou des mesures relevant du droit des assurances. Ont été considérés 1) les dommages aux stores à lamelles dus aux tempêtes et à la grêle dans les bâtiments administratifs et de bureaux, 2) les dommages aux bâtiments d'habitation causés par les crues et le ruissellement de surface et 3) les dommages aux installations de toit et à l'enveloppe du bâtiment. Le résultat de notre analyse nous permet de connaître aujourd'hui pour ces trois exemples

- tous les **acteurs** centraux,
- les **actions de protection** possibles que les acteurs peuvent entreprendre,
- les **situations** dans lesquelles les acteurs décident si une action de protection doit être réalisée ou non,
- ainsi que les **obstacles entravant l'action** qui retiennent les acteurs de mettre en place l'action de protection. Ces obstacles peuvent être réduits ou supprimés sans pour autant limiter les options dont disposent les acteurs pour agir.

Sur la base d'une analyse des acteurs et d'un vaste état des lieux des possibles idées de mesures, nous sommes parvenus, aussi avec l'aide des acteurs concernés, à développer **neuf concepts de mesure pouvant être maintenant poursuivis et mis en œuvre** (voir chapitre 5). Le fil conducteur retenu repose sur la théorie selon laquelle des actions de protection volontaires, outre d'autres approches telles que des interdictions ou des mesures relevant du droit des assurances, doivent avoir une place dans le kit de la prévention des dommages éléments naturels. Tous les concepts de mesures développés évoluent donc dans ce cadre du volontariat.

La décision sur la façon dont les concepts de mesure sont poursuivis et combinés avec d'autres approches, incombe désormais à l'AECA et aux ECA. En parallèle, les résultats des études et en particulier les obstacles identifiés peuvent aussi **devenir indépendants des concepts de mesure développés** : les futures mesures conçues sur la base du renforcement des actions de protection volontaires devraient s'orienter vers les obstacles identifiés.

Lors de la mise en œuvre des concepts de mesure et lors de l'encouragement des mesures de protection volontaires, il nous apparaît en général que l'approche la plus prometteuse consiste à concentrer les ressources disponibles sur les solutions sur lesquelles les acteurs **doivent** pratiquement « **tomber** » au début du processus de planification. Les acteurs qui ne sont pas sensibilisés, ce qui est le cas de nombreux architectes et maîtres d'ouvrage, ne trouvent pas le chemin vers les informations qu'ils doivent rechercher.

Or, il est déjà possible aujourd'hui de trouver les informations nécessaires si on les recherche. Le travail que demandent ces recherches représente l'une des raisons pour lesquelles elles ne sont généralement pas effectuées. Un motif encore plus important est sans doute le manque de conscience tant du risque que de la responsabilité individuelle et des influences qu'il est possible d'exercer en matière de protection. Il s'avère particulièrement compliqué, en raison de la dispersion de l'information, de vouloir augmenter cette conscience en bloc, par exemple via des campagnes de sensibilisation ou la culture du sujet. Une telle approche a un impact **au mieux à long terme**. Si l'on regarde le rapport coûts-bénéfice ainsi que l'horizon temporel, le plus fort potentiel de prévention des dommages éléments naturels volontaire et davantage efficace se situe au niveau des mesures qui sont désignées aux acteurs en situation.

Pour développer de nouveaux instruments, dont le plan de protection contre les dangers naturels que nous avons proposé ou l'information spécifique au terrain, il convient tout d'abord de **familiariser les acteurs avec les procédures établies et les points de contact**.

Notre analyse des démarches et des décisions offre pour cela une première base. Nous y mentionnons en effet des étapes pertinentes (par exemple : la consultation de portails SIG pour les premières informations) et des organisations influentes (comme les associations spécialisées des fournisseurs ou la SIA). De notre point de vue, il semble moins cohérent de préparer de nouveaux instruments, de nouvelles recommandations ou de nouveaux supports d'information sans mettre au point tout d'abord la forme d'ancrage de ces outils dans la pratique.

Pour finir, nous souhaitons stimuler une **bonne coordination de l'évolution aujourd'hui extrêmement dynamique** de l'environnement de la prévention des dommages éléments naturels. À l'heure actuelle, diverses activités sont déployées par différents acteurs (ECA, SIA, Confédération, cantons, etc.) qui exercent ainsi une influence sur la prévention des dommages éléments naturels. Il convient de citer notamment par exemple les cartes de l'aléa ruissellement qui ont été publiées peu de temps avant l'achèvement de ces travaux. Ces cartes améliorent grandement les possibilités d'information en ce qui concerne les risques liés à l'eau. Elles pourraient à l'avenir conduire à une nouvelle situation du droit de la construction. Les autres exemples sont la révision du standard de construction durable suisse (SNBS), la documentation SIA qui paraîtra prochainement traitant de la planification et de la construction avec des dangers naturels, les consulta-

tions en cours sur les normes et règlements SIA, le développement prévu de la plateforme « protection-dangers-naturels.ch » ainsi que diverses actions menées par les ECA.

De nombreux exemples présentent des orientations similaires aux concepts de mesure que nous avons développés. Cela confirme le potentiel d'impact de nos propositions et montre par ailleurs que des mesures voient déjà le jour. Celles-ci contribuent à supprimer les obstacles qui entravent actuellement l'action. En même temps, les nombreuses activités ont pour conséquence toutefois aussi une modification permanente du besoin d'autre chose et également des conditions cadres. C'est la raison pour laquelle les concepts de mesure proposés ici tout comme les autres activités des ECA/de l'AECA devraient être mis en œuvre en tenant compte et en coordonnant constamment les évolutions en cours, afin d'unir les forces.

Annexe

A-1 Personnes interviewées

Les personnes suivantes ont été interviewées dans le cadre de l'étude. Nous tenons à remercier tous les interlocuteurs pour leur soutien au cours de nos travaux.

Personne	Fonction	Institution	Étape de l'analyse
Ruth Furter	Service de prévention des dommages éléments naturels, Responsable des estimations	Établissement cantonal d'assurance de Soleure, SGV	Analyse exploratoire / de situation
Martin Jordi	Responsable du département Prévention des dommages éléments naturels	Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI)	Analyse exploratoire / de situation
Pierre Vanomsen	Expert en Prévention des dommages éléments naturels	Établissement cantonal d'assurance des bâtiments, Fribourg	Analyse exploratoire / de situation
Roger Welter	Conseiller en protection des ouvrages contre les dangers naturels, Collaborateur spécialisé Dommages	Établissement cantonal d'assurance de Zurich, GVZ	Analyse exploratoire / de situation
Claudio Hauser	Responsable Dangers naturels GVZ	Établissement cantonal d'assurance de Zurich, GVZ	Analyse exploratoire / de situation, approfondissement / mesure
David Belart	Conseil immobilier	Wüestpartner	Analyse des acteurs / des obstacles
Andreas Bohren	Responsable de la division Essais et également Comité directeur swissolar	Institut für Solartechnik SPF	Analyse des acteurs / des obstacles
Thomas Coerper	Administration de biens immobiliers	DaHOME AG	Analyse des acteurs / des obstacles
Nadine Gerber	Architecte	BKG Architekten AG	Analyse des acteurs / des obstacles
Lorenz Held	Membre du CA et vice-directeur	Brandenberger+Ruosch AG	Analyse des acteurs / des obstacles
Thomas Hostettler	Président de la commission d'experts Technique photovoltaïque	Swissolar et bureau d'études Hostettler	Analyse des acteurs / des obstacles, approfondissement / mesure
Peter Jenni	Architecte et chargé de cours	Jenni Architektur und Städtebau ; Filière architecture de la haute école ZHAW	Analyse des acteurs / des obstacles
Beat Kägi	Architecte	fsp Architekten AG	Analyse des acteurs / des obstacles
Ralf Kunz	Directeur	Metron	Analyse des acteurs / des obstacles
Conrad Pally	Architecte	gujan + pally architekten ag	Analyse des acteurs / des obstacles
Toni Raschle	Vice-directeur et contrôleur externe pour la SIA	Meier und Partner	Analyse des acteurs / des obstacles
Urs Rusch	Architecte	Hodel Architekten	Analyse des acteurs / des obstacles
Bruno Schnider		Wetrok AG et Comité directeur BVAH	Analyse des acteurs / des obstacles

Peter Wullschleger	Directeur	Fédération Suisse des Architectes Paysagistes FSAP	Analyse des acteurs / des obstacles
Fritz Zollinger	Président du Groupe professionnel Environnement	Membre d'honneur SIA	Analyse des acteurs / des obstacles
Dörte Aller	Département Dangers naturels	SIA	Analyse des acteurs / des obstacles, approfondissement / mesure
Thomas Wipfler	Président	Chambre des conseillers indépendants en maîtrise d'ouvrage / Beta Projekt Management AG	Analyse des acteurs / des obstacles, approfondissement / mesure
Myriam Fischer		AGIS Service Center, canton AG	Approfondissement / Mesure
Barbara Frei	Architecte	Frei + Saarinen Architekten	Approfondissement / Mesure
Christian Gschwend	Collaborateur technique	Office de l'agriculture et la géoinformation (ALG), canton GR	Approfondissement / Mesure
Adrian Herzog	Géoinformation / Produits SIG	Office de développement du territoire, canton ZH	Approfondissement / Mesure
Marius Menz	Géo-information / Gestion des données géographiques	Territoire et économie, chaton LU	Approfondissement / Mesure
Hansueli Sahli	Responsable technique / Économie d'entreprise	Enveloppe des édifices Suisse	Approfondissement / Mesure
Christoph Fontana	Responsable de secteur Services techniques gipser	Association suisse des entrepreneurs plâtriers-peintres ASEPP	Approfondissement / Mesure
Reto Stockmann	Responsable du département de la prévention des dommages éléments naturels	Établissement cantonal d'assurance des Grisons GVG	Approfondissement / Mesure
Peter Streuli	Estimateur principal GVZ, architecte	Établissement cantonal d'assurance de Zurich	Approfondissement / Mesure
Frank Weingardt	Chef du service Prévention	Établissement cantonal d'assurance d'Argovie AGV	Approfondissement / Mesure
Michael Widmer	Gérant	Association des fournisseurs suisses de systèmes pour la protection contre le soleil et les intempéries VSR	Approfondissement / Mesure

Tableau 10 : Personnes interviewées

A-2 Bibliographie

- Artho J., Jenny A., Karlegger A. (2012): Wissenschaftsbeitrag. Energieforschung Stadt Zürich. Bericht Nr. 6, Forschungsprojekt FP-1.4. Zürich.
- Barden P. (2015): From Branding to action. In: Samson A. (ed.) : The Behavioral Economics Guide 2015. <http://www.behavioraleconomics.com>.
- Bubeck P., Botzen W.J., Aerts J.C.J.H (2012) : Review of Risk Perception and Other Factors that Influence Flood Mitigation Behavior. The Society for Risk Analysis, Vol. 32, No. 9, 2012.
- Center for Research on Environmental Decisions CRED (2009). The Psychology of Climate Change Communication: A Guide for Scientists, Journalists, Educators, Political Aides, and the Interested Public. New York.
- FEMA (2013): Mitigation Ideas. A resource for Reducing Risk to Natural Hazards, FEMA, 2013.
- Ferencz Z., Linnerooth-Bayer J., Vari A. (2003): Stakeholder Views on Flood Risk Management in Hungary's Upper Tisza Basin. The Society for Risk Analysis, No. 1, 2003.
- GebVG (2011): Gesetz über die Gebäudeversicherung. URL : http://www.zh.ch/internet/de/rechtliche_grundlagen/gesetze/erlass.html?Open&Ordnr=862.1, [état au : 08.12.2016].
- Grothmann T. (2005): KLIMAWANDEL, WETTEREXTREME UND PRIVATE SCHADENSPRÄVENTION Entwicklung, Überprüfung und praktische Anwendbarkeit der Theorie privater proaktiver Wetterextrem-Vorsorge, OVGU, Magdeburg.
- Hochrainer S. (2005): Naturkatastrophen - Risikowahrnehmung und Vorsorgestrategien. Eine empirische Untersuchung zum Hochwasser 2002 in Schwertberg, SWS-Rundschau (45.Jg.) Heft 1/2005: 63-85, Wien.
- Hudson P., Botzen W.J.W, Czajkowski J., Kreibich H. (2014): Risk Selection and Moral Hazard in Natural Disaster Insurance markets: Empirical evidence from Germany and the United States. Wharton, University of Pennsylvania, Working Paper #2014-07.
- AEAI(2016) : Publications AEAI à télécharger, Prévention des dommages éléments naturels. URL : <https://www.vkg.ch/fr/> [état au : 08.12.2016].
- AEAI(2007) : Protection des ouvrages contre les dangers naturels météorologiques et gravitationnels. URL : <https://www.vkg.ch/fr/> [état au : 23.1.2017]
- Kahneman D. (2012): Schnelles Denken, langsames Denken. München.

- Kleindorfer P.R., Kunreuther H. (1999): The Complementary Roles of Mitigation and Insurance in Managing Catastrophic Risks. *The Society for Risk Analysis*, Vol. 29, No. 4, 1999.
- Kleinhüchelkotten, S., Wegner, E. (2010): *Nachhaltigkeit kommunizieren – Zielgruppen, Zugänge, Methoden*. Hannover: ECOLOG-Institut.
- Kölz E., Lateltin O. (2010): *Label Protection du bâtiment - Faisabilité sur mandat de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI)*, Berne, 2010.
- Kreibich H., Thieken A.H. (2009): Coping with floods in the city of Dresden, Germany. *Nat Hazards*, 2009 p. 51: 423-436.
- Knocke E.T., Koliavas K.N. (2007): Flash Flood Awareness in Southwest Virginia. *The Society for Risk Analysis*, Vol. 27, No. 1, 2007.
- Lindell M.K., Prater C.S. (2000): Household Adoption of Seismic Hazard Adjustments: a comparison of residents in two states. *International Journal of Mass Emergencies and Disaster*, 2000, Vol. 18, No. 2, pp. 317 – 338.
- Lellig C., Graf O., Moser S. (2014): *Communication pour une protection efficace des bâtiments. Rapport final de la 7^e mise au concours de la Fondation de prévention des établissements cantonaux d'assurance (ECA) Berne*, 128 pages.
- Maidl E.; Buchecker M. (2013): *Protection contre les crues dans la ville de Zurich : une étude empirique sur la communication des risques (disponible en allemand uniquement)* WSL Ber. 1, Birmensdorf.
- Maidl E., Wiederkehr B., Buchecker M. (2016): *Ergebnisbericht über die Bevölkerungsbefragung "Leben mit Naturgefahren"*. WSL, Ber. 40, Birmensdorf.
- Metzinger, P. (2006): *Business Campaining. Strategien für turbulente Märkte, knappe Budgets und grosse Wirkung*. Springer.
- Miceli (2008): Disaster Preparedness and Perception of Flood Risk: A Study in an Alpine Valley in Italy. *Journal of Environmental Psychology* 28(2):164-173 , June 2008.
- Moser S., Graf O., Lellig C. (2012): *Was Menschen bewegt, sich vor Naturgefahren zu schützen. Sondage pour vérifier le modèle d'action qui déclenche le processus décisionnel et de mise en oeuvre de mesures de protection des ouvrages chez les propriétaires. Rapport à l'intention de la Fondation de prévention des ECA « Communication pour une protection efficace des bâtiments » - Module1*, Berne.
- Moser S., Bernet L., Graf O., Nauser M., Lellig C. (2013): *Was Gebäudebesitzer bewegt, ihr Gebäude vor Hochwasser zu schützen. Survey zur Überprüfung des Wirkmodells zum Entscheid- und Umsetzungsprozess von Objektschutzmassnahmen bei Gebäudebesitzern. Rapport à l'intention de la Fondation de prévention*

des ECA « Communication pour une protection efficace des bâtiments » - Module 2, Berne.

- Müller U. (2007): Die Kraft der Bilder in der nachhaltigen Entwicklung. Zürich: vdf.
- Müller U., Bättig-Frey P. (2017): Umweltkommunikation. Wädenswil: Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen.
- Müller U., Wilhelm S. (2017): Projekte mit Wirkung – Eine Arbeitshilfe. Wädenswil: Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen.
- NESTA (2008): Selling Sustainability – Seven lessons from advertising and marketing to sell low-carbon living. London.
- Plapp (2003): Wahrnehmung Risiken aus Naturkatastrophe - Eine empirische Untersuchung in sechs gefährdeten Gebieten Süd- und Westdeutschlands. Universität Fridericiana zu Karlsruhe, 2003.
- Poussin J.K., Botzen W.J.W., Aerts J.C.J.H (2014): Factors of influence on flood damage mitigation behavior by households. *ELSEVIER Environmental Science and Policy*, 40 (2014), p.69-77.
- Prevent-Building (Groupe de travail : WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF, Egli Engineering AG, Geotest AB, B,S,S. Débat économique) (2014) : 6^e mise au concours de la Fondation de prévention des établissements cantonaux d'assurance Prevent-Building - une méthode et un outil d'évaluation de l'efficacité, de la rentabilité et de l'acceptabilité des mesures de protection de bâtiments, destinés à parer aux risques naturels gravitationnels et météorologiques, Fondation de prévention des ECA, Berne.
- SIA (2016) : Dangers naturels. URL : <http://www.sia.ch/fr/themes/dangers-naturels/>, [état au : 08.12.2016].
- Siegrist M., Gutscher H. (2006): Flooding Risks: A comparison of Lay People's Perceptions and Expert's Assessments in Switzerland. *Society for Risk Analysis*, Vol. 26, No. 4, 2006.
- Siegrist M., Gutscher H. (2008): Natural Hazards and Motivation for Mitigation Behavior: People Cannot Predict the Affect Evoked by a Severe Flood. *Society for Risk Analysis*, Vol. 28, No. 3, 2008.
- Takao K., Motoyoshi T., Sato T., Fukuzono T. (2004): Factors determining residents' preparedness for floods in modern megalopolies. The case of the Tokai Flood Disaster in Japan. *Journal of Risk Research*. 2004.
- Thaler R. H., Sunstein C. R. (2008): *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. London: Penguin Books.
- Wachinger G., Renn O. (2010): Risk Perception and Natural Hazards. CapHaz-Net, Stuttgart.

Zaalberg R., Midden C., Meijnders A., McCalley T. (2009): Prevention, Adaptation, and Threat Denial: Flooding Experiences in the Netherlands. *Society for Risk Analysis*, Vol. 29, No. 12, 2009.