



# Systemes de revêtement des parois extérieures de bâtiments élevés

## Document de référence

---

### L'essentiel en bref

Dans sa première partie, le présent document de référence vise à fournir un premier aperçu des bases légales actuelles relatives aux parois extérieures. Les chiffres 3 et 4 présentent les différents scénarios d'incendie possibles ainsi que le processus physique se produisant lorsqu'un incendie se propage sur une façade. Plus loin, les risques liés à la chute d'éléments de construction sont également abordés, tout comme l'intervention des sapeurs-pompiers.

Le présent document vise à offrir une meilleure compréhension du processus et des différents risques liés à un incendie de façade, ce qui permettra également de mieux comprendre les objectifs de protection fixés par l'AEAI sur cette base pour les systèmes de revêtement des parois extérieures des bâtiments élevés.

Adopté le 12 septembre 2023 par la commission technique de protection incendie

Version : 1-0, 12.09.2023

Responsable : Commission de la technique de construction CTC



## Contenu

1	Contexte .....	3
2	Bases légales .....	3
2.1	Exigences générales.....	3
2.2	Bâtiments de hauteur moyenne.....	4
2.3	Bâtiments élevés.....	4
3	Scénarios d'incendie.....	5
4	Propagation de l'incendie .....	6
4.1	Enseignements tirés d'incendies passés et d'essais au feu.....	6
4.2	Propagation d'un incendie en présence d'un système de revêtement des parois extérieures RF1 .....	7
4.2.1	Développement d'un incendie en cas de fenêtres fermées.....	7
4.2.2	Développement d'un incendie en cas de fenêtres ouvertes .....	8
5	Chute d'éléments de la façade en cas d'incendie.....	8
6	Intervention des sapeurs-pompiers .....	9
7	Références.....	10

## Abréviations

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
al.	Alinéa	NPI AEAI	Norme de protection incendie AEAI
(cr)	Réaction au feu critique	DPI AEAI	Directive de protection incendie AEAI
RF	Catégorie de réaction au feu	PPI AEAI	Prescriptions de protection incendie AEAI
CTPI	Commission technique de protection incendie AEAI		

## Suivi des modifications

Version	Date	Auteurs	Remarques / modifications
1-0	12.09.2023	M. Donzé / R. Wiederkehr	1 <sup>ère</sup> publication



## 1 Contexte

Les installations photovoltaïques et les végétalisations en façade occupent une place toujours plus importante dans l'architecture, notamment dans les agglomérations urbaines. Déjà très présents sur les toits, les systèmes photovoltaïques et les végétalisations, qui se composent de matériaux de construction et matières combustibles, seront à l'avenir de plus en plus souvent installés sur des façades, un objectif de l'évolution étant de pouvoir les utiliser également sur les façades des bâtiments élevés.

Les prescriptions de protection incendie AEAI 2015, en vigueur à l'heure actuelle, sont largement axées sur des mesures spécifiques. La norme de protection incendie AEAI 1-15 définit certes les objectifs de protection de base, mais des indications sur les objectifs de protection auxquels répondent les différentes mesures sont presque totalement absents. C'est notamment le cas pour les parois extérieures des bâtiments élevés. Conformément au chiffre 3.1.2 de la DPI AEAI 14-15, les parois extérieures et les systèmes de revêtement de la paroi extérieure des bâtiments élevés doivent être composés de matériaux de la catégorie RF1. L'objectif de protection détaillé de cette mesure n'est toutefois pas précisé.

Dans le cadre d'un projet de la CTPI, un groupe de travail a élaboré les objectifs de protection applicables aux systèmes de revêtement des parois extérieures de bâtiments élevés, et il en a déduit des conditions-cadres pour l'application de méthodes de preuves pour les installations photovoltaïques et autres systèmes sur les bâtiments élevés. À court terme, ces résultats sont mis à disposition pour être utilisés dans les projets en cours, et à moyen terme, ils seront pris en compte dans le cadre du projet PPI 2026.

Le présent document de référence fournit un aperçu concis des bases légales et des bases techniques en matière de protection incendie, et il vise à faciliter la compréhension des objectifs de protection qui ont été formulés.

## 2 Bases légales

Ci-après sont présentées les exigences actuelles imposées par les PPI AEAI 2015 pour les parois extérieures et les revêtements des parois extérieures des bâtiments de hauteur moyenne et des bâtiments élevés.

### 2.1 Exigences générales

Les exigences suivantes s'appliquent aux bâtiments de toutes hauteurs :

*Les cadres des fenêtres ainsi que les éléments indispensables, mais d'une surface négligeable (raccords, joints, traverses isolantes, bandes de rive, etc.) doivent être composés de matériaux satisfaisant au moins aux exigences de la catégorie RF3 (cr). Ils peuvent être utilisés indépendamment des spécifications concernant le choix des matériaux. (DPI AEAI 14-15, chiffre 2, al. 7)*



*Les feuilles d'étanchéité de façades, les isolations périphériques par rapport au sol et les isolations du socle jusqu'à 1,0 m au-dessus du terrain fini peuvent être composées de matériaux de construction RF3 (cr). Sur les balcons et terrasses sont autorisées des isolations du socle en matériaux RF3 (cr) dans la zone des projections d'eau (hauteur max. depuis la couche de protection ou la couche utile : 0,25 m). (DPI AEAI 14-15, chiffre 3.2.8, note de bas de page [3])*

## **2.2 Bâtiments de hauteur moyenne**

Lors de la dernière révision des prescriptions de protection incendie, l'objectif de protection relatif aux systèmes de revêtement des parois extérieures des bâtiments de hauteur moyenne a été défini :

*Les revêtements de parois extérieures et les isolations thermiques se composant de matériaux combustibles doivent être conçus de telle sorte qu'un incendie sur la paroi extérieure ne puisse se propager plus de deux étages au-dessus avant l'intervention des sapeurs-pompiers. (DPI AEAI 14-15, chiffre 3.1.1, al. 2)*

Sur cette base, des mesures générales en matière d'accessibilité pour les sapeurs-pompiers ainsi que des mesures spécifiques aux systèmes de façades ventilées ont été fixées :

*Si le revêtement des parois extérieures et/ou les isolations thermiques se composent de produits de construction combustibles, il faut faire en sorte que les sapeurs-pompiers puissent accéder à la façade concernée pour lutter contre le feu, par exemple au moyen de conduites sous pression ou d'un canon à eau mobile. (DPI AEAI 14-15, chiffre 3.1.1, al. 1)*

*Les façades ventilées mises en œuvre sur les bâtiments de hauteur moyenne doivent être d'une conception reconnue par l'AEAI ou équivalente si le bardage et/ou l'isolation de part et d'autre de la lame d'air, respectivement les couches pleines, sont constitués de matériaux de construction combustibles. (DPI AEAI 14-15, chiffre 3.2.3, al. 1)*

Pour la réalisation concrète d'une façade ventilée, d'autres exigences en matière de réaction au feu des fixations, des ossatures porteuses linéaires ainsi que des revêtements et couches d'isolation thermique sont définies aux chiffres 3.2.3 et 3.2.8 de la DPI AEAI 14-15.

Ainsi, pour les bâtiments de hauteur moyenne, non seulement l'objectif de protection est clair, mais les mesures également. Il existe des méthodes d'essai normées sur la base desquelles les associations concernées ont élaboré des documents fixant l'état de la technique pour les façades en bois et les systèmes composites d'isolation thermique. Il existe également la possibilité, pour des systèmes spécifiques à un produit, d'obtenir une inscription au répertoire de la protection incendie AEAI (sous-groupe 162).

## **2.3 Bâtiments élevés**

Pour les bâtiments élevés, les PPI AEAI définissent les mesures suivantes en matière de réaction au feu et de compartimentage coupe-feu :



*La paroi extérieure et le système de revêtement de la paroi extérieure des bâtiments élevés doivent être composés de matériaux de la catégorie RF1. Sont autorisés en dérogation à cette règle les chevilles en matériau synthétique, les dispositifs d'ancrage ponctuels des isolations thermiques ainsi que les éléments de construction d'une surface négligeable définis sous le chiffre 2, alinéa 7 (de la DPI AEAI 14-15). (DPI AEAI 14-15, chiffre 3.1.3, al. 1)*

*Les fixations et les ancrages ponctuels qui maintiennent les bardages des façades ventilées et se trouvent dans l'isolation thermique doivent être composés de matériaux au moins RF3 (cr), quelle que soit la hauteur du bâtiment (y compris les bâtiments élevés). (DPI AEAI 14-15, chiffre 3.2.3, al. 3)*

*Les raccords des dalles d'étage aux parois extérieures doivent être conçus de manière à limiter la propagation d'un incendie. Les bâtiments dont le concept de protection incendie repose sur une protection totale par une installation d'extinction ne sont pas soumis à cette exigence. (DPI AEAI 15-15, chiffre 3.7.13, al. 1)*

L'annexe de la DPI AEAI 15-15 propose, comme mesure constructive au niveau du raccord de la dalle d'étage à la paroi extérieure, un garde-corps (EI 30, H ≥ 0,9 m), une saillie (EI 30, L ≥ 1,5 m) ou une saillie avec garde-corps (EI 30, H ≥ 0,9 m si L < 1,5 m).

Dans les prescriptions de protection incendie actuelles, les exigences pour les façades des bâtiments élevés sont principalement définies dans la DPI AEAI 14-15. En d'autres termes, la catégorie de réaction au feu exigée pour chacune des couches définit les matériaux de construction à utiliser. Il n'y a pas d'exigences pour les façades en tant que système, ni d'indications précises concernant l'objectif de protection effectif.

### **3 Scénarios d'incendie**

En principe, quatre scénarios d'incendie différents peuvent survenir sur une façade :

1. Propagation d'un incendie depuis un bâtiment voisin ;
2. Incendie à l'extérieur du bâtiment, mais à proximité immédiate de la façade, p. ex. incendie de voiture, de container poubelle ou de balcon ;
3. Incendie suite à une activation sur la façade ou à l'intérieur de sa structure, p. ex. enseigne lumineuse ou installation photovoltaïque ;
4. Incendie à l'intérieur du bâtiment, dans une pièce située contre la façade extérieure et disposant d'au moins une ouverture sur cette dernière.

À l'heure actuelle, il est seulement possible de faire des suppositions quant à la probabilité de survenue de ces différents scénarios, car les données statistiques relatives aux dommages ainsi que l'expérience empirique nécessaires pour établir des prédictions fiables font défaut. L'ampleur du dommage à la façade est le plus important dans le scénario où l'incendie se déclare dans une pièce et se propage par une ou des fenêtres ouvertes ou brisées. Ce quatrième scénario implique en effet la charge thermique la plus importante pour



la façade, raison pour laquelle il est utilisé comme base dans le cadre du présent document ; il sera examiné de manière plus détaillée dans les points qui suivent.

## **4 Propagation de l'incendie**

Le contenu de ce chapitre est issu du document [1] et a été adapté pour le présent document. La propagation d'un incendie est un processus physique, et ses principes sont donc indépendants du type de bâtiment dans lequel se trouve la pièce qui est en feu (bâtiment de faible hauteur, de moyenne hauteur ou bâtiment élevé). La sollicitation thermique de la façade reste comparable en termes de durée et d'intensité.

### **4.1 Enseignements tirés d'incendies passés et d'essais au feu**

Les points qui suivent se réfèrent au quatrième scénario mentionné, soit à un incendie à l'intérieur d'une pièce située contre une paroi extérieure et comprenant au moins une ouverture (fenêtre ou porte de balcon). Seules les principales conclusions issues de différents essais au feu et de l'analyse d'incendies passés sont présentées.

1. Un dégagement de flammes sur la paroi extérieure à travers une ouverture dans la façade se produit seulement une fois la pièce entièrement embrasée (« flash-over »). Les gaz de pyrolyse qui n'ont pas encore entièrement brûlé s'échappent de la pièce où le feu s'est déclaré, se mélangent à l'air frais (oxygène) et se consomment devant la façade. Les gaz chauds qui s'échappent du bâtiment avant l'embrasement total de la pièce engendrent seulement un rayonnement thermique sur la façade.
2. Le moment du « flash-over », qui coïncide avec le début de l'embrasement total, dépend largement du type de charge thermique (mobilier et/ou immobilière) ainsi que des conditions de ventilation. Le « flash-over » peut se produire dans un délai de 7 à 20 minutes après le départ du feu dans la pièce, mais uniquement si la ventilation est suffisante (porte intérieure ou fenêtre ouvertes). Lorsque le local est grand, ce délai se rallonge.
3. Après un « flash-over », la sollicitation thermique de la façade par les flammes (température  $\geq 540$  °C) dure entre 10 et 15 minutes dans le cas d'une pièce avec une charge thermique moyenne (de 500 à 1000 MJ/m<sup>2</sup>). Passé ce laps de temps, l'intensité du feu diminue, et les flammes ne s'échappent plus par la fenêtre : la charge thermique présente dans la pièce a alors en très grande partie été brûlée (durée totale de l'incendie : entre 20 et 35 minutes). L'intensité de l'exposition de la façade au feu dépend en grande partie de l'amenée d'oxygène (incendie contrôlé par la ventilation). Une charge thermique (mobilier et/ou immobilière) plus importante ne cause pas un incendie plus intense ni des flammes plus hautes, mais rallonge la durée de l'incendie.
4. Les flammes visibles devant la façade pendant la phase de l'embrasement total de la pièce font entre 2 et 4 m de longueur (mesurées depuis le linteau de la fenêtre). En moyenne, un dégagement de flammes depuis une fenêtre ordinaire présente des flammes de 3 m. De manière passagère, des flammes mesurant jusqu'à 6 m de long peuvent apparaître.



5. Même si la paroi extérieure est entièrement incombustible, mais que les ouvertures dans la paroi extérieure sont superposées, il reste possible que le feu se propage en un temps relativement bref (entre 15 et 20 minutes) au niveau supérieur depuis l'étage où il s'est déclaré, ceci en raison de la longueur des flammes. En effet, le parcours de propagation de l'incendie, c'est-à-dire la distance à franchir jusqu'à la fenêtre la plus proche, n'est généralement que de 1,0 m à 1,5 m.
6. La mesure constructive définie dans l'annexe au chiffre 3.7.13 de la DPI AEAI 15-15 pour les bâtiments élevés, à savoir une bande de protection de min. 0,9 m de hauteur avec une résistance au feu d'au moins 30 minutes, ne permet pas d'empêcher une propagation du feu à l'étage supérieur, mais seulement de la retarder.
7. Seules les solutions suivantes permettent, sous forme de mesures préventives, d'empêcher la propagation des flammes d'étage en étage :
  - a. Parois extérieures résistantes au feu sans ouvertures ou avec ouvertures résistantes au feu ;
  - b. Saillies horizontales résistantes au feu entre tous les étages, présentant une largeur minimale de 1 m depuis la paroi ;
  - c. Construction pyramidale présentant des retraits d'au moins 1 m d'un gradin au suivant ;
  - d. Bandes de protection résistantes au feu et hautes d'au moins 4 m (fenêtres seulement un étage sur deux) ;
  - e. Protection partielle par sprinklers pour la zone des façades, ou protection complète par sprinklers dans le bâtiment.
8. Des résultats d'expériences indiquent que la propagation latérale d'un incendie (à gauche et à droite du point de départ du feu) s'effectue plus lentement que dans l'axe vertical (rapport d'environ 1:10). Dans les considérations qui suivent, la propagation horizontale d'un incendie joue donc un rôle de second plan.

#### **4.2 Propagation d'un incendie en présence d'un système de revêtement des parois extérieures RF1**

Les éléments listés au chiffre 4.1 montrent clairement qu'une façade « percée » et présentant des ouvertures superposées représente le cas le plus critique. Sur la base de ces constatations, les cas présentés ci-après, avec fenêtres fermées et avec fenêtres ouvertes, peuvent être considérés comme des scénarios de référence concernant le développement d'un incendie sur une paroi extérieure. Les temps indiqués font office de valeurs moyennes indicatives, et une ventilation suffisante constitue une condition nécessaire. Les expériences tirées d'incendies passés révèlent que plus l'incendie dure, plus les temps indiqués dans les deux scénarios de référence ci-dessous ont tendance à se raccourcir. Sans intervention des sapeurs-pompiers ni installation d'extinction automatique, le processus de propagation du feu se répète d'étage en étage, dans les deux scénarios de référence, jusqu'au dernier étage.

##### **4.2.1 Développement d'un incendie en cas de fenêtres fermées**

Lorsque les fenêtres sont fermées, on peut partir du principe que les vitres se briseront au plus tôt entre 7 et 15 minutes après le départ de l'incendie. 10 minutes plus tard, les vitres de





la fenêtre située à la verticale à l'étage supérieur se briseront, de telle sorte que les flammes pénétreront dans la pièce qui se trouve au-dessus du local où le feu s'est déclaré. L'incendie se propage ainsi par la paroi extérieure (depuis le premier étage au-dessus du local où le feu s'est déclaré), d'étage en étage et malgré les fenêtres fermées, à intervalles d'**environ 25 minutes**.

#### 4.2.2 Développement d'un incendie en cas de fenêtres ouvertes

Lorsque les fenêtres sont ouvertes, les flammes s'échappent des fenêtres entre 7 et 15 minutes après le départ de l'incendie. 2 minutes plus tard déjà, les flammes atteignent la fenêtre ouverte située à la verticale à l'étage supérieur et pénètrent dans la pièce située au-dessus du local où le feu s'est déclaré. L'incendie se propage ainsi par les fenêtres ouvertes (depuis le premier étage au-dessus du local où le feu s'est déclaré) d'étage en étage, à intervalles d'**environ 17 minutes**. Cette situation peut s'aggraver, car lorsque les flammes atteignent une longueur de 6 m, l'incendie peut se propager directement de deux étages à la fois.

## 5 Chute d'éléments de la façade en cas d'incendie

En cas d'incendie, la chute soudaine d'une portion importante du revêtement de façade peut constituer un risque sérieux. Les personnes en fuite ou les sapeurs-pompiers peuvent être blessés par ces éléments. Il est toutefois difficile de quantifier ce risque, car seuls quelques rapports d'essai sont connus, et il existe très peu de comptes rendus à ce sujet sur la base d'incendies passés. La chute d'éléments peut survenir en lien avec différents types d'éléments de la façade. Quatre cas pertinents sont détaillés ci-après :

- En cas d'incendie, les vitrages éclatent à partir d'une certaine température. En raison de la surpression dans le local où le feu s'est déclaré, les morceaux tombent vers l'extérieur. La charge déclenchant le bris de glace, de même que la taille et la forme des éclats en chute varient fortement en fonction du type de vitrage, ainsi que de la taille et de la dynamique d'incendie.
- Les cadres des fenêtres peuvent être composés de matériaux de construction combustibles (bois, matière synthétique) ou incombustibles (métal léger, acier), ou d'une combinaison de types de matériaux. Pour des raisons relatives à la physique de la construction, les traverses isolantes des cadres de fenêtres en matériaux incombustibles sont également constituées de matières synthétiques, qui sont combustibles. En cas d'incendie, ces traverses isolantes fondent et les vitrages (quelles que soient leur forme et leur poids) peuvent chuter.
- Les éléments de façade suspendus sont souvent fixés au moyen d'ossatures porteuses en aluminium. Selon le document [3], l'aluminium a un point de fusion de 660 °C ; cependant, une perte de stabilité intervient déjà à des températures moins élevées. Si l'ossature porteuse lâche, des éléments de façade entiers (p. ex. des panneaux de grande taille en tôle) peuvent chuter.
- Aujourd'hui, des éléments de façade collés sont de plus en plus utilisés : souvent, ceux-ci ne sont pas dotés d'un assurage mécanique, ou alors cet assurage est construit en





aluminium. Comme pour les ossatures porteuses en aluminium, dans ce cas de figure, si la colle ne tient plus, des éléments d'une certaine taille peuvent alors chuter.

Dans les PPI AEAI 2015 actuellement en vigueur (tout comme dans les versions précédentes), les trois premiers cas de figure sont considérés comme des « risques acceptés », de sorte qu'aucune mesure supplémentaire n'est nécessaire. Pour les systèmes de revêtement des parois extérieures collés et sans assurage mécanique, il faut opter, conformément à la DPI AEAI 14-15, chiffre 3.2.1, al. 1, pour une construction reconnue par l'AEAI ou une construction équivalente. L'expérience montre toutefois que le risque engendré par les systèmes collés n'est pas significativement plus élevé que dans les trois autres cas, pour autant que le risque de chute de parties soit limité aux surfaces exposées à l'incendie et qu'aucune réaction de chaîne n'ait lieu en direction d'éléments non exposés.

Les sapeurs-pompiers sont suffisamment formés à ce sujet et sont conscients que des éléments peuvent chuter. Avec une tactique d'intervention appropriée, ils peuvent réduire le risque de dommages aux personnes à un niveau minimal.

## **6 Intervention des sapeurs-pompiers**

Dans le document [2], le principe II détaille les objectifs de protection définis par la Coordination suisse des sapeurs-pompiers (CSSP) et à respecter par les forces d'intervention. Dans le cadre du projet PPI 2026, ceux-ci constituent également une base pour l'élaboration des prescriptions de protection incendie futures. Les éléments suivants sont déterminants :

- En cas d'événements lors desquels le temps est une composante critique, les mesures de première intervention visant à protéger les personnes, les animaux, l'environnement et les biens matériels doivent être initialisées comme suit :
  - dans un délai de 15 minutes dans les zones présentant des risques faibles à moyens ;
  - dans un délai de 10 minutes dans les zones présentant des risques moyens à élevés.
- Lors d'événements nécessitant l'intervention d'engins de sauvetage (échelle automobile, autres moyens élévateurs aériens), ces engins doivent arriver sur la place sinistrée dans les 20 minutes à partir de la réception de leur alarme.
- Pendant une année civile, les objectifs de protection fixés doivent être atteints lors de 80 % des interventions au minimum.

L'appréciation du niveau de risques est effectuée par les instances cantonales et communales après une analyse des dangers ainsi que de leur probabilité de survenance et de leurs effets potentiels (matrice des risques).

En ce qui concerne les bâtiments élevés, on peut partir du principe que l'alarme est en règle générale déclenchée rapidement. La plupart de ces constructions sont équipées d'une installation de détection d'incendie, soit en tant que surveillance partielle pour la commande



d'un système de mise en surpression, soit en tant que surveillance totale, et/ou d'une installation sprinklers. Par ailleurs, les bâtiments élevés sont majoritairement situés dans des agglomérations urbaines, zones où un incendie est rapidement détecté par les habitants.

Pour la définition des objectifs de protection, il faut toutefois tenir compte du fait que pour les bâtiments élevés, une intervention des sapeurs-pompiers sur la façade n'est plus possible depuis l'extérieur à partir d'une certaine hauteur avec les ressources standard (échelle automobile, moyens élévateurs aériens).

## 7 Références

Prescriptions de protection incendie 2015, Association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEAI, [www.ppionline.ch](http://www.ppionline.ch)

[1] Brandschutz bei Holzfassaden (Aussenwandverkleidungen), Grundsatzpapier für Rahmenbedingungen von Originalbrandversuchen, Arbeitsgruppe Brandschutz bei Holzfassaden, 27.03.2003 *[ouvrage non publié]*

[2] Conception « Sapeurs-pompiers 2030 », Coordination suisse des sapeurs-pompiers CSSP, version 1.0, 06.05.2022

[3] Formeln und Tafeln, Mathematik – Physik, Orell Füssli Verlag AG, 10<sup>e</sup> édition, 2003