



**Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen  
Association des établissements cantonaux d'assurance incendie**

## RÉPERTOIRE GRÊLE (RPG)

# **Conditions d'essais AEAI n° 00a Partie générale A**

**01.03.2018 / 00a-18fr  
Version 1.03**

© Copyright 2010 Bern by VKF / AEAI

La version la plus récente de ce document se trouve sur Internet à l'adresse [www.rpgonline.ch](http://www.rpgonline.ch)

Téléchargeable à l'adresse [www.rpgonline.ch](http://www.rpgonline.ch)

Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen

Bundsgasse 20

Case postale

CH - 3001 Berne

Tél. 031 320 22 22

Fax 031 320 22 99

E-mail [mail@vkf.ch](mailto:mail@vkf.ch)

Internet [www.aeai.ch](http://www.aeai.ch)

## Table des matières

<b>0</b>	<b>Partie générale A</b>	<b>5</b>
<b>0.1</b>	<b>Généralités</b>	<b>5</b>
<b>0.2</b>	<b>Résistance à la grêle</b>	<b>5</b>
<b>0.2.1</b>	<b>Généralités</b>	<b>5</b>
<b>0.2.2</b>	<b>Classe de résistance à la grêle</b>	<b>6</b>
<b>0.2.3</b>	<b>Valeurs de laboratoire</b>	<b>7</b>
<b>0.2.4</b>	<b>Classification des produits</b>	<b>8</b>
<b>0.3</b>	<b>Définition des dommages</b>	<b>8</b>
<b>0.3.1</b>	<b>Généralités</b>	<b>8</b>
<b>0.3.2</b>	<b>Fonctions de l'élément de construction</b>	<b>8</b>
<b>0.3.3</b>	<b>Critères d'endommagement</b>	<b>9</b>
<b>0.3.4</b>	<b>Méthode de mesure</b>	<b>10</b>
<b>0.4</b>	<b>Conditions générales d'essai</b>	<b>10</b>
<b>0.4.1</b>	<b>Vieillissement</b>	<b>10</b>
<b>0.4.2</b>	<b>Principe de l'essai</b>	<b>10</b>
<b>0.4.3</b>	<b>Appareillage d'essai</b>	<b>10</b>
<b>0.4.4</b>	<b>Porte-éprouvette</b>	<b>11</b>
<b>0.4.5</b>	<b>Angle de tir</b>	<b>11</b>
<b>0.4.6</b>	<b>Points d'impact</b>	<b>11</b>
<b>0.4.7</b>	<b>Projectiles</b>	<b>12</b>
<b>0.4.8</b>	<b>Atmosphère de l'essai</b>	<b>12</b>
<b>0.4.9</b>	<b>Éprouvettes</b>	<b>12</b>
<b>0.4.10</b>	<b>Stockage et traitement préalables de l'éprouvette</b>	<b>13</b>
<b>0.4.11</b>	<b>Vitesse du projectile</b>	<b>13</b>
<b>0.4.12</b>	<b>Déroulement de l'essai</b>	<b>13</b>
<b>0.5</b>	<b>Essai sans tir</b>	<b>16</b>
<b>0.6</b>	<b>Essai sans conditions d'essai</b>	<b>16</b>

<b>0.7</b>	<b>Éléments vérifiés selon des normes internationales</b>	<b>16</b>
	<b>Annexe A</b>	<b>17</b>
	<b>Variantes pour projectiles non sphériques (projectiles en forme de téton)</b>	<b>17</b>
	<b>Annexe B</b>	<b>19</b>
	<b>Tableau 2 : Valeurs de laboratoire pour les projectiles en forme de téton selon l'annexe A (20, 30, 40 et 50 mm)</b>	<b>19</b>
	<b>Tableau 3 : Valeurs de laboratoire pour des projectiles à partir de 60 mm de diamètre (60, 70 et 80 mm)</b>	<b>19</b>
	<b>Tableau 4 : Valeurs de laboratoire pour les projectiles avec un diamètre impair</b>	<b>20</b>

## 0 Partie générale A

### 0.1 Généralités

Les présentes conditions offrent un cadre homogène pour les essais et la classification de la résistance à la grêle des éléments de construction, indépendamment du produit testé. Elles comprennent des directives généralement applicables aux essais de résistance (partie A), des instructions obligatoires sur la documentation de la configuration de l'essai et des résultats obtenus (partie B) ainsi que des dispositions complémentaires spécifiques aux différents éléments de construction.

Le chiffre 6.2.4 de la norme SIA 261/1 (2003) renvoie au répertoire grêle de l'AEAI. Ce répertoire publie, pour chaque élément de construction inscrit, la classe de résistance à la grêle atteinte en laboratoire pour chaque fonction exigée dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé. Le répertoire grêle de l'AEAI a pour but de faciliter le choix d'un produit testé et classé.

Sous l'égide de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), le centre autrichien de prévention des dommages éléments naturels (EPZ) des services autrichiens de prévention des incendies et l'association des assureurs allemands (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.) collaborent à l'élaboration des conditions d'essai du répertoire grêle. Les résultats des essais sont expertisés et évalués conjointement par des experts des différents pays.

Cette version 1.03 annule et remplace la version 1.02 du 1<sup>er</sup> février 2014.

### 0.2 Résistance à la grêle

#### 0.2.1 Généralités

Dans la nature, la grêle peut prendre diverses formes. Pour calculer les effets de la grêle naturelle sur un élément de construction, une forme sphérique est simplement supposée.

Pour déterminer les données physiques dans la nature et en laboratoire, les paramètres décrits ci-dessous sont utilisés.

Calcul de l'énergie d'impact cinétique (sans action du vent) :

$$E_H = \frac{m_H \cdot v_A^2}{2} \quad [1]$$

$E_H$  énergie cinétique du grêlon [J]

$m_H$  masse du grêlon [kg]

$v_A$  vitesse d'impact [m/s]

Calcul de la masse du grêlon :

$$m_H = V_H \cdot \rho_{Eis} = \frac{4 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_H}{2}\right)^3}{3} \cdot \rho_{Eis} \quad [2]$$

$m_H$  masse du grêlon [kg]

$V_H$  volume du grêlon [m<sup>3</sup>]

$\rho_{glace}$  densité de la glace [kg/m<sup>3</sup>]

$d_H$  diamètre du grêlon [m]

Calcul de la vitesse maximale d'une bille de glace en chute libre, en tenant compte de la résistance à l'air (voir aussi la norme SIA 261/1:2003, chiffre 6.3.3) :

$$v_{max} = \sqrt{\frac{4 \cdot \rho_{Eis} \cdot d_H \cdot g}{3 \cdot \rho_{Luft} \cdot c_w}} \quad [3]$$

$v_{max}$	vitesse maximale [m/s]
$\rho_{glace}$	densité de la glace [kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_{air}$	densité de l'air [kg/m <sup>3</sup> ]
$d_H$	diamètre du grêlon [m]
$g$	accélération gravitationnelle 9.81 [m/s <sup>2</sup> ]
$c_w$	coefficient de résistance de l'air [-]

### 0.2.2 Classe de résistance à la grêle

La définition de la classe de résistance à la grêle se base sur le diamètre d'un grêlon :

- La classe de résistance à la grêle 1 (RG 1) est définie par l'énergie cinétique à l'impact d'un grêlon de 10 mm de diamètre.
- La classe de résistance à la grêle 2 (RG 2) est définie par l'énergie cinétique à l'impact d'un grêlon de 20 mm de diamètre.
- La classe de résistance à la grêle 3 (RG 3) est définie par l'énergie cinétique à l'impact d'un grêlon de 30 mm de diamètre.
- La classe de résistance à la grêle 4 (RG 4) est définie par l'énergie cinétique à l'impact d'un grêlon de 40 mm de diamètre.
- La classe de résistance à la grêle 5 (RG 5) est définie par l'énergie cinétique à l'impact d'un grêlon de 50 mm de diamètre.

L'élément de construction est assigné à la classe de résistance à la grêle pour laquelle il reste intact.  
Exemple : Un élément de construction de résistance à la grêle RG 3 subit sans dommage l'impact d'un grêlon de 30 mm de diamètre.

Pour les grêlons de 10 à 50 mm de diamètre décrits ci-dessus, on obtient les limites de classe (énergies cinétique) ainsi que les masses et vitesses correspondantes selon les formules [1], [2] et [3] par taille de grêlon avec les spécifications suivantes :

$\rho_{glace}$	=	870 [kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_{air}$	=	1.2 [kg/m <sup>3</sup> ]
$c_w$	=	0.50 [-] bille légèrement rugueuse

### 0.2.3 Valeurs de laboratoire

Pour les essais de résistance à la grêle, on utilise des projectiles (billes ou projectiles spéciaux) en glace transparente, fabriqués selon différents procédés. La qualité de la glace doit être vérifiée périodiquement par les organismes d'essai dans le cadre d'essais interlaboratoires.

Les valeurs de masse et d'énergie cinétique à observer lors des essais en laboratoire sont déterminées conformément au tableau suivant.

Classe	Diamètre nominal	$G_{\min}$ masse minimale	$G_{\max}$ masse maximale	$v_R$ Valeur indicative Vitesse	Énergie min. pour limite de classe $E_{\min}$	Énergie maximum de classe $E_{\max}$
	[mm]	[g]	[g]	[m/s]	[J]	[J]
RG 1	10	0.43	0.51	13.77	$\geq 0.04$	$\leq 0.09$
RG 2	20	3.46	4.04	19.48	$\geq 0.69$	$\leq 1.0$
RG 3	30	11.68	13.65	23.85	$\geq 3.5$	$\leq 4.4$
RG 4	40	27.70	32.35	27.54	$\geq 11.1$	$\leq 13.2$
RG 5	50	54.09	63.18	30.79	$\geq 27.0$	$\leq 31.5$

**Tableau 1** Valeurs admissibles pour les essais en laboratoire

Les conditions générales suivantes, basées sur les valeurs du tableau 1, doivent être respectées lors de l'essai de grêle :

- Pour qu'un tir soit valide, le projectile doit avoir une masse comprise entre  $G_{\min}$  et  $G_{\max}$  selon le tableau 1.
- La vitesse du projectile n'est soumise à aucune restriction. La vitesse  $v_R$  indiquée dans le tableau 1 doit être interprétée comme une valeur indicative. La vitesse doit être fixée par le laboratoire d'essai – en fonction de la masse mesurée – de telle sorte que l'énergie cinétique soit supérieure à la limite de classe  $E_{\min}$  et inférieure au maximum de classe  $E_{\max}$ .
- Pour qu'un tir soit valide, l'énergie cinétique mesurée à l'impact doit atteindre au moins la limite de classe minimale  $E_{\min}$ .
- Jusqu'à la limite de classe maximale  $E_{\max}$ , un tir est toujours valide, que l'éprouvette soit endommagée ou non. Si cette valeur est dépassée et qu'aucun dommage ne survient, le tir est valide. Si cette valeur est dépassée et qu'un dommage survient, le tir est invalide et le dommage n'est pas enregistré comme tel.

Il est aussi possible de tester la résistance à la grêle en utilisant des projectiles en forme de téton avec les données spécifiées dans le tableau 2.

Il est aussi possible de tester la résistance à la grêle en utilisant des projectiles d'un diamètre supérieur à 50 mm, selon les données spécifiées dans le tableau 1. Les valeurs pour les projectiles d'un diamètre de 60 mm, 70 mm et 80 mm sont indiquées dans l'annexe B (tableau 3).

Il est aussi possible de tester les énergies d'impact fixées par les normes européennes en se servant des données spécifiées dans le tableau 1. Les valeurs intermédiaires pour les projectiles d'un diamètre de 25 mm, 35 mm, 45 mm, 55 mm, 65 mm et 75 mm sont indiquées dans l'annexe B (tableau 4).

#### **0.2.4 Classification des produits**

Les résultats sont consignés dans le rapport d'essai, qui est remis à l'AEAI par le fabricant. Les fonctions à tester de l'élément de construction et les critères d'endommagement sont fixés dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé. Les éléments de construction sont classés selon leur fonctionnalité et leur aspect.

Les résistances à la grêle qui figurent sur la reconnaissance AEAI Protection grêle sont spécifiées définitivement par le groupe d'experts de la commission du répertoire de protection éléments naturels (CRP).

### **0.3 Définition des dommages**

#### **0.3.1 Généralités**

Les éléments de construction doivent souvent assurer plusieurs fonctions (p. ex. étanchéité, aspect, mécanique). La définition du point à partir duquel il y a un dommage varie en conséquence. Les diverses fonctions des éléments de construction peuvent être affectées par des actions mécaniques très différentes. Il y a lieu de déterminer pour chacune d'entre elles quand l'élément testé est endommagé. Ce seuil est exprimé par le critère d'endommagement.

#### **0.3.2 Fonctions de l'élément de construction**

L'élément testé assure une ou plusieurs fonctions. Pour chacune d'entre elles, il faut déterminer l'énergie de la classe de résistance à la grêle à partir de laquelle l'élément est endommagé. Les fonctions suivantes sont prises en compte dans les conditions d'essai :

Étanchéité : L'étanchéité d'un élément de construction comporte deux niveaux : l'élément protège totalement ou partiellement la structure sous-jacente contre l'infiltration d'eau. Ou bien l'étanchéité est limitée à l'élément lui-même, la structure sous-jacente n'est pas protégée. Des fissures discontinues peuvent également causer des dommages à moyen terme.

Exemples :

Le crépi d'une isolation thermique protège complètement de l'eau le matériau isolant sous-jacent. Un autre exemple : une tuile doit être imperméable à l'eau en tant qu'élément de construction, mais l'ensemble du toit sous-jacent n'est pas complètement protégé de l'eau. Dans le cas d'éléments en matière synthétique, l'allongement du matériau relève également de la fonction d'étanchéité (faiblesse du matériau et donc fuites futures visibles).

Translucidité : La translucidité d'un élément de construction correspond physiquement à la transparence (transmission) de la lumière



et décrit la capacité de voir un objet situé derrière l'élément.

Exemple : Un verre de fenêtre a une translucidité élevée : on arrive bien à voir ce qu'il y a derrière.

Pare-lumière :

La fonction pare-lumière d'un élément comprend une protection contre le rayonnement solaire et il existe donc un lien de réciprocité avec la translucidité : Si l'élément présente un niveau élevé de pare-lumière, la translucidité est faible et inversement.

Exemple : Des stores à lamelles fermés présentent un niveau élevé de pare-lumière ; l'élément est utilisé comme dispositif d'ombrage.

Mécanique :

La mécanique d'un élément peut être très différente selon la possibilité d'implantation et concerne tous les éléments qui ont une fonction physico-mécanique.

Exemple : Les couvertures de piscine doivent pouvoir être enroulées et déroulées, ou la fixation du vitrage de façade ne doit pas présenter de fissures ou de déformations. Dans le cas d'un module photovoltaïque, la fonction mécanique de l'élément n'est pas remplie si le revêtement est endommagé, par exemple en cas de bris de verre.

Aspect :

L'aspect d'un élément décrit ses caractéristiques esthétique, qui, en cas de dommage, n'exercent pas d'influence déterminante sur la fonctionnalité de l'élément.

Exemple : Les éléments en tôle sur la façade et le toit peuvent présenter des bosses, mais sont encore imperméables à l'eau.

Les conditions d'essai se limitent à ces cinq fonctions principales pour ne pas alourdir les tests. D'autres fonctions, telles que l'auto-nettoyage ou la réflexion de la lumière pour les vitrages, ne sont volontairement pas prises en compte dans ces conditions d'essai. L'essai de résistance à la grêle doit porter sur toutes les fonctions mentionnées dans les conditions spécifiques à l'élément de construction testé.

Seule la fonction « aspect » et le terme « fonctionnalité » sont mentionnés sur la reconnaissance AEAI. La fonctionnalité comprend les fonctions « étanchéité », « translucidité », « pare-lumière » et « mécanique ».

### 0.3.3 Critères d'endommagement

La limite entre l'absence et l'existence de dommages à un élément de construction est exprimée par le critère d'endommagement. Ce critère définit le seuil à partir duquel une fonction de l'élément examiné ne peut plus être assurée – l'élément en question est alors considéré comme endommagé en regard de cette fonction. Le rapport d'essai doit indiquer, pour chaque fonction fixée dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé, si ce dernier est considéré comme intact ou endommagé selon le critère d'endommagement concerné.

### 0.3.4 Méthode de mesure

La méthode de mesure décrit la manière d'examiner la fonction de l'élément de construction testé. S'il assure plusieurs fonctions, plusieurs méthodes de mesure sont appliquées.

## 0.4 Conditions générales d'essai

### 0.4.1 Vieillissement

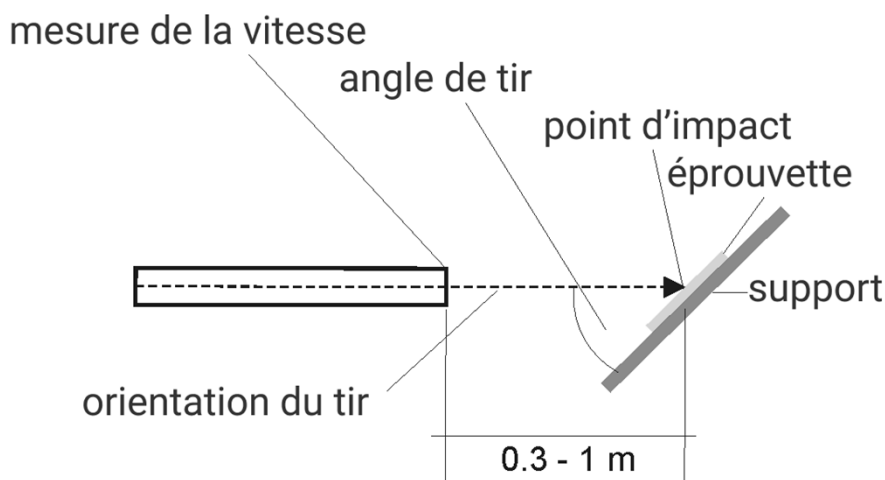
Les conditions d'essai s'appliquent aussi bien aux essais d'éléments neufs qu'aux essais effectués ultérieurement sur des éléments déjà en utilisation. Le répertoire grêle répertorie en règle générale les résultats des essais effectués sur des éléments neufs. Dans le cas d'éléments soumis à un vieillissement rapide (en particulier les matières plastiques et les éléments contenant des matières plastiques), ces informations sont indiquées sur la reconnaissance AEAI Protection grêle (mention sur le vieillissement).

### 0.4.2 Principe de l'essai

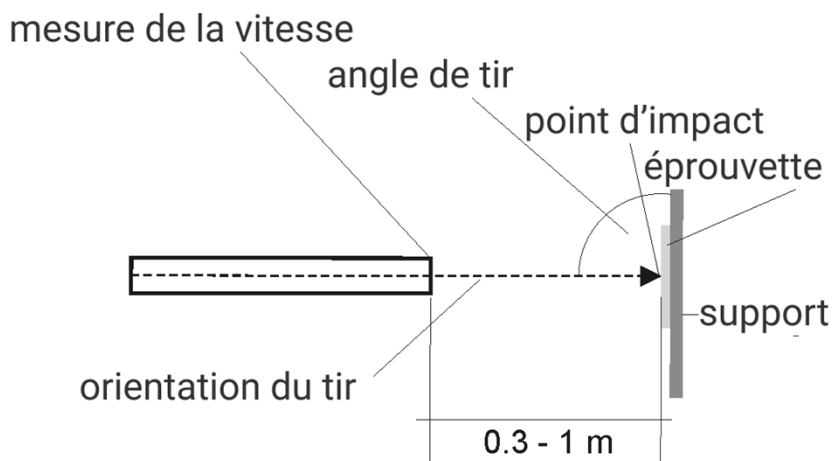
Le principe de l'essai consiste à simuler l'action naturelle de la grêle en tirant, un par un, des projectiles de glace fabriqués en laboratoire sur des éléments constituant l'enveloppe des bâtiments.

### 0.4.3 Appareillage d'essai

L'essai est réalisé en laboratoire. L'appareillage sert à accélérer le projectile jusqu'à la vitesse désirée et à mesurer celle-ci. La direction du tir peut être horizontale, verticale ou oblique, mais elle doit respecter l'angle de tir stipulé dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé. Le point d'impact est visé et le tir est réalisé de manière contrôlée. L'éprouvette est fixée sur le support conformément aux conditions d'essai spécifiques à l'élément testé (figures 1 et 2).



**Figure 1** Appareillage configuré pour simuler l'impact d'un grêlon tiré en direction horizontale sous un angle de  $45^\circ \pm 2^\circ$  (dimensions en mètres).



**Figure 2** Appareillage configuré pour simuler l'impact d'un grêlon tiré en direction horizontale sous un angle de  $90^\circ \pm 2^\circ$  (dimensions en mètres).

#### 0.4.4 Porte-éprouvette

Le porte-éprouvette (support), adapté à l'appareillage d'essai (direction de tir verticale ou horizontale), sert à fixer les éprouvettes. Afin de respecter l'angle de tir prescrit, le porte-éprouvette (support) doit pouvoir être ajusté et l'angle doit pouvoir être mesuré. Le porte-éprouvette (support) ne doit ni se déplacer ni se déformer sous l'effet des tirs.

Lorsque la direction de tir est verticale, l'éprouvette (p. ex. destinée à un toit) peut aussi être posée à plat au sol. Il faut alors veiller à ce que les points de transmission des charges à partir de l'éprouvette correspondent aux conditions qui règnent effectivement dans la pratique. La propagation de vibrations entre le sol, le dispositif visé et le porte-éprouvette doit être empêchée par un moyen approprié.

Les éprouvettes doivent être fixées rigidement et solidairement sur leur support pour éviter tout déplacement ou amortissement.

#### 0.4.5 Angle de tir

L'angle de tir est défini comme étant l'angle entre la direction du tir et le plan du support de l'éprouvette (figures 1 et 2). Les éléments de toiture sont percutés sous un angle de  $90^\circ \pm 2^\circ$  et les éléments de façade sous un angle de  $45^\circ \pm 2^\circ$ .

#### 0.4.6 Points d'impact

Les points d'impact sont stipulés dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé. Ils correspondent à ses points faibles présumés, qui sont vérifiés au moyen de tirs de sondage. D'autres points faibles possibles sont décrits dans le recueil de décisions et dans les guides pratiques pour les essais de résistance à la grêle. S'il faut s'attendre à ce que l'élément testé présente d'autres points faibles, non précisés dans les ouvrages susmentionnés, ceux-ci seront également soumis à des tirs, que l'on consignera dans le rapport d'essai sous la forme de texte assorti d'illustrations. Il incombe à l'organisme chargé de l'essai de déterminer et de vérifier le point le plus faible, puis d'effectuer l'essai à proprement dit sur ce point, conformément au chapitre 0.4.12.

#### 0.4.7 Projectiles

Des billes ou des projectiles spéciaux à base de glace fabriquée en laboratoire sont utilisés comme projectiles. Ils sont stockés à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Les conditions suivantes doivent être remplies pour que les essais soient valides :

- Projectile en glace transparente
- Température de stockage : Congélateur à  $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Durée de stockage : 48 h au minimum entre la fabrication et le tir, stockage au congélateur durant 4 semaines maximum si non emballés et de 4 mois si mis sous vide.
- Forme : sphère (cas normal) ou forme particulière
- Diamètre : 10 à 50 mm, selon le tableau 2
- Masse : selon tableaux 2, 3 et 4
- Aspect : glace peu poreuse et dépourvue de fissures (vérification visuelle), suture due au moule ébarbé
- Manutention : seulement avec des gants

Les projectiles de glace tirés ont normalement une température de  $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Les exceptions sont décrites dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé.

Si les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé requièrent des tirs supplémentaires avec des projectiles non sphériques, on peut utiliser des projectiles en forme de téton (description détaillée à l'annexe A). Leur masse équivaut à celle de projectiles sphériques de même diamètre. Ils sont tirés la pointe (protubérance hémisphérique) en avant sur l'éprouvette.

Le tir avec un projectile non sphérique est traité dans les conditions d'essai suivantes spécifiques à l'élément testé :

- N° 22 Construction à membrane gonflable
- N° 23 Stores en toile
- N° 27 Constructions assimilables à une tente
- N° 28 Structures porteuses couvertes
- N° 33 Textiles dans l'enveloppe des bâtiments

En plus du tir avec un projectile de diamètre équivalent, l'élément testé doit être aussi percuté avec le projectile sphérique de taille immédiatement inférieure.

Si un autre projectile est utilisé, le laboratoire d'essai doit prouver que celui qui a été choisi cause le même type de dégâts.

#### 0.4.8 Atmosphère de l'essai

L'essai est effectué sous une température ambiante de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  et une humidité relative de  $50\% \pm 20\%$ .

#### 0.4.9 Éprouvettes

L'éprouvette doit couvrir les exécutions détaillées possibles dans la pratique de l'élément de construction (par ex. construction en angle), même si celles-ci ne sont pas mentionnées dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé. Le programme d'essai doit être élaboré entre le fabricant du produit et le laboratoire d'essai. Il est impératif de respecter les indications du fabricant pour la réalisation de l'éprouvette (p.ex. directive de montage, épaisseurs indiquées pour les matériaux). Celles-ci doivent être vérifiées par le laboratoire d'essai et consignées dans le rapport d'essai.

Les dimensions de l'éprouvette sont précisées dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé; on peut y déroger moyennant une justification.

Les pièces d'usure (p. ex. capuchons de protection) et les composants plus petits de l'élément de construction font partie intégrante de l'élément s'ils ne peuvent pas être remplacés facilement. Ces pièces et composants doivent figurer dans le rapport d'essai et sur la reconnaissance AEAI Protection grêle.

#### **0.4.10 Stockage et traitement préalables de l'éprouvette**

Le stockage et le traitement préalables de l'éprouvette précisés dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé régissent l'entreposage de longue durée de l'éprouvette avant l'essai ainsi que sa manipulation avant l'essai.

#### **0.4.11 Vitesse du projectile**

La vitesse du projectile est mesurée à une distance de 0,3 à 1 m de la surface de l'objet testé (objet – milieu du tronçon de mesure de la vitesse) au moyen d'un appareil électronique de précision  $\pm 1$  %. Les valeurs mesurées électroniquement doivent avoir une précision de deux chiffres après la virgule.

#### **0.4.12 Déroulement de l'essai**

Pour tester une résistance à la grêle donnée, on percute l'éprouvette avec l'énergie cinétique correspondant à cette classe de résistance (figure 3).

Les projectiles doivent avoir le diamètre requis pour la classe de résistance à la grêle (RG) correspondante : l'essai pour la classe de résistance à la grêle 2 (RG 2) requiert des projectiles d'un diamètre de 20 mm, pour RG 3 un diamètre de 30 mm, etc.

Il convient au préalable de procéder à des tirs de sondage (figure 3, étape 1). Ces tirs servent à sonder les points faibles de l'éprouvette. Les emplacements de tir indiqués dans les conditions d'essai spécifiques à l'élément testé, le recueil de décisions et les guides pour les essais à la grêle servent de référence pour les tirs de sondage. Il incombe à l'organisme en charge de l'essai de chercher et de contrôler s'il existe d'autres points faibles au moyen de méthodes d'ingénierie.

En règle générale, les points faibles identifiés doivent faire l'objet de tirs selon l'étape 2 et suivantes de la figure 3 ; les résultats doivent ensuite être consignés dans le rapport d'essai.

Si l'éprouvette est endommagée suite à un tir d'un projectile de diamètre donné et de vitesse associée, une nouvelle éprouvette ou un point intact de l'éprouvette est soumis au tir d'un projectile de diamètre et de vitesse correspondant à la limite de classe immédiatement inférieure. Si l'éprouvette reste intacte, le test est réitéré sur 4 autres points faibles de l'éprouvette ou sur de nouvelles éprouvettes (5 tirs au total). Si les éprouvettes demeurent intactes à l'issue des tirs, l'élément de construction testé est assigné à la classe de résistance à la grêle correspondante. L'emplacement des points faibles varie selon les fonctions de l'élément de construction testées. C'est pourquoi une éprouvette peut présenter plusieurs points faibles.

Il y a lieu de respecter les consignes suivantes :

- le projectile est tiré dans un intervalle de 60 secondes après avoir été sorti de son conteneur.
- Une seule et même éprouvette peut être soumise à plusieurs tirs si les modalités particulières à l'élément testé concernant le point d'impact sont respectées.

Si l'élément de construction testé est endommagé par un projectile de 20 mm de diamètre, l'organisme d'essai peut renoncer à poursuivre l'essai avec des projectiles de 10 mm de diamètre, et assigner cet élément à la classe de résistance à la grêle 1 (RG 1). On admet ce faisant que cet élément resterait certainement intact au vu de l'énergie cinétique largement inférieure correspondant à la RG 1 (limite de classe). Le fait qu'aucun projectile de 10 mm n'a été tiré doit être mentionné explicitement et être dûment motivé dans le rapport d'essai.

Lorsqu'un élément de construction est hétérogène, il arrive qu'un projectile de diamètre inférieur provoque un dommage alors qu'un projectile de diamètre supérieur le laisse intact. Dans le cas de matériaux à structure hétérogène (p. ex. crépi), un tir avec plusieurs projectiles visant le même endroit peut aussi causer un dommage plus rapidement. Il incombe à l'organisme chargé de l'essai de décider s'il faut effectuer des essais supplémentaires.

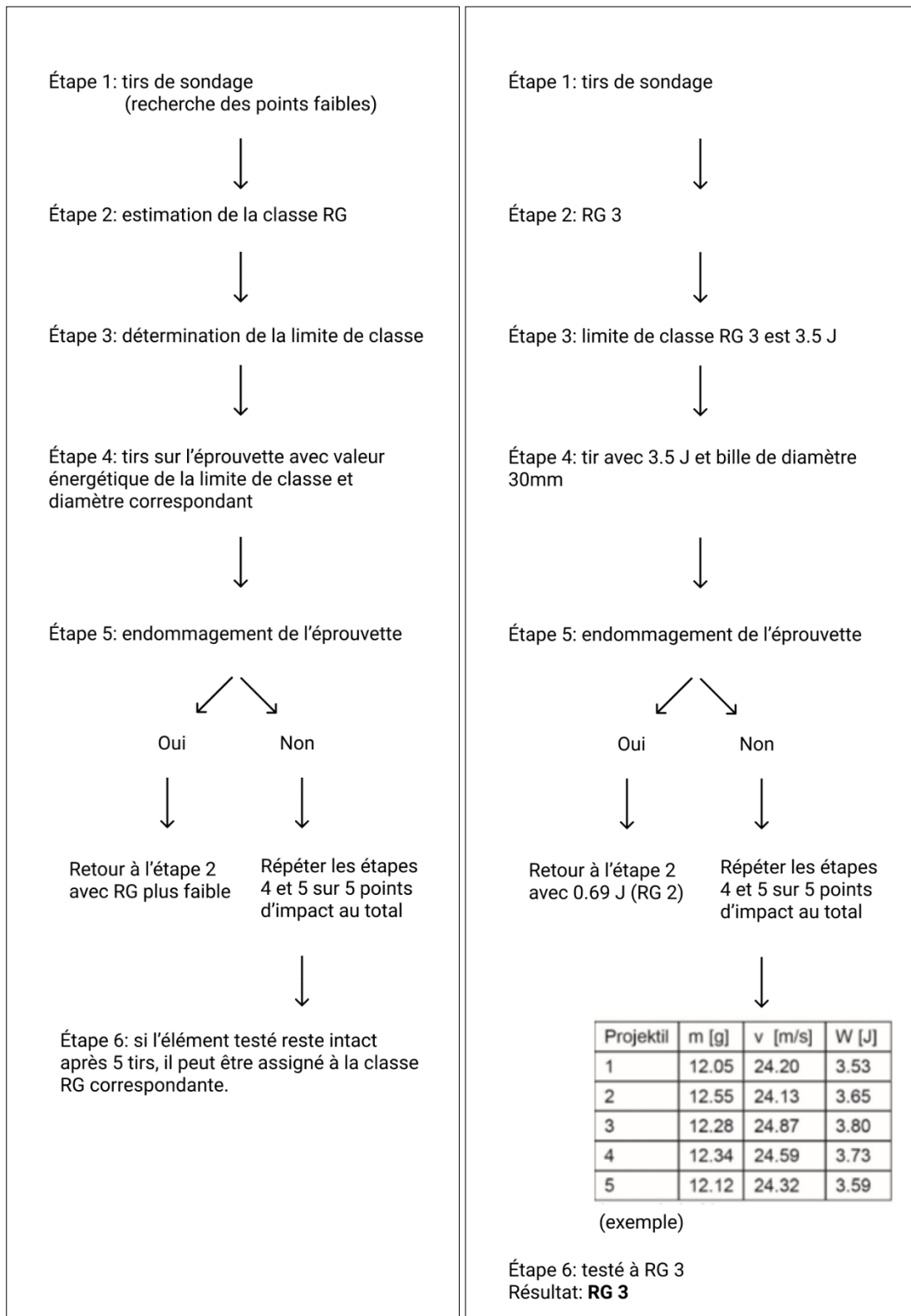


Figure 3 Schéma (à gauche) et exemple (à droite) du déroulement de l'essai.

## **0.5 Essai sans tir**

Lorsqu'un élément de construction n'a manifestement subi aucune modification concernant sa composition, son exécution et son utilisation prévue, il est possible de renoncer à un nouvel essai de résistance à la grêle. Le laboratoire d'essai doit confirmer et justifier cette décision dans un rapport d'expertise. La CRP décide au vu des documents soumis si l'élément en question peut être dispensé d'un nouvel essai. Les rapports d'expertise ne peuvent être émis que par des laboratoires d'essai reconnus. Les conditions d'essai à la grêle en vigueur de l'AEAI doivent toujours être respectées. Cette procédure est utilisée en premier lieu pour la prolongation de la reconnaissance AEAI Protection grêle.

## **0.6 Essai sans conditions d'essai**

Les essais doivent généralement être effectués sur la base des conditions d'essai existantes. Si un élément de construction ne dépend pas clairement de conditions d'essai en particulier, l'essai doit être effectué sur la base de plusieurs conditions appropriées.

S'il n'existe pas de conditions d'essai appropriées, une ligne directrice pour les essais peut être proposée à la commission du répertoire de protection éléments naturels CRP. La CRP prend une décision sur la proposition.

## **0.7 Éléments vérifiés selon des normes internationales**

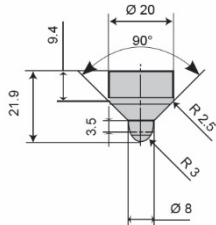
Lorsque la résistance à la grêle d'éléments de construction ou de catégories d'éléments de construction a déjà été testée conformément à des normes internationales, il n'est pas nécessaire de la tester à nouveau. Si les essais ont été pratiqués avec des projectiles d'une autre composition ou d'une autre forme, il y a lieu d'appliquer les tables de conversion fournies dans les conditions d'essai pour assigner ces éléments ou catégories d'éléments aux classes pertinentes de résistance à la grêle RG 1 à RG 5.



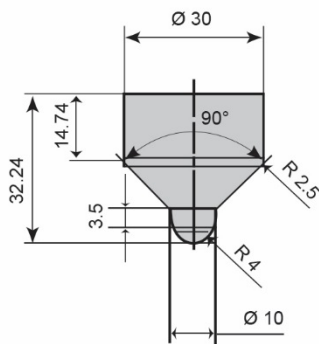
## Annexe A

### Variantes pour projectiles non sphériques (projectiles en forme de téton)

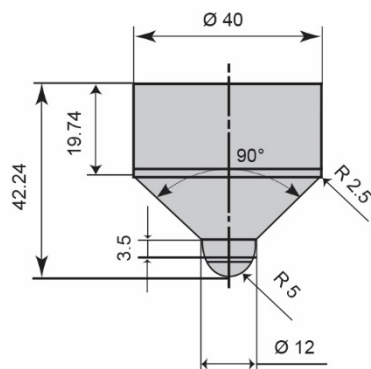
Projectile en forme de téton 20 mm



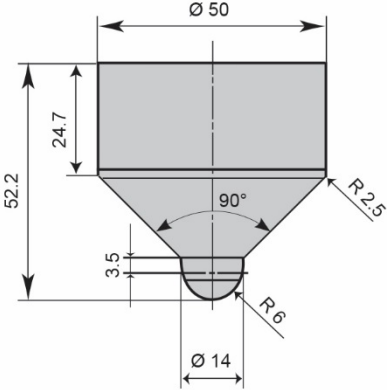
Projectile en forme de téton 30 mm



Projectile en forme de téton 40 mm



Projectile en forme de téton 50 mm



## Annexe B

**Tableau 2 : Valeurs de laboratoire pour les projectiles en forme de téton selon l'annexe A (20, 30, 40 et 50 mm)**

Classe	Diamètre nominal	G <sub>min</sub> Masse minimale	G <sub>max</sub> Masse maximale	v <sub>R</sub> Valeur indicative Vitesse	Énergie Limite de classe minimale E <sub>min</sub>	Énergie Maximum de classe E <sub>max</sub>
	[mm]	[g]	[g]	[m/s]	[J]	[J]
<b>RG 2</b>	20	3.41	3.98	19.64	<b>≥ 0.69</b>	<b>≤ 1.0</b>
<b>RG 3</b>	30	11.71	13.68	23.82	<b>≥ 3.5</b>	<b>≤ 4.4</b>
<b>RG 4</b>	40	27.72	32.38	27.53	<b>≥ 11.1</b>	<b>≤ 13.2</b>
<b>RG 5</b>	50	54.06	63.14	30.81	<b>≥ 27.0</b>	<b>≤ 31.5</b>

**Tableau 3 : Valeurs de laboratoire pour des projectiles à partir de 60 mm de diamètre (60, 70 et 80 mm)**

Classe*	Diamètre nominal	G <sub>min</sub> Masse minimale	G <sub>max</sub> Masse maximale	v <sub>R</sub> Valeur indicative Vitesse	Énergie Limite de classe minimale E <sub>min</sub>	Énergie Maximum de classe E <sub>max</sub>
	[mm]	[g]	[g]	[m/s]	[J]	[J]
<b>RG 5</b>	60	93.47	109.18	33.73	<b>≥ 56.0</b>	<b>≤ 64.7</b>
<b>RG 5</b>	70	148.43	173.38	36.44	<b>≥ 104</b>	<b>≤ 120</b>
<b>RG 5</b>	80	221.57	258.80	38.95	<b>≥ 177</b>	<b>≤ 204</b>

**Tableau 4 : Valeurs de laboratoire pour les projectiles avec un diamètre impair**

<b>Classe*</b>	<b>Diamètre nominal</b>	<b>G<sub>min</sub> Masse minimale</b>	<b>G<sub>max</sub> Masse maximale</b>	<b>v<sub>R</sub> Valeur indicative Vitesse</b>	<b>Énergie Limite de classe minimale E<sub>min</sub></b>	<b>Énergie Maximum de classe E<sub>max</sub></b>
	[mm]	[g]	[g]	[m/s]	[J]	[J]
<b>RG 1</b>	15	1.46	1.71	16.87	<b>≥ 0.22</b>	<b>≤ 0.37</b>
<b>RG 2</b>	25	6.76	7.90	21.77	<b>≥ 1.7</b>	<b>≤ 2.3</b>
<b>RG 3</b>	35	18.55	21.67	25.76	<b>≥ 6.5</b>	<b>≤ 7.9</b>
<b>RG 4</b>	45	39.43	46.06	29.21	<b>≥ 17.7</b>	<b>≤ 20.9</b>
<b>RG 5</b>	55	72.00	84.10	32.30	<b>≥ 39.5</b>	<b>≤ 45.9</b>
<b>RG 5</b>	65	118.85	138.81	35.11	<b>≥ 77.1</b>	<b>≤ 89.0</b>
<b>RG 5</b>	75	182.57	213.24	37.72	<b>≥ 137</b>	<b>≤ 157</b>

\* Remarque : D'après les directives actuelles, il existe uniquement les classes RG 1 – RG 5. Si un élément est également soumis à des projectiles de plus grande taille et si les résultats de l'essai sont positifs, cela peut être indiqué sur la reconnaissance AEAI Protection grêle.