

---

---

**Revêtements métalliques et autres  
revêtements inorganiques — Grenailage  
automatique de pièces métalliques avant  
dépôt électrolytique de nickel, dépôt  
autocatalytique de nickel, ou dépôt  
électrolytique de chrome, ou en tant que  
 finition de surface**

**(standards.iteh.ai)**

*Metallic and other inorganic coatings — Automated controlled shot-peening  
of metallic articles prior to nickel, autocatalytic nickel or chromium plating,  
or as a final finish*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 12686:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999>

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 734 10 79  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Matériaux et équipements</b> .....	7
5 <b>Renseignements relatifs aux commandes</b> .....	12
6 <b>Traitement avant martelage</b> .....	13
7 <b>Mode opératoire</b> .....	14
8 <b>Traitement après martelage à la grenaille</b> .....	16
9 <b>Certification et rapports d'essais</b> .....	17
<b>Annexe A</b> (normative) <b>Détection de la contamination par des résidus ferreux</b> .....	18
<b>Annexe B</b> (normative) <b>Grenaille en acier moulé</b> .....	19
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Grenaille en segments de fil</b> .....	21
<b>Annexe D</b> (normative) <b>Grenaille en céramique</b> .....	23
<b>Annexe E</b> (normative) <b>Feuillard, support et jauge Almen</b> .....	25
<b>Annexe F</b> (normative) <b>Exigences relatives au système d'étalonnage</b> .....	27
<b>Annexe G</b> (informative) <b>Informations non obligatoires</b> .....	31
<b>Bibliographie</b> .....	34

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente/du présent Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La Norme internationale ISO 12686 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, sous-comité SC 3, *Dépôts électrolytiques et finitions apparentées*.

Les annexes A à F constituent des éléments normatifs de la présente Norme internationale. L'annexe G est donnée uniquement à titre d'information.

[ISO 12686:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999>

## Introduction

Le martelage à la grenaille à arêtes arrondies est un procédé d'écrouissage à froid de surfaces, qui consiste à bombarder le produit avec de la grenaille pleine et sphérique, projetée à une vitesse relativement élevée. En général, le martelage à la grenaille à arêtes arrondies augmentera la durée de vie en fatigue d'un produit soumis à un effort de flexion ou de torsion. Il améliorera la résistance à la fissuration par corrosion sous contrainte. Il peut servir à façonner des pièces ou à corriger leur forme. Se reporter à l'annexe G qui fournit des informations plus détaillées.

Il est indispensable que les paramètres du procédé de martelage à la grenaille soit rigoureusement maîtrisés, afin d'assurer la répétabilité d'une pièce à une autre et d'un lot à un autre.

La présente Norme internationale décrit les techniques et les méthodes requises pour assurer une bonne maîtrise du procédé de martelage.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 12686:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 12686:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f5cdb984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999>

# Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Grenailage automatique de pièces métalliques avant dépôt électrolytique de nickel, dépôt autocatalytique de nickel, ou dépôt électrolytique de chrome, ou en tant que finition de surface

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fixe des exigences relatives au martelage automatique et contrôlé de pièces métalliques, avant dépôt électrolytique ou autocatalytique de nickel ou de chrome, ou en tant que finition de surface, utilisant de la grenaille en acier moulé, en segments de fil métallique et conditionné, de la grenaille en céramique ou des billes de verres. Le procédé est applicable aux matériaux pour lesquels les essais ont démontré qu'il s'avérait efficace dans des plages d'intensité données. Habituellement, ce procédé n'est pas applicable aux matériaux fragiles. Le martelage à la grenaille manuel et le martelage par volet tournant sont spécifiquement exclus.

Le martelage à la grenaille introduit des tensions compressives à la surface des pièces métalliques et au niveau des couches proches de la surface et engendre des modifications de la micro-structure superficielle (y compris des transformations de phases) permettant ainsi de maîtriser ou de limiter l'altération des propriétés en fatigue générée par le traitement de la pièce par dépôt électrolytique de nickel ou de chrome, ou l'amélioration des propriétés en fatigue d'articles non revêtus.

[ISO 12686:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c9db984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c9db984-dbc2-4a48-aace-6b25df95029c/iso-12686-1999>

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 565:1990, *Tamis de contrôle — Tissus métalliques, tôles métalliques perforées et feuilles électroformées — Dimensions nominales des ouvertures.*

ISO 2194:1991, *Cribles et tamis industriels — Tissus métalliques, tôles perforées et feuilles électroformées — Désignation et dimensions nominales des ouvertures.*

ISO 3310-1:1990, *Tamis de contrôle — Exigences techniques et vérifications — Partie 1: Tamis de contrôle en tissus métalliques.*

ISO 3453:1984, *Essais non destructifs — Contrôle par ressuage — Moyens de vérification.*

ISO 6933:1986, *Matériel roulant de chemin de fer — Essai de réception magnétoscopique.*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1 feuilards Almen

éprouvettes en acier au carbone UNS G10700, servant à étalonner l'énergie d'un jet de grenaille (voir Figure 1)

#### 3.2 appareillage de maintien des feuilards Almen

appareillage destiné à maintenir les feuilards Almen dans des positions convenables qui représentent la position et l'orientation angulaire des surfaces d'une pièce lorsque l'intensité doit être déterminée et vérifiée (voir Figure 2)

#### 3.3 hauteur d'arc

les feuilards Almen plats soumis à un jet de grenaille projetée à une vitesse adéquate fléchissent selon un arc correspondant à la quantité d'énergie transmise par le jet de grenaille

NOTE La hauteur de l'arc de cercle, mesurée en millimètres, représente la hauteur de l'arc mesuré par l'appareillage de mesure Almen (voir Figure 3).

#### 3.4 équipement automatique

équipement de martelage à la grenaille, dans lequel les pièces, les dispositifs de maintien, les buses et les paramètres de grenailage sont prédéfinis manuellement ou par positionnement des dispositifs de maintien et vérifiés par le personnel de contrôle

NOTE Le temps de grenailage est contrôlé automatiquement, alors que la pression d'air et la vitesse de rotation sont réglées manuellement.

#### 3.5 tensions compressives

le façonnage ou l'étirement à froid de la surface, effectuée au-delà de la limite élastique par grenailage, génère une couche soumise à la compression en dessous de la surface

NOTE La profondeur des tensions compressives est mesurée à partir du sommet de la cavité jusqu'à la profondeur concernée.

#### 3.6 recouvrement

étendue d'oblitération de la surface initiale par des cavités générées par l'impact de particules de grenaille individuelles, exprimée en pourcentage

NOTE Un recouvrement à 100 % est défini comme un recouvrement laissant non grenillés 2 % ou moins de la surface initiale, parce que l'évaluation du recouvrement des impacts est difficile lorsqu'il concerne 98 % de la surface totale. Un recouvrement à 100 % est une valeur limite théorique. Aussi est-il recommandé d'employer le terme de «recouvrement complet». Habituellement, un recouvrement complet nécessite une augmentation de la base des temps, c'est-à-dire de la durée de grenailage permettant d'obtenir un recouvrement de 98 %, de 15 % à 20 %. Des valeurs de 200 % à 300 %, etc. sont obtenues en multipliant cette durée par 2, 3, etc.

#### 3.7 profondeur des tensions compressives

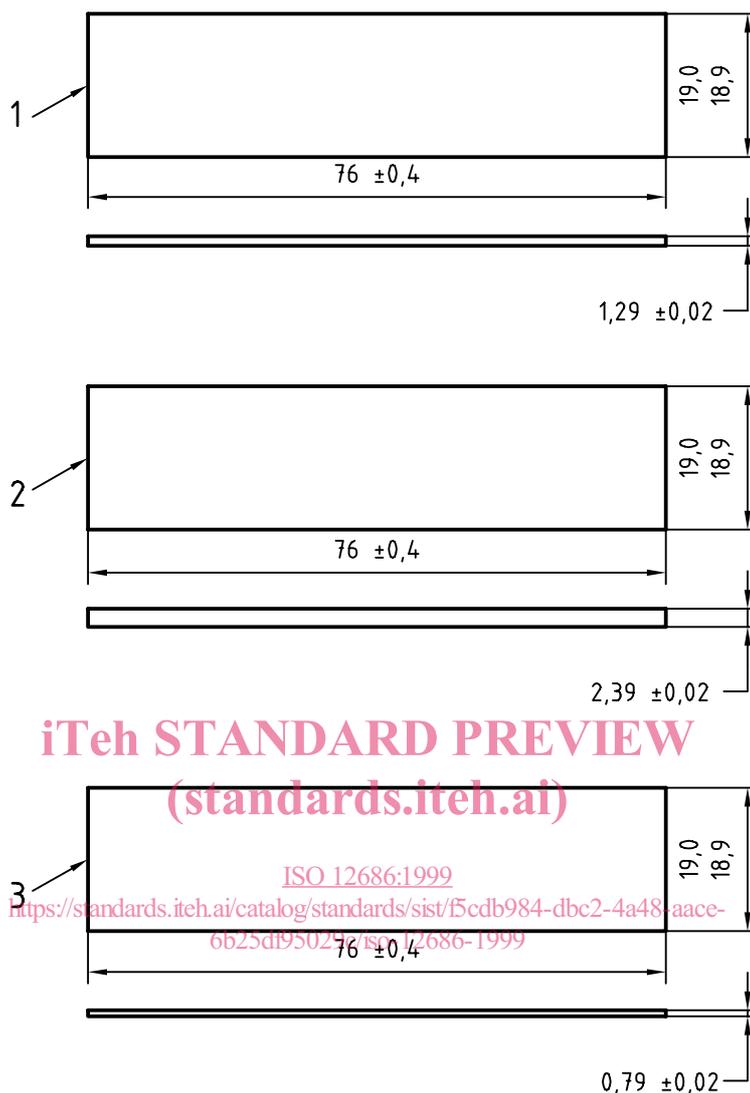
endroit au niveau duquel la contrainte passe par zéro

#### 3.8 intensité

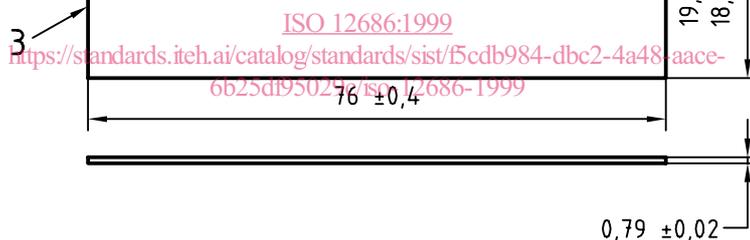
hauteur d'arc du feuilard Almen au point de saturation

NOTE La hauteur d'arc ne peut être confirmée que lorsque le point de saturation est atteint.

Dimensions en millimètres



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)



#### Prescriptions relatives aux feuilards d'essai

#### Légende

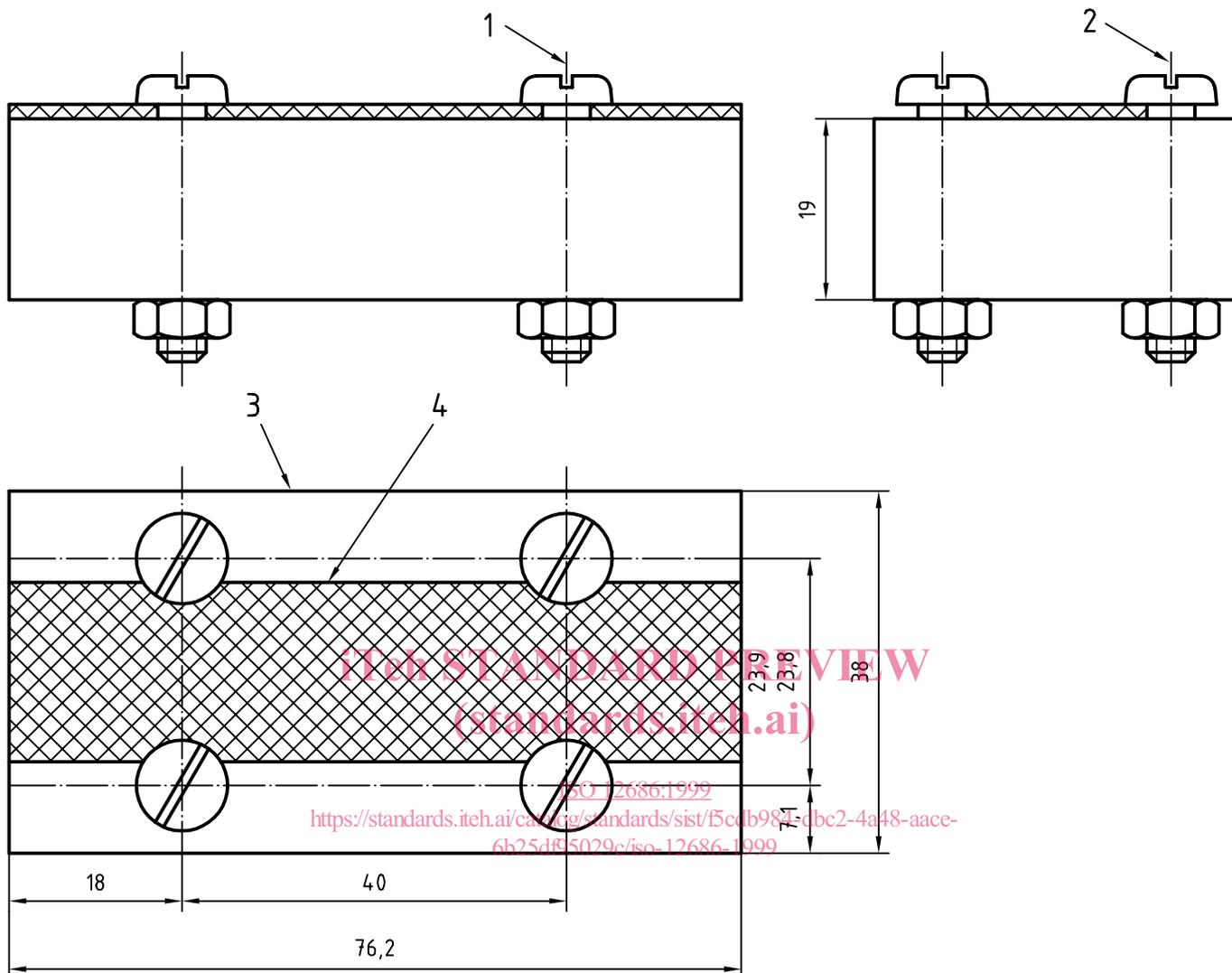
- 1 Feuillard d'essai A
- 2 Feuillard d'essai C
- 3 Feuillard d'essai N

#### NOTES

- Analyse du stock – UNS G10700
- Acier laminé à froid pour ressorts
- Bord relevé numéro un (sur bords de 76,2 mm)
- Finition – revenu bleu (ou brillante)
- Uniformément trempé revenu à 44 HRC à 50 HRC
- Planéité C  $\pm 0,038$  mm hauteur d'arc
- Planéité N et A  $\pm 0,025$  mm hauteur d'arc

Figure 1 — Éprouvette Almen

Dimensions en millimètres

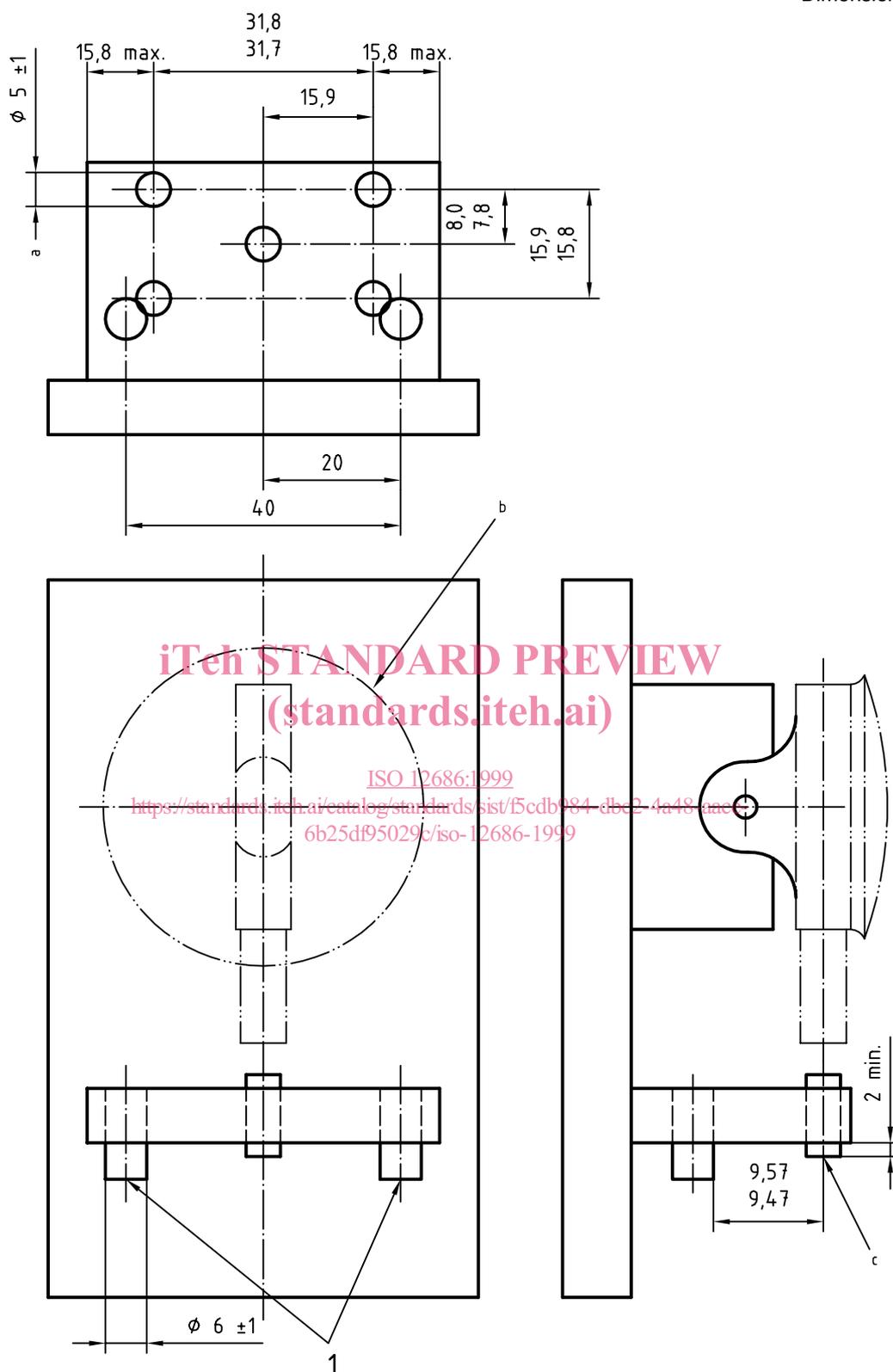


**Légende**

- 1 Quatre vis M5 à tête ronde fendue, munie d'écrous hexagonaux
- 2 Quatre trous  $\varnothing$  5,6 mm
- 3 Dispositif de maintien
- 4 Feuillard d'essai (découpé)

**Figure 2 — Feuillard d'essai et dispositif de maintien assemblés**

Dimensions en millimètres



- a Quatre billes en acier trempé
- b Indicateur à cadran à graduer en valeurs de 0,025 mm (0,025 à 4 mm autorisées); force d'extension maximale: 25 gf
- c La surface de contact de toutes les billes doit se situer dans un même plan  $\pm 0,05$  mm.

**Légende**

- 1 Guides

**Figure 3 — Appareillage de mesure Almen**

3.9

**système de marquage liquide**

matériau de revêtement liquide comportant un pigment qui émet une lumière fluorescente lorsqu'il est soumis à un rayonnement ultraviolet et dont l'élimination est proportionnelle au recouvrement par grenailage

3.10

**équipement piloté par ordinateur**

équipement de martelage à la grenaille muni de dispositifs de maintien des buses et qui est piloté par un ordinateur pour le traitement, le contrôle et la documentation des paramètres de grenailage considérés comme critiques pour la certification du procédé

3.11

**dispositif de maintien des buses**

dispositif qui maintient les buses à l'endroit, à la distance et à l'angle requis, dans une position verrouillée pendant l'opération de grenailage

3.12

**paramètres d'interruption du procédé**

pour des opérations de grenailage critique, paramètres tels que débit de grenaille, pression d'air, vitesse de rotation des pièces ( $s^{-1}$ ), taux d'oscillation et durée de cycle, qui doivent être contrôlés dans le cadre des exigences du procédé

3.13

**saturation**

durée minimale de martelage à la grenaille, nécessaire pour atteindre l'intensité Almen souhaitée qui, lorsqu'elle est doublée, n'accroît pas la hauteur d'arc du feuillard Almen de plus de 10 %

3.14

**courbe de saturation**

courbe permettant de représenter la durée de martelage à la grenaille du feuillard Almen (abscisse) en fonction de la hauteur d'arc (ordonnée) obtenue pendant le temps de martelage à la grenaille (voir Figure 4)

3.15

**oblitération de surface**

état d'une surface dans lequel 100 % de la surface ont été bosselées par l'impact de la grenaille projetée

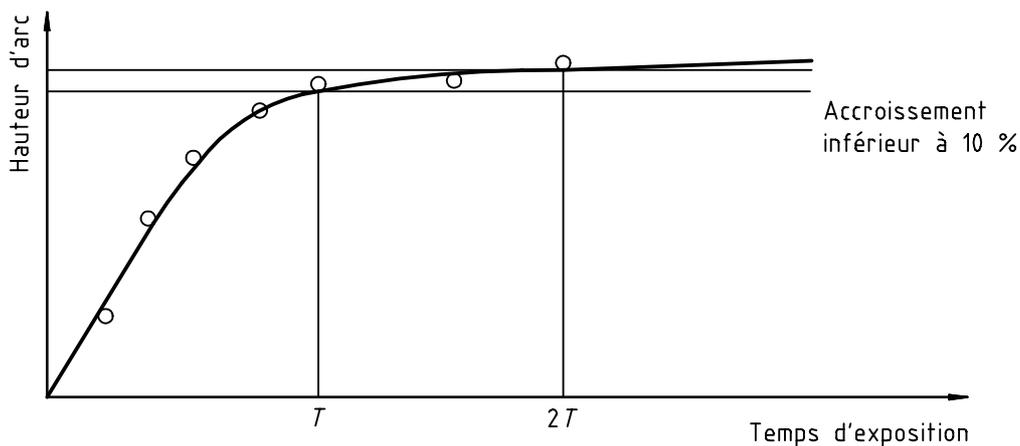


Figure 4 — Courbe de saturation

## 4 Matériaux et équipements

### 4.1 Composition des matériaux constituant la grenaille

4.1.1 **Grenaille en acier moulé**, conforme aux exigences indiquées dans l'annexe B.

4.1.2 **Grenaille en segments de fil**, réalisée en fil rond, calibré par frappe à froid, conformément à l'annexe C.

4.1.3 **Grenaille en céramique (billes)**, conformes à la composition chimique et à la masse volumique indiquées dans le Tableau 1 et l'annexe D.

4.1.4 **Billes de verre**, exemptes de plomb et de silice libre. Elles doivent être sèches et exemptes de toute contamination superficielle ou de barbes de finissage. Elles doivent avoir la composition chimique suivante: 72,5 % SiO<sub>2</sub>, 9,75 % CaO, 13 % Na<sub>2</sub>O, 3,3 % MgO, et 0,75 % d'autres éléments mineurs, et une masse volumique de 2,5 g/cm<sup>3</sup>.

Tableau 1 — Composition chimique de la grenaille céramique

ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fer libre	Masse volumique
%	%	%	%	%	g/cm <sup>3</sup>
60 à 70	28 à 33,0	10 max.	0,1 max.	0,1 max.	3,6 à 3,95

### 4.2 Forme et aspect de la grenaille

#### 4.2.1 Acier moulé

La grenaille en acier moulé doit, après préconditionnement, être sphérique et exempte d'arêtes vives, d'angles et de parties brisées. Elle doit être conforme aux formes acceptables illustrées à la Figure 5. Le nombre de formes non conformes (voir Figure 6) ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 2.

#### 4.2.2 Segments de fil

La grenaille en segments de fil doit, après préconditionnement, être sphérique. Elle doit être exempte d'arêtes vives, d'angles et de parties brisées. Le nombre de formes non conformes ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 2.

#### 4.2.3 Grenaille en céramique

La grenaille en céramique doit être sphérique, exempte d'arêtes vives, d'angles et de parties brisées. Le nombre de formes non conformes ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 2.

### 4.3 Dureté

La dureté de la grenaille doit être supérieure à celle du matériau devant subir le traitement.

#### 4.3.1 Acier moulé

La grenaille en acier moulé doit avoir une dureté comprise entre HRC 45 et HRC 55. De la grenaille en acier moulé dur spécial doit être utilisée sur des produits ayant une dureté supérieure à HRC 50; elle doit présenter une dureté comprise entre HRC 55 et HRC 65.